

# FELADATLAPOK A KUTATÁSALAPÚ KÉMIA TANÍTÁSHOZ

Bárány Zsolt Béla, Böddiné Schróth Ágnes, Borbás Réka,  
Dancsó Éva, Ferenczyné Molnár Márta, Kiss Edina, Nagyné  
Hodula Andrea, Riedel Miklós, Rózsahegyi Márta, Szalay Luca,  
Szél Nikoletta, Tóthné Tarsoly Zita, Wajand Judit

**Alkotó szerkesztő**

Szalay Luca



ELTE, Budapest

2021



**Készült**

a Magyar Tudományos Akadémia Tantárgy-pedagógiai Kutatási Programja keretében létrehozott MTA-ELTE Kutatásalapú Kémia-tanítás Kutatócsoport által kivitelezett „Megvalósítható kutatásalapú kémia-tanítás” projekt keretében, 2016-2020

A mű elkészítését a Magyar Tudományos Akadémia Tantárgypedagógiai Kutatási Programja támogatta.

**Kiadja**

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar

1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A

**Felelős kiadó**

Dr. Kacs Kovics Imre, az ELTE Természettudományi Karának dékánja

**Szerzők**

Bárány Zsolt Béla, Böddiné Schróth Ágnes, Borbás Réka, Dancsó Éva, Ferenczyné Molnár Márta, Kiss Edina, Nagyné Hodula Andrea, Riedel Miklós, Rózsashegyi Márta, Szalay Luca, Szél Nikoletta, Tóthné Tarsoly Zita, Wajand Judit

**Lektorok**

Riedel Miklós, Rózsashegyi Márta, Tóth Zoltán, Wajand Judit

**Alkotó szerkesztő**

Szalay Luca

**Fotók**

Bárány Zsolt Béla, Borbás Réka, Dancsó Éva, Kiss Edina, Nagyné Hodula Andrea, Riedel Miklós, Szalay Luca

A kiadó a teljes műnek és minden részletének kiadási jogát fenntartja.

© Bárány Zsolt Béla, Böddiné Schróth Ágnes, Kiss Edina, Borbás Réka, Dancsó Éva, Ferenczyné Molnár Márta, Nagyné Hodula Andrea, Riedel Miklós, Rózsashegyi Márta, Szalay Luca, Szél Nikoletta, Tóthné Tarsoly Zita, Wajand Judit

ISBN 978-963-489-338-7



## Tartalom

|  |     |
|--|-----|
| Bevezetés.....   | 6   |
| 7. osztály.....  | 7   |
| 1. feladatlap: A mi világunk – a részecskék világa.....            | 8   |
| 2. feladatlap: Hogyan működik a sütőpor? .....                     | 26  |
| 3. feladatlap: Oldás és kötés .....                                | 44  |
| 4. feladatlap: Milyen tömény rum kell a Gundel-palacsintához?..... | 63  |
| 5. feladatlap: Segítsünk Hamupipókének! .....                      | 80  |
| 6. feladatlap: Fekete, fehér, igen, nem.....                       | 103 |
| 8. osztály.....  | 140 |
| 7. feladatlap: Jamie Oliver tökéletes salátaöntete.....            | 141 |
| 8. feladatlap: A fémek harca .....                                 | 151 |
| 9. feladatlap: Mennyire vasas az ivóvíz? .....                     | 178 |
| 10. feladatlap: Az „ősi ellenség” .....                            | 190 |
| 11. feladatlap: Nem ettünk meszet!.....                            | 212 |
| 12. feladatlap: A tej, mint teljes értékű élelmiszer .....         | 229 |
| 9. osztály.....  | 246 |
| 13. feladatlap: Mire jó még a tűzijáték?.....                      | 247 |
| 14. feladatlap: Csepp a tengerben .....                            | 265 |
| 15. feladatlap: Forró csoki télen, jeges tea nyáron .....          | 288 |
| 16. feladatlap: Traffipax a kémiaórán .....                        | 303 |
| 17. feladatlap: Az indikátoroktól az országzászlóig.....           | 329 |
| 18. feladatlap: A Janus-arcú hidrogén-peroxid .....                | 348 |
| 10. osztály.....   | 366 |
| 19. feladatlap: Jóslás vagy előrejelzés? .....                     | 367 |
| 20. feladatlap: Áldás vagy átok a műanyag? .....                   | 384 |
| 21. feladatlap: La dolce vita – Az édes élet .....                 | 406 |
| 22. feladatlap: Megeheted-„E”?.....                                | 427 |
| 23. feladatlap: Mennyi a C-vitamin a narancslében?.....            | 454 |
| 24. feladatlap: Mérgek, máglyák, modellek... ..                    | 471 |

# Bevezetés

Az itt közzétett 24 feladatlap a Magyar Tudományos Akadémia Tantárgypedagógiai Kutatási Programja keretében létrehozott [MTA-ELTE Kutatásalapú Kémiaitanítás Kutatócsoport](#) munkájának eredménye. Ez azt jelenti, hogy (bár csak a szerzőket és a lektorokat tüntettük föl név szerint), a feladatlapok diákokkal való kipróbálásában, és így jobbításában a kutatócsoportban dolgozó többi kémiaitanár is részt vett.

A közoktatási kémiaitanítás négy tanévére tervezett „Megvalósítható kutatásalapú kémiaitanulás” projektben ezeket a feladatlapokat három változatban készítettünk el. A cél az volt, hogy a tanulók által írt tesztek eredményeinek statisztikai elemzése révén össze tudjuk hasonlítani három különböző módszer hatékonyságát. Ezért a kontrollcsoport diákjai az 1. típusú feladatlapokat oldották meg, amelyek csak a receptszerű leírás alapján végzett csoportos tanulókísérletek elvégzését várták el a diákoktól. A 2. típusú feladatlapokat kapó diákoknak a receptszerű leírás alapján végzett kísérletek mellett elméletben tanítottuk a kísérlettervezést. A 3. típusú feladatlapok nyomán viszont a tanulóknak minden esetben meg kellett tervezni ugyanazon tanulókísérletek egy vagy több lépését. A projekt céljait és eredményeit bemutató dokumentumok és prezentációs diáorok az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományos Oktatásmódszertani Centruma honlapján, a kémia szakmódszertani csoport anyagai között [„Az MTA-ELTE Kutatásalapú Kémiaitanítás Kutatócsoport publikációi”](#) címen érhetőek el. Ugyanott letölthető szerkeszthető formában mind a 24 feladatlap is. Ezek oktatási célra (a forrás megjelölésével) szabadon felhasználhatók. Hálásan fogadok minden javító szándékú észrevételt a [luca.szalay@ttk.elte.hu](mailto:luca.szalay@ttk.elte.hu) e-mail címen.

Terveink megvalósulását nagyban hátráltatta, de nem hiúsította meg a Covid-19 járvány. Hálás vagyok a kutatócsoportunk minden tagjának a kitartó munkájáért, mert így a nehéz körülmények ellenére is sikeresen be tudjuk fejezni a projektet. Köszönettel tartozom az MTA minden vezetőjének, tagjának és munkatársának, akik a tantárgypedagógiai kutatási program létrejöttét és megvalósulását támogatták; s közöttük elsősorban Patkós András professzor úrnak, a program szakmai vezetőjének. Köszönöm, hogy saját munkahelyem, az ELTE TTK Kémiai Intézete befogadta a kutatócsoportunkat és kollégáimnak, hogy segítséget nyújtottak a céljaink megvalósításához.

Őszintén remélem, hogy az itt publikált feladatlapok megkönnyítik a magyarul tanító kémiaitanárok számára, hogy diákjaikkal megismertessék a természettudományos vizsgálatok lépéseit, és fejlesszék a tanulóik kísérlettervező képességét. E munka során ugyanis könnyebben érthetővé válik, mi a különbség a valódi és az áltudományok, az igazi tudósok és a haszonleső csalók, vagy jószándékú sarlatánok között. Ezzel pedig a közös erőfeszítéseink révén gyarapíthatjuk a következő generációk természettudományos műveltségét, s csökkenthetjük az ésszerűtlen kemofóbiát. Ehhez kívánok minden fölhasználónak kitartást és sok sikert.

Budapest, 2021. március 14.

Dr. Szalay Luca  
a kutatócsoport vezetője

# **FELADATLAPOK A KUTATÁSALAPÚ KÉMIA TANÍTÁSHOZ**

**7. osztály**

# 1. feladatlap: A mi világunk – a részecskék világa

(Az első változatot készítette: Szalay Luca)

## Módszertani útmutató

1. **Téma:** Az anyag részecskemodellje

2. **Felhasználás:** 7. osztály, 45 perces tanóra

3. **Szükséges előzetes ismeretek:**

- Az anyag részecsketermészete.
- A hosszúság, az idő és a hőmérséklet mérése, mértékegységeik és átváltásuk.
- Halmazállapotok.
- Számtani átlag.

4. **Célok:**

- A részecskemodell alkalmazása a különböző halmazállapotok esetében.
- A diffúzió fogalmának előkészítése/bevezetése (a hétköznapi sebességfogalom kiterjesztése).
- A hőmérséklet és a részecskék sebessége közötti összefüggés felismerése.
- Az atomok és molekulák golyómodellje bevezetésének előkészítése.
- A számtani közép (átlag) számításának alkalmazása.
- A mértékegységekkel végzett műveletek gyakorlása.
- A mérési hiba fogalmának bevezetése.
- A csoportmunka gyakorlása.

5. **Tananyag:**

- **Ismeret szint:**
  - Minden anyag részecskékből áll.
  - A részecskék állandóan mozognak.
  - A részecskéket nagyon apró, kemény golyókkal modellezhetjük.
- **Megértés szint:**
  - A modell nem azonos a valósággal, ahhoz csak bizonyos szempont(ok) szerint hasonlít.
  - A modell haszná, hogy az alapján bizonyos tulajdonságok, illetve események megmagyarázhatók és megjósolhatók.
  - A halmazállapotok jellemzőit a részecskemodell így magyarázza:
    - a gázokban a részecskék
      - távol vannak egymástól, ezért a gázok összenyomhatók;
      - szabadon és rendezetlenül mozognak, ezért a gázok fölveszik az edény alakját;
      - gyakran ütköznek egymással, valamint az edény falával, ezért (ha a gáz nem áramlik) a részecskék sokkal lassabban jutnak el a tér egyik pontjáról a másikra, mint azt a gyors mozgásuk alapján várnánk.
    - a folyadékokban a részecskék
      - közel vannak egymáshoz, ezért a folyadékok (gyakorlatilag) összenyomhatatlanok;
      - elgördülhetnek egymáson, ezért a folyadékok fölveszik az edény alakját.
    - a szilárd anyagokban a részecskék
      - közel vannak egymáshoz, ezért a szilárd anyagok (gyakorlatilag) összenyomhatatlanok;
      - csak rezegni tudnak egy adott pont körül, ezért a szilárd anyagoknak saját alakjuk van.
  - Magasabb hőmérsékleten a részecskék gyorsabban mozognak (ha az egyéb körülmények azonosak).



- A részecskék különbözhetnek a méretük/tömegük szerint, így a mozgásuk gyorsasága/sebessége emiatt is különböző lehet.
- **Alkalmazás szint:** a részecskemodell alapján a részecskék mozgásának értelmezése
  - a különböző halmazállapotokban;
  - a különböző hőmérsékleteken.
- **Magasabb rendű műveletek:**
  - a részecskemodell használata komplex természettudományos problémamegoldáshoz;
  - az egyszerű részecskemodell korlátainak felismerése.

## 6. Módszertani megfontolások:

- A „diffúzió” szó a feladatlapban nem szerepel, de használata a magyarázatokat rövidítené. Ezért a tanárnak kell eldöntenie, alkalmazza-e ezt az adott tanulócsoporthoz (és ha igen, akkor az órán definiálnia kell a fogalmat).
- A sebesség fogalmának bevezetése ügyében egyeztetni kell a tanulócsoporthoz fizikatanárával. A hétköznapi sebességfogalomra (pl. az autó sebessége 50 km/óra) mindenképp lehet építeni.
- A hőmérséklet és a (kinetikus) energia kapcsolatának bevezetését a feladatlap csak előkészíti.
- A részecskék különbözőségére itt még csak a különböző sebességből kikövetkeztethető különböző méretük/tömegük utal [ld. az 5. a) házi feladat megoldását]. Ez előkészíti a golyómodell bevezetését, amely már különböző színű és méretű golyókkal modellezi a különböző elemek atomjait.
- A feladatlap kitöltését követő órán, a házi feladat megoldásának ellenőrzése után össze kell foglalni a legfontosabb tanulságokat:
  - A gázokban és a folyadékokban a részecskék haladó mozgást végeznek (a szilárd anyagokban pedig csak rezegnek egy adott pont körül).
  - A gázokban a haladó mozgás gyorsabb, mint a folyadékokban, mert a részecskék ritkábban helyezkednek el és közöttük nincs semmi.
  - Magasabb hőmérsékleten gyorsabban haladhatnak a részecskék.
  - A gázok részecskéi nagyon gyorsan mozognak, de az ütközések miatt a haladási sebességük ennél jóval kisebb.
  - A gázok részecskéi nem egyformák, ezért különböző az ütközések közötti sebességük és a haladási (diffúzió)sebességük is.

## 7. Technikai segédlet:

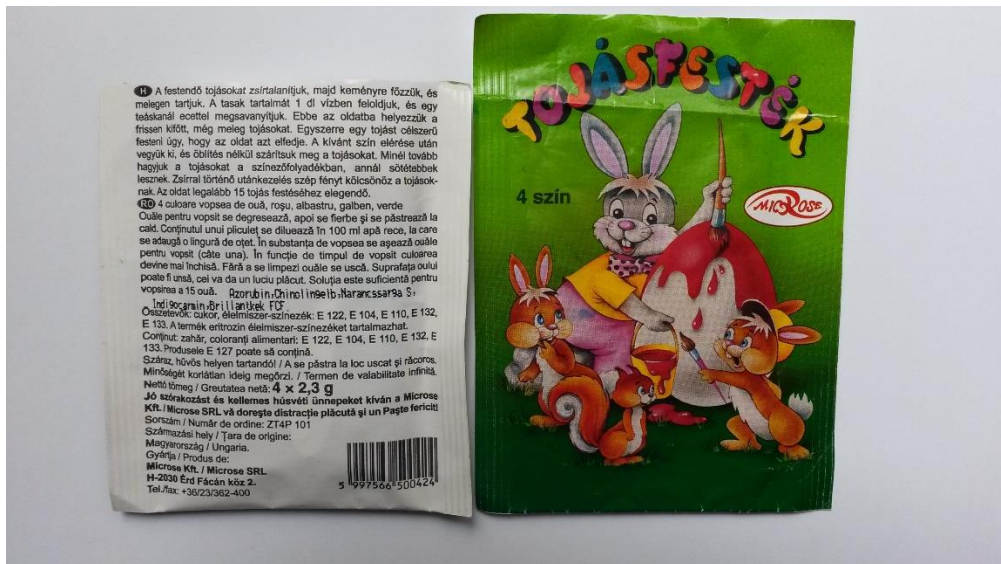
- **Anyagok és eszközök**
  - A levegőben történő diffúzió méréséhez:
    - fűjós dezodor (vagy folyékony kölni/parfüm és egy kis edény, amibe kiönthető)
    - mérőszalag (min. 8 m, lehetőleg csoportonként 1 db)
    - stopperok (mobiltelefonok).
  - A folyadékban történő diffúzió méréséhez:
    - csapvíz
    - tojásfesték<sup>1</sup> vagy ruhafesték<sup>2</sup>
    - 1 db (kb. 1 literes) konyhai kancsó vagy mérőedény a hideg víznek
    - elektromos vízforraló (kb. 1 literes) a meleg víznek
    - csoportonként 1 db műanyag tálka vagy kiürült és kitisztított műanyag doboz, esetleg Petri csésze vagy kristályosítótál
    - csoportonként 1 db cseppentő vagy műanyag Pasteur pipetta vagy 1 db cseppentős (kiürült és kitisztított) gyógyszeres üveg a festékoldatnak
    - csoportonként 1 db vonalzó
    - csoportonként 1 db alkoholos filctoll a kísérlettervező osztályokban (3. típusú feladatlap)
    - stopperok (mobiltelefonok)
    - hulladékgyűjtő(k).

<sup>1</sup> Pl. (pl. MicRose, gyártó: Microsoft Kft, 2030 Érd, Fácán köz 2. Tel: +36/23/362-400, amely cukrot és E122, E104, E110, E132 és E133 élelmiszerszínezékeket tartalmaz, [http://www.microse.hu/php/product\\_list.php?categoryid=29](http://www.microse.hu/php/product_list.php?categoryid=29) (2017. 07. 26.)

<sup>2</sup> Pl. Iberia Classic, forgalmazza: Marca-Ceys Magyarország Kft., 2040 Budaörs, Gyár u. 2. Tel.: +36/23/511-431, a DM-ben kapható, ára: 749 Ft.

- **Előkészítés**

- A feladatlap megoldása előtti valamelyik órán meg kell kérdezni a tanulókat, hogy végeztek-e már csoportmunkát. Ha nem, akkor célszerű ennek elveit és szabályait ismertetni
- Ki kell próbálni azt is, hogy mennyire rutinosan végzik a tanulók a számtani átlag számítását és a mértékegységek átváltását. Ha nem megy jól, akkor ezeket gyakoroltatni kell. (Akár házi feladatként is kaphatnak azokhoz a számításokhoz hasonló példákat, amelyeket majd a tanulókísérletes órán meg kell oldaniuk.) Ez remélhetőleg segít abban, hogy a feladatlap kísérleteit minden csoport be tudja fejezni a tanórán.
- Célszerű a diákokat az előző órán megkérni arra, hogy azon a napon, amikor a jelen tanulókísérletes feladatlapot megoldják, lehetőleg ne használjanak sok és erős illatú dezodort.
- Az osztály (tanulócsoporth) minden tagja számára ki kell nyomtatni az előzetes beosztásnak megfelelő típusú feladatlapot (a piros betűs szöveg törlése után) és 1 példányban a tanári változatot is.
- A folyadékban történő diffúzió méréséhez csoportonként 0,5 cm<sup>3</sup> festékkoldatot kell készíteni a következő módon: 1 cm<sup>3</sup> csapvízben kb. 1 rizsszemnyi tojásfestéket vagy ruhafestéket kell feloldani. (Ha kipróbáláskor nem tűnik elég töménynek a festékkoldat, akkor még egy kis festéket kell oldani benne.) A festékkoldat egy-egy cseppentőbe vagy Pasteur pipettába felszívva, esetleg egy-egy cseppentős üvegben adható ki a csoportoknak. A festékkoldat készítéséhez pl. az alábbi fényképeken látható tojásfesték, ill. ruhafesték is használható:



- A **receptszerű** kísérletet végző osztályokban (**1. és 2. típusú feladatlap**) minden csoport számára az alábbi fényképen látható módon kell végezni az előkészítést. Ehhez előre meg kell rajzolni alkoholos filctollal a műanyag tálka vagy doboz aljára 3 koncentrikus kört. Célszerű a legbelső (1.) kört 2 cm átmérőjűnek rajzolni, mert kb. ekkorára terjed szét a becsöppentéskor a festékcsepp a meleg vízben. Ha a 2. kör átmérője 4 cm, a 3. köré pedig 6 cm, akkor egyszerű a számolás, mert az 1. és a 2. kör sugarának a különbsége pont 1 cm, és ugyanennyi a 2. és 3. kör sugarának különbsége is. Könnyebb megrajzolni a koncentrikus köröket, ha a tálka közepére tett „X” jeltől mind a négy irányba rendre megjelöljük egy-egy ponttal az 1 cm, 2 cm és 3 cm távolságot. Majd egy-egy alkalmas átmérőjű, kör alaprajzú tárgyat a négy (az „X” jeltől azonos távolságra lévő) pont közé illesztve rajzoljuk meg az alkoholos filctollal az egyes köröket. Ha nem találunk megfelelő átmérőjű, kör alaprajzú tárgyat, akkor természetesen lehet körzővel kartonpapírra 2 cm, 4 cm és 6 cm átmérőjű köröket rajzolni, majd kivágni, és azokat használni sablonként. Lehet nagyobb tálkába több, vagy nagyobb kört is rajzolni, de akkor a mérés időigényesebb lesz. Ha rendelkezésre állnak átlátszó üvegedények (Petri-csésze vagy kristályosítótál), akkor papírra egyszer megrajzolt, majd a csoportok számára megfelelő példányban fénymásolt lapokon is alájuk lehet tenni a koncentrikus köröket mutató ábrát.



- A kísérlettervező osztályokban (**3. típusú feladatlap**) minden csoport számára az alábbi fényképen látható módon lehet végezni az előkészítést. Ezekben az esetekben természetesen nem szabad előzetesen rajzot készíteni a tálkákba, hiszen a tanulóknak kell kitalálni, hogyan hasonlítják össze a hideg és a meleg vízben a részecskék mozgásának a gyorsaságát.



- Az 1 literes edénybe hideg csapvizet kell készíteni.
- A vízforralóban fel kell forralni kb. 1 liter csapvizet, ami a kísérlet idejéig valamennyit hűl. Például ilyen körülmények között kb. 1 liter forró víz a tapasztalatok alapján 15-20 perc alatt hűl le kb. 70-80 °C-ra. A tálkába kiöntve a víz hőmérséklete már csak kb. 60-70 °C. Az 5 perc várakozás alatt tovább hűl a víz, kb. 50-60 °C-ra, majd a kísérlet végére már csak kb. 45-50 °C a hőmérséklete. Ennél sokkal melegebb vizet nem érdemes használni, mert akkor a festék szétterjedése pillanatszerű lehet, és nem mérhető meg az adott távolság megtételéhez szükséges idő. Kevésbé meleg víz esetén viszont tovább tart a kísérlet, és nem biztos, hogy elég meggyőző lesz a különbség a hideg és a meleg vízben mért időtartamok között.
- **Balesetvédelem**
  - Ügyelni kell arra, hogy a forró víz ne okozzon égési sebeket. Mire a diákok dolgoznak vele, a víz ne legyen melegebb, mint kb. 60-70 °C.
- **Hulladékkezelés**
  - A keletkező hulladék veszélytelen, ezért konyhai mosogatóba is kiönthető.

**A mi világunk – a részecskék világa (1. típus: receptszerű változat)**

Minden anyag **részecskékből** áll, és a részecskék **állandóan mozognak**. Most azt fogjátok vizsgálni, **mitől függ, hogy mennyire gyorsan haladhatnak** a részecskék a gázokban és a folyadékokban. (A szilárd anyagokban ugyanis csak rezeghetnek.) A tapasztalataitokat az **anyag részecskemodellje** segítségével fogjátok megmagyarázni.

1. **Kísérlet:** a) Mérjétek meg, mennyi **idő** alatt jutnak el hozzátok az illatszer részecskéi, miután a tanári asztalnál kifújtuk/kiöntöttük. A csoportotok tagjai által mért **időtartamok átlaga:** .....perc.

1. b) Mérjétek meg, hogy **átlagosan** mekkora **távolságra** ül a csoportotok a tanári asztaltól: kb. .... m.

1. c) Kb. hány méterre jutottak az illatszer részecskéi **1 perc** alatt? ... méterre, a **haladási sebességük:** ..... m/perc.

1. d) Mit gondoltok, miért **nem ugyanakkora** haladási sebességeket kaptak az osztályban a különböző csoportok?

1. e) Az oxigéngáz egy részecskéje 1 másodperc alatt kb. 500 métert tesz meg. Ti mégis azt mértétek, hogy 1 perc alatt is csak pár métert haladtak a levegőben a részecskék. Vajon **miért?**

2. **Kísérlet:** Öntsetek a műanyag tálkába hideg csapvizet. Várjatok kb. 5 percig, amíg a folyadék megnyugszik, és közben ne mozgassátok! Utána a víz felszínéhez közel, az „X” jel fölé csöppentsetek bele 1 csepp festékkoldatot és jegyezzétek föl, mi történik. Magyarázzátok is meg, amit láttatok.

**Tapasztalat:**.....

**Magyarázat:**.....

3. **Kísérlet:** Öntsetek a tálkába kb. 1 cm magasságban hideg vizet. Várjatok kb. 5 percet, amíg megnyugszik a folyadék. Csöppentsetek az „X” jel fölé 1 csepp festékkoldatot. Amikor a festékkolt széle eléri a tálka alján lévő ábrán a legbelső (1.) kört, indítsátok el a stoppert. Mérjétek meg azt az **időtartamot**, amíg a festék részecskéi elérik a 2. kört, majd utána azt, amíg elérik a 3. kört. Ismételjétek meg a kísérletet meleg vízzel. Vonalzóval mérjétek meg az. 1. és a 2. kör közötti, majd a 2. és a 3. kör közötti távolságot.

| <b>Tapasztalatok:</b>       | <b>Idő</b>                   | <b>Távolság</b> | <b>Haladás sebessége</b> |
|-----------------------------|------------------------------|-----------------|--------------------------|
| Hideg víz, 1.-2. kör között | ..... másodperc = ..... perc | ..... cm        | ..... cm/perc            |
| Hideg víz, 2.-3. kör között | ..... másodperc = ..... perc | ..... cm        | ..... cm/perc            |
| Meleg víz, 1.-2. kör között | ..... másodperc = ..... perc | ..... cm        | ..... cm/perc            |
| Meleg víz, 2.-3. kör között | ..... másodperc = ..... perc | ..... cm        | ..... cm/perc            |

A részecskék **osztályszinten átlagolt haladási sebessége** a **hideg** vízben az 1. és a 2. kör között ..... cm/perc.

A részecskék **osztályszinten átlagolt haladási sebessége** a **meleg** vízben az 1. és a 2. kör között ..... cm/perc.

**Magyarázat:** Húzd alá a megfelelő szót! A részecskék a **meleg** vízben **kisebb/nagyobb** sebességgel haladnak, mint a **hideg** vízben, mert .....  
Mit gondoltok, miért mértek az osztály különböző csoportjai **azonos körülmények között** (pl. a hideg vízben) **különböző értékeket** a részecskék haladási sebességére?

4. A kísérletek szerint **levegőben** vagy **vízben** jutnak nagyobb távolságra a részecskék? Mi ennek az oka?

5. Házi feladat: a) Adott hőmérsékleten a részecskék az oxigéngázban 461 m/s, a nitrogéngázban 492 m/s, a hidrogéngázban 1844 m/s átlagos sebességgel repülnek az ütközések közötti időben. Mire következtetsz ebből?

b) Készíts egy olyan rajzot a füzetedbe vagy ennek a feladatlapnak a hátoldalára, amelyeken nyilakkal jelölöd, hogy milyen útvonalon juthat el egy kis körrel ábrázolt **részecske** egy **gázban** az edény egyik falától a másikig.

**A mi világunk – a részecskék világa (2. típus: receptszerű változat + elméleti problémamegoldás)**

Minden anyag **részecskékből** áll, és a részecskék **állandóan mozognak**. Most azt fogjátok vizsgálni, **mitől függ, hogy mennyire gyorsan haladhatnak** a részecskék a gázokban és a folyadékokban. (A szilárd anyagokban ugyanis csak rezeghetnek.) A tapasztalataitokat az **anyag részecskemodellje** segítségével fogjátok megmagyarázni.

1. **Kísérlet:** a) Mérjétek meg, mennyi **idő** alatt jutnak el hozzátok az illatszer részecskéi, miután a tanári asztalnál kifújtuk/kiöntöttük. A csoportotok tagjai által mért **időtartamok átlaga:** .....perc.

1. b) Mérjétek meg, hogy **átlagosan** mekkora **távolságra** ül a csoportotok a tanári asztaltól: kb. .... m.

1. c) Kb. hány méterre jutottak az illatszer részecskéi **1 perc** alatt? ... méterre, a **haladási sebességük:** ..... m/perc.

1. d) Mit gondoltok, miért **nem ugyanakkora** haladási sebességeket kaptak az osztályban a különböző csoportok?

1. e) Az oxigéngáz egy részecskéje 1 másodperc alatt kb. 500 métert tesz meg. Ti mégis azt mértétek, hogy 1 perc alatt is csak pár métert haladtak a levegőben a részecskék. Vajon **miért?**

2. **Kísérlet:** Öntsetek a műanyag tálkába hideg csapvizet. Várjatok kb. 5 percig, amíg a folyadék megnyugszik, és közben ne mozgassátok! Utána a víz felszínéhez közel, az „X” jel fölé cseppentsetek bele 1 csepp festékkoldatot és jegyeztétek föl, mi történik. Magyarazzátok is meg, amit láttatok.

**Tapasztalat:**.....

**Magyarázat:**.....

3. **Kísérlet:** Öntsetek a tálkába kb. 1 cm magasságban hideg vizet. Várjatok kb. 5 percet, amíg megnyugszik a folyadék. Cseppentsetek az „X” jel fölé 1 csepp festékkoldatot. Amikor a festékkolt széle eléri a tálka alján lévő ábrán a legbelső (1.) kört, indítsátok el a stoppert. Mérjétek meg azt az **időtartamot**, amíg a festék részecskéi elérik a 2. kört, majd utána azt, amíg elérik a 3. kört. Ismételjétek meg a kísérletet meleg vízzel. Vonalzóval mérjétek meg az. 1. és a 2. kör közötti, majd a 2. és a 3. kör közötti távolságot.

| <b>Tapasztalatok:</b>       | <b>Idő</b>                   | <b>Távolság</b> | <b>Haladás sebessége</b> |
|-----------------------------|------------------------------|-----------------|--------------------------|
| Hideg víz, 1.-2. kör között | ..... másodperc = ..... perc | ..... cm        | ..... cm/perc            |
| Hideg víz, 2.-3. kör között | ..... másodperc = ..... perc | ..... cm        | ..... cm/perc            |
| Meleg víz, 1.-2. kör között | ..... másodperc = ..... perc | ..... cm        | ..... cm/perc            |
| Meleg víz, 2.-3. kör között | ..... másodperc = ..... perc | ..... cm        | ..... cm/perc            |

A részecskék **osztályszinten átlagolt haladási sebessége** a **hideg** vízben az 1. és a 2. kör között ..... cm/perc.

A részecskék **osztályszinten átlagolt haladási sebessége** a **meleg** vízben az 1. és a 2. kör között ..... cm/perc.

**Magyarázat:** Húzd alá a megfelelő szót! A részecskék a **meleg** vízben **kisebb/nagyobb** sebességgel haladnak, mint a **hideg** vízben, mert .....

Mit gondoltok, miért mértek az osztály különböző csoportjai **azonos körülmények között** (pl. a hideg vízben) **különböző értékeket** a részecskék haladási sebességére?

4. A kísérletek szerint **levegőben** vagy **vízben** jutnak nagyobb távolságra a részecskék? Mi ennek az oka?

5. Házi feladat: a) Adott hőmérsékleten a részecskék az oxigéngázban 461 m/s, a nitrogéngázban 492 m/s, a hidrogéngázban 1844 m/s átlagos sebességgel repülnek az ütközések közötti időben. Mire következtetsz ebből?

- b) Készíts egy olyan rajzot a füzetedbe vagy ennek a feladatlapnak a hátoldalára, amelyeken nyilakkal jelölöd, hogy milyen útvonalon juthat el egy kis körrel ábrázolt **részecske** egy **gázban** az edény egyik falától a másikig.
- c) Tegyük fel, hogy ismersz egy módszert arra, hogy megjelöld a víz részecskéit. Akkor milyen kísérlettel lehetne bizonyítani azt, hogy magasabb hőmérsékleten nem csak a festék részecskéi mozognak gyorsabban, hanem a víz részecskéi is? Írd le a kísérlet tervét.

.....

.....

.....

.....

- d) Milyen kísérlettel lehetne bizonyítani, hogy a meleg levegőben gyorsabban haladnak a részecskék, mint hideg levegőben? Írd le, pontosan hogyan készítenéd elő a gyakorlatban, és hogyan végeznéd el a kísérletet.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### A mi világunk – a részecskék világa (3. típus: kísérlettervező változat)

Minden anyag **részecskékből** áll, és a részecskék **állandóan mozognak**. Most azt fogjátok vizsgálni, **mitől függ, hogy mennyire gyorsan haladhatnak** a részecskék a gázokban és a folyadékokban. (A szilárd anyagokban ugyanis csak rezeghetnek.) A tapasztalataitokat az **anyag részecskemodellje** segítségével fogjátok megmagyarázni.

1. **Kísérlet:** a) Mérjétek meg, mennyi **idő** alatt jutnak el hozzátok az illatszer részecskéi, miután a tanári asztalnál kifújtuk/kiöntöttük. A csoportotok tagjai által mért **időtartamok átlaga:** .....perc.

1. b) Mérjétek meg, hogy **átlagosan** mekkora **távolságra** ül a csoportotok a tanári asztaltól: kb. .... m.

1. c) Kb. hány méterre jutottak az illatszer részecskéi **1 perc** alatt? ... méterre, a **haladási sebességük:** ..... m/perc.

1. d) Mit gondoltok, miért **nem ugyanakkora** haladási sebességeket kaptak az osztályban a különböző csoportok?

.....  
1. e) Az oxigéngáz egy részecskéje 1 másodperc alatt kb. 500 métert tesz meg. Ti mégis azt mértétek, hogy 1 perc alatt is csak pár métert haladtak a levegőben a részecskék. Vajon **miért?**

.....  
2. **Kísérlet:** Öntsetek a műanyag tálkába hideg csapvizet. Várjatok kb. 5 percig, amíg a folyadék megnyugszik, és közben ne mozgassátok! Utána a víz felszínéhez közel, az „X” jel fölé csöppentsetek bele 1 csepp festékoldatot és jegyezzétek föl, mi történik. Magyarázzátok is meg, amit láttatok.

**Tapasztalat:**.....

**Magyarázat:**.....

3. **Kísérlet:** Tervezzetek és végezzetek el egy olyan **kísérletet**, amellyel **megmérítetek**, hogy a **hideg** vagy a **meleg** vízben mozognak-e gyorsabban a részecskék. Használható eszközök és anyagok: hideg és meleg csapvíz, festékoldat, műanyag tálka, cseppentő, vonalzó, alkoholos filctoll, stopperek (mobiltelefonon).

**A kísérlet terve:** .....

.....  
**Tapasztalat:** .....

.....  
A részecskék **osztályszinten átlagolt haladási sebessége** a **hideg** vízben ..... cm/perc.

A részecskék **osztályszinten átlagolt haladási sebessége** a **meleg** vízben ..... cm/perc.

**Magyarázat:** Húzd alá a megfelelő szót! A részecskék a **meleg** vízben **kisebb/nagyobb** sebességgel haladnak, mint a **hideg** vízben, mert .....

Mit gondoltok, miért mérték az osztály különböző csoportjai **azonos körülmények között** (pl. a hideg vízben) **különböző értékeket** a részecskék haladási sebességére?

.....  
4. A kísérletek szerint **levegőben** vagy **vízben** jutnak nagyobb távolságra a részecskék? Mi ennek az oka?

.....  
5. Házi feladat: a) Adott hőmérsékleten a részecskék az oxigéngázban 461 m/s, a nitrogéngázban 492 m/s, a hidrogéngázban 1844 m/s átlagos sebességgel repülnek az ütközések közötti időben. Mire következtetsz ebből?

.....  
b) Készíts egy olyan rajtot a füzetedbe vagy ennek a feladatlapnak a hátoldalára, amelyeken nyilakkal jelölöd, hogy milyen útvonalon juthat el egy kis körrel ábrázolt **részecske** egy **gázban** az edény egyik falától a másikig.



### A mi világunk – a részecskék világa (tanári változat)

Minden anyag részecskékből áll, és a részecskék **állandóan mozognak**. Most azt fogjátok vizsgálni, **mitől függ, hogy mennyire gyorsan haladhatnak** a részecskék a gázokban és a folyadékokban. (A szilárd anyagokban ugyanis csak rezeghetnek.) A tapasztalataitokat az **anyag részecskemodellje** segítségével fogjátok megmagyarázni.

Megjegyzések:

- **A tanulók által beírandó vagy kiválasztott helyes ill. lehetséges válaszokat aláhúzással jelöljük.**
- Az 1. kísérlet a következő gondolatokkal vezethető be: „Biztosan megfigyeltétek már, hogy ha a konyhában sül a hús vagy valahol kinyitnak egy parfümös üveget, akkor egy másik helyiségben (a nyitott ajtón keresztül) nem azonnal, hanem csak egy idő múlva érezzük meg az illatukat. Ennek az az oka, hogy a szagokat okozó részecskének el kell jutniuk a szag keletkezési helyétől az orrunkig. Most azt fogjuk vizsgálni, milyen gyorsan haladhatnak ennek az illatszernek/dezodornak a részecskéi a körülöttünk lévő levegőben.”
- Célszerű nagyon erős (de nem bántó szagú) illatszert (parfümöt, kölnit vagy dezodort) használni, és elég sokat is belőle ahhoz, hogy biztosan eljusson az illat az osztály legtávolabbi sarkába is. (A dezodort természetesen nem a diákok irányába kell fújni, hanem fölfelé.)
- Lehetne valamilyen intenzív szagú vegyszert (pl. tömény ammóniaoldatot) is használni a kísérlethez. Azonban egyrészt jó lenne, ha a kémia szóról nem az jutna rögtön minden diák eszébe, hogy az „bűdös”. Másrészt szerencsés volna ilyen módon is összekapcsolni a kémiát a hétköznapi élményekkel (azaz „kontextusba helyezni”). Harmadrészt pl. az ammónia mérgező (noha a szaga nagyon intenzív, és a szükséges koncentrációban nyilván nem okoz egészségkárosodást).
- Törekedni kell arra, hogy a közegben a mérés ideje alatt a lehető legkevesebb makroszkopikus mozgás (áramlás, turbulencia) legyen. A nyílászárók legyenek zárva és föl kell hívni a diákok figyelmét arra, hogy lehetőleg ne mocorogjanak a mérés közben.

1. **Kísérlet:** a) Mérjétek meg, mennyi **idő** alatt jutnak el hozzátok az illatszert részecskéi, miután a tanári asztalnál kifújtuk/kiöntöttük.

**Válasz:**

Egy csoport tagjai által mért **időtartamok átlaga: pl. kb. 2,5 perc.**

Megjegyzések:

- A méréshez stopperóra vagy a mobiltelefonokon lévő stopperóra funkció egyaránt használható. Ha a tanulók nem ismerik a használatukat, akkor a mérés előtt be kell azt mutatni. Fontos, hogy a kétszeri leolvasás esetén tudják, hogy két szakasz együttes idejét látják, vagy a másodszor leolvasott érték csak a 2. szakasz eredménye.
- Azért szükséges egy átlagos értéket megadni, mert a csoportban a különböző tanulók különböző távolságra ülnek az illat forrásától, különböző az orruk érzékenysége az adott illat részecskéire stb.
- Mivel a tanulók a mobiltelefonjaikról percben és másodpercben olvashatják le a mért időtartamokat, de azokat tizedes törtként percben érdemes kifejezni a további számoláshoz, ez jó alkalom a mértékegységek átváltásának, majd az átlagszámításnak a gyakorlására.
- A feladatlap kipróbálásakor néhány kolléga tapasztalatai szerint a terem beosztása és a tanulók eltérő érzékszervi érzékenysége miatt a szag terjedésének sebessége nagyon nagy szórást mutatott az egyes csoportoknál.
- A kipróbálást végző egyik kolléga tapasztalatai szerint a stopperórák különböző módon mutathatják az időt: perc + másodperc bontásban, illetve tizedes számokat használva. Így már a csoportokon belüli átlagolás is rengeteg időt vett el. Javaslatra szerint ki lehetne jelölni a csoporton belül egy időmérőt, aki az első érzékelést rögzítené és ő az átlagolás gyakorlását egyedül a csoportok eredményeinek osztályszintű összesítésekor alkalmazná. Ezzel persze éppen a mértékegységátváltások és az átlagszámítás gyakorlásának lehetőségei csökkennének. Ha azonban a tanár megítélése vagy tapasztalata szerint csakis így végezhető el a feladatlap egy tanórán, akkor ilyen változatban is megvalósítható.

1. b) Mérjétek meg, hogy **átlagosan mekkora távolságra** ül a csoportotok a tanári asztaltól.

**Válasz: pl. kb. 5 m.**

Megjegyzések:

- Az egyes padsorok vagy szigetszerűen elrendezett csoportok tanári asztaltól való távolsága ugyan szemmel is megbecsülhető, de sokkal hasznosabb, ha ténylegesen megmérjük egy hosszú mérőszalaggal.
- Fölmerülhet a kérdés, hogy a csoport melyik tagjának melyik testrészéig mérjék a diákok a távolságot. Ha a csoport tagjai körben ülnek, akkor logikus megoldás az, ha a távolságot a kör közepéig mérik. Ez az első

alkalom, amikor föl lehet hívni a figyelmet a mérés pontosságának a korlátaira. Értelmetlen például a 3 m 46 cm-ként kifejezett távolság. Ugyanis pl. ha csak annyit tudunk megmérni, hogy a csoport tagjainak az orra kb. 3,5 m és 4,5 m közötti távolságra van az illatszer kiöntésének/kifújásának helyétől, akkor azt mondhatjuk, hogy a csoport kb. 4 méter távolságra van az illat forrásától.

1. c) Kb. hány méterre jutottak az illatszer részecskéi **1 perc** alatt?

**Válasz: pl. 2 méterre, a haladási sebességük: 2 m/perc.**

*Megjegyzések:*

- A válasz feltételezi, hogy a részecskék haladási sebessége állandó. (Valójában a diffúzió sebessége a koncentráció-gradienstől és a hőmérséklet-gradienstől is függ<sup>3</sup>. Ezt a közelítést azonban ezen a szinten muszáj megtenni.) Gyakorlatilag elkerülhetetlen az is, hogy makroszkopikus mozgások zavarják a mérést. Nem szabad tehát elfelejtenni arról, hogy itt csak közelítő jellegű (a nagyságrendet meghatározó) mérésről van szó. Zárt szobában és szobahőmérsékleten m/perc nagyságrendű sebességértékeket lehet kapni, de a körülményektől (hőmérséklet, a kiengedett illatszer minősége és mennyisége, makroszkopikus mozgások stb.) függően különböző mérőszámokkal. Az alábbi linken az olvasható, hogy 1 métert kevesebb mint 10 másodperc alatt tesznek meg a dezodor részecskéi, de legjobb, ha minden tanár előzetes kísérleteket végez az adott helyen és illatszerrel: <http://www.bbc.co.uk/education/guides/zyvp34j/revision/3> (2017. 07. 26.)
- A perc helyett a „min” mértékegység használata ezen a szinten nem javasolt, mert nehezíti a megértést.

1. d) Mit gondoltok, miért **nem ugyanakkora** haladási sebességeket kaptak az osztályban a különböző csoportok?

**Válasz: Pl. nem tudtuk egyforma pontossággal mérni a távolságot és az időt; nem mindenkinek egyforma a reakcióideje; nem egyformán érzékeny az orrunk az adott illatra; mozogtunk is a mérés közben; a nagyobb távolság esetén egyre „ritkábban” voltak a levegőben az illatszer részecskéi.**

1. e) Az oxigéngáz egy részecskéje 1 másodperc alatt kb. 500 métert tesz meg. Ti mégis azt mértétek, hogy 1 perc alatt is csak pár métert haladtak a levegőben a részecskék. Vajon **miért**?

**Válasz: Az ütközések miatt a részecskék „cikkcakkban” haladtak.**

*Megjegyzések:*

- Ennek megértését segítheti a következő analógia: A focilabda sebessége két rúgás között igen nagy (50-100 km/óra = 15-30 m/s). Ez feleltethető meg a részecskék két ütközés közötti mozgása sebességének. Viszont a középkedéstől a kapura rúgás (azaz az első gólhelyzet ideje, esetleg 20 perc) és a fél focipálya távolsága (50 m) hányadosa sokkal kisebb (50 m/20 perc = 0,04 m/s). Közben a labda cikkcakkban ide-oda röpköd. Ez utóbbi (kisebb) sebesség feleltethető meg a részecskék közegben való elterjedése (azaz a diffúzió) sebességének.
- Ez a feladat a gázok részecskéinek gyakori ütközéseire hívja föl a figyelmet, ami a részecskemodell lényeges jellemzője. A megoldás egyben előkészíti a nyomás fogalmának a bevezetését és a Boyle-Mariotte törvényt is.

2. **Kísérlet:** Öntsetek a műanyag tálkába hideg csapvizet. Várjatok kb. 5 percig, amíg a folyadék megnyugszik, és közben ne mozgassátok! Utána a víz felszínéhez közel, az „X” jel fölé csöppentsetek bele 1 csepp festékkoldatot és jegyezzétek föl, mi történik. Magyarazzátok is meg, amit láttatok.

**Tapasztalat: A festékkoldat lassan szétterjed a folyadékban.**

**Magyarázat: A részecskék mozognak és így elkeverednek a festék és a víz részecskéi.**

*Megjegyzések:*

- A diffúzió megfigyeléséhez fontos, hogy a folyadék nyugalomban legyen. Ez néhány percet igénybe vesz a kiöntés után. Ezért minden alkalommal érdemes a folyadékot kiöntetni az adott kísérlet előtti feladatok frontális megbeszélése (ellenőrzése) előtt.
- Ha a festék alkoholos oldatban van (mint pl. az ételfestékekben), akkor a becsöppentéskor az alkohol lecsökkenti a víz felületi feszültségét, ezért a festék azonnal „szétszalad” a folyadék felületén. Ez az oka

annak, hogy olyan vízoldható festék vizes oldatát célszerű használni a kísérlethez, mint a tojásfesték vagy a ruhafesték.

- Szilárd festékszemesével azért nem jó végezni a kísérletet, mert ott oldódás is történik, ami nem tartozik ennek az órának a témájához. Amikor majd a szilárd anyagok oldódásáról lesz szó, a diffúzió fogalma újra használható. Klasszikus kísérlet a szilárd  $KMnO_4$ -kristály vízbe dobása, de a jelen feladatlap során alkalmazott szilárd tojásfesték vagy ruhafesték kis szemcséje is használható.
- További, a diffúzióval kapcsolatos kísérletek olvashatók a következő linken: <http://www.bbc.co.uk/education/guides/zyyv34j/revision/3> (2017. 07. 26.) (A zselatin nem tekinthető a klasszikus értelemben vett „szilárd” anyagnak. Később, amikor a kolloidok kapcsán szó lesz a gélek szerkezetéről, a kísérlet helyesen magyarázható. A tapasztalatok utána még fölhasználhatók az elektrokémia tanításakor is a gélekben történő ionvándorlás értelmezéséhez.<sup>4</sup>)
- A későbbiek folyamán be lehet a diffúziót mutatni a kromatográfia kapcsán is, ahol fekete színű tintát választanak szét összetevőire hideg és meleg vízben futtatva, mint pl. az alábbi linken elérhető kísérletben: <http://education.seattlepi.com/simple-experiments-relationship-between-diffusion-temperature-4664.html> (2017. 07. 26.)

3. Kísérlet: [Csak az 1. és a 2. típusú csoportoknak!] Öntsetek a tálkába kb. 1 cm magasságban hideg vizet. Várjatok kb. 5 percet, amíg megnyugszik a folyadék. Csöppentsetek az „X” jel fölé 1 csepp festékoldatot. Amikor a festékfolt széle eléri a tálka alján lévő ábrán a legbelső (1.) kört, indítsátok el a stoppert. Mérjétek meg azt az időtartamot, amíg a festék részecskéi elérik a 2. kört, majd utána azt, amíg elérik a 3. kört. Ismételjétek meg a kísérletet meleg vízzel. Vonalzóval mérjétek meg az 1. és a 2. kör közötti, majd a 2. és a 3. kör közötti távolságot.

| Tapasztalatok: pl.          | Idő                                    | Távolság           | Haladás sebessége         |
|-----------------------------|--|--------------------|---------------------------|
| Hideg víz, 1.-2. kör között | <b><u>125 másodperc = 2,1 perc</u></b> | <b><u>1 cm</u></b> | <b><u>0,5 cm/perc</u></b> |
| Hideg víz, 2.-3. kör között | <b><u>91 másodperc = 1,5 perc</u></b>  | <b><u>1 cm</u></b> | <b><u>0,7 cm/perc</u></b> |
| Meleg víz, 1.-2. kör között | <b><u>22 másodperc = 0,4 perc</u></b>  | <b><u>1 cm</u></b> | <b><u>2,5 cm/perc</u></b> |
| Meleg víz, 2.-3. kör között | <b><u>25 másodperc = 0,4 perc</u></b>  | <b><u>1 cm</u></b> | <b><u>2,5 cm/perc</u></b> |

Válasz:

A részecskék **osztályszinten átlagolt haladási sebessége** a hideg vízben az 1. és a 2. kör között **kb. 0,5-1 cm/perc**.

A részecskék **osztályszinten átlagolt haladási sebessége** a meleg vízben az 1. és a 2. kör között **kb. 2-5 cm/perc**.

**Magyarázat:** Húzd alá a megfelelő szót! A részecskék a **meleg** vízben **kisebb/nagyobb** sebességgel haladnak, mint a **hideg** vízben, mert **a meleg vízben a részecskék erőteljesebben mozognak („nagyobb az energiájuk”).**

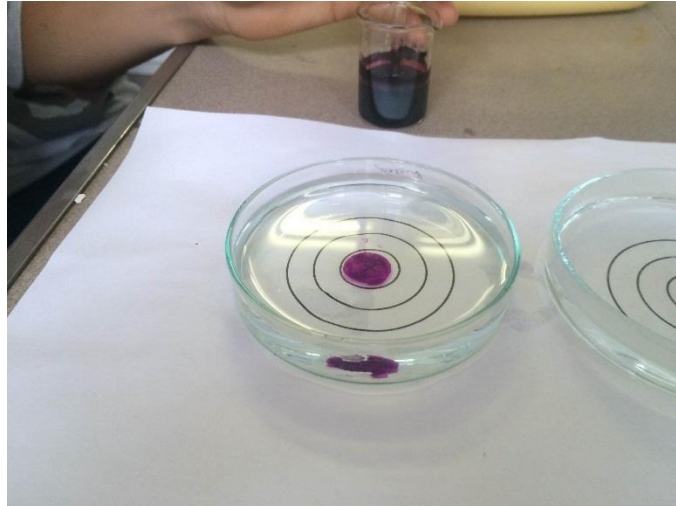
Megjegyzések:

- A főnti feladat megfogalmazható úgy is, hogy tanulóknak a „~~nem igaz~~” részeket kell áthúzni. Ha valaki azt tapasztalja, hogy ez így nehézséget jelent a diákoknak és elvonja a figyelmüket a feladat tartalmáról, akkor szerkesztheti a feladatlapot úgy is, hogy a tanulóknak az „igaz” részeket kelljen aláhúzni.
- A hőmérséklet és a részecskék mozgásának intenzitása közötti kapcsolatot mindenképp meg kell beszélni. A tanárnak kell azonban eldöntenie, hogy használja ehhez az „energia” fogalmát is. A tanulók elvben megismerték a „belső energia” fogalmát a természetismeret órákon, de az energiafogalom kialakítása nagyon nehéz. Azt pedig természetesen említeni sem lehet ezen a szinten, hogy valójában a kinetikus energia függ a hőmérséklettől (és a helyzeti energia nem).
- A konkrét mérési eredmények természetesen függenek attól is, hogy milyen hőmérsékletűek a folyadékok, milyen a „kísérleti berendezés” geometriája, mekkora a becsöppentéskor a mechanikai hatás, milyen

<sup>4</sup> Rózsahegyi M., Wajand J. (1998), 575 kísérlet a kémia tanításához, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 217. o.

makroszkopikus áramlások vannak a folyadékokban, mekkora csöppet sikerül cseppenteni a festékoldatból, mennyire változik meg a festékoldattól a felületi feszültség stb. A csöppentést nagyon óvatosan, a cseppentőket a víz felületéhez a lehető legközelebb tartva érdemes végezni, hogy a folyadékban a lehető legkisebb makroszkopikus mozgást okozzuk. Igyekezni kell, hogy egyszerre csak 1 csepp (vagy egy töredék csepp) festék kerüljön a vízbe.

- Érdemes a diákokat arra megkérni, hogy készítsenek a mobiltelefonjukkal fényképeket a kísérletekről minden alkalommal, amikor egy kört elérnek a festék részecskéi. A digitális fényképek előnye az, hogy a fájl nevében látható a készítés pontos időpontja. Így nem is föltétlenül szükséges stopperrel mérni az időt. Az alábbi fénykép a feladatlap kipróbálásakor, egy tanuló kísérlet során készült:

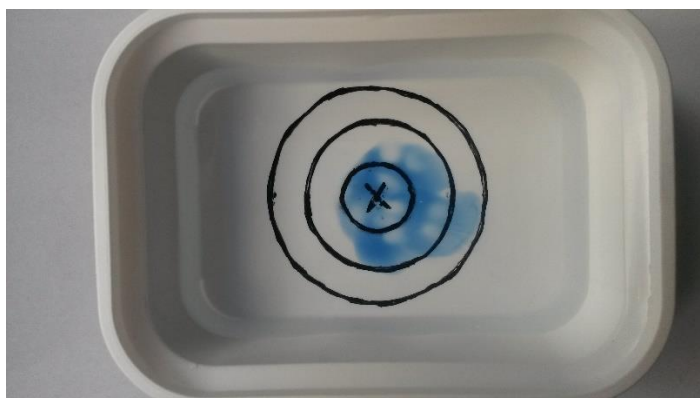


- Az alább látható fényképsorozat a festék hideg vízbe való becsöppentését követően készült. Az 1. és a 2. kör közötti távolság megtételéhez 125 s; a 2. és a 3. kör közötti távolság megtételéhez 91 s volt szükséges. Abból is látszik, hogy csak közelítő jellegű mérésről van szó, hogy a koncentráció-gradiens csökkenésével a diffúzió „sebessége” nem csökkent, hanem nőtt. Az adott körülmények között gyakorlatilag mindig előfordul áramlás is, amelyet az mutat, hogy a folt nem szimmetrikusan, kör alakban terjed. Azonban az így is látszik a mért időkből, hogy magasabb hőmérsékleten rövidebb időtartamokra van szüksége a részecskének ugyanakkora távolságok megtételéhez. A csöppentés módja miatt nagyon eltérő eredmények is születhetnek.





- *A meleg vizet használva az 1. és a 2. kör közötti távolság megtételéhez 22 s; a 2. és a 3. kör közötti távolság megtételéhez 25 s volt szükséges. A meleg vízben az 1. kört nagyon gyorsan eléri a festék részecskéi. Gyakorlatilag a becsöppentés pillanatában kell készíteni a fényképet. Ez azonban nem probléma, ha az egyik csoporttag csöppent, a másik pedig fényképez.*







- Szébb lenne a látvány, ha két különböző színű festékkel végeztetnénk a kísérleteket. Ilyenkor pl. a kék és a sárga festék találkozásánál a zöld szín kialakulása mutatja. Azonban ekkor mindkét színű festék részecskéi mozognak egymás felé. Ezért a kapott sebességeket kettővel osztani kell (ha föltételezzük, hogy a kétféle festék részecskéi közelítőleg azonos sebességgel mozognak). A festékfrontok találkozása pedig még kevésbé pontosan érzékelhető, mint az az időpont, amikor az egyszínű festékfront eléri az egyes körvonalakat. Továbbá a fentebb leírt megvalósítás egyszerre két vagy több mérést is lehetővé tesz. Otthoni szorgalmi feladatnak viszont kijelölhető a két különböző színű festékfolt találkozásának a kipróbálása. A diákok szép, színes fényképeket is készíthetnek erről, amelyeket aztán valamilyen Web2-es módon megosztanak a többiekkel.

Mit gondoltok, miért mértek az osztály különböző csoportjai **azonos körülmények között** (pl. a hideg vízben) **különböző értékeket** a részecskék haladási sebességére?

**Válasz: Pl. mert nem egyformán cseppentettük a festékoldatot a vízbe, nem egyforma pontossággal mértük az időt és a távolságot, áramlott is a folyadék a mérés közben, nem egyformán „sűrűn” voltak a folyadékban a festék részecskék a mérések ideje alatt.**

Megjegyzések:

- Már ez alkalommal is érdemes felhívni a diákok figyelmét arra a tényre, hogy **minden mérésnek van hibája („véletlen hiba”)**.
- A megbeszélés során fölmerülhet, hogy van **„rendszeres hiba” is, ami az eszköz vagy a módszer hibájából származik.**
- A hibák típusainak illusztrálására<sup>5</sup> szolgálhat az alábbi, a céllövés hibáinak típusait mutató ábra, és/vagy annak szóbeli magyarázata:
  - Alsó sor: a rendszeres hiba kicsi - pontos találatok (jó puska, vagyis jó módszer)
  - Felső sor: a rendszeres hiba nagy - távoli találatok (rossz puska, vagyis rossz módszer)
  - Bal oldali oszlop: a véletlen hiba kicsi - nem szór (jó vadász, vagyis jó szakember)
  - Jobb oldali oszlop: a véletlen hiba nagy - szór (rossz vadász, vagyis rossz szakember).

|                 |       |   |   |
|-----------------|-------|---|---|
|                 |       | Véletlen hiba   |   |
|                 |       | kicsi   | nagy  |
| Rendszeres hiba | nagy  |  |  |
|                 | kicsi |  |  |

- Ha van rá idő, és a tanulók fogékonyak bizonyulnak erre, akkor nagyon hasznos volna megbeszélni velük azt, hogy mely körülmények befolyásolják a mérési eredményeket. Például a meleg vízben mindig vannak

<sup>5</sup> Források: <http://physics.wku.edu/~womble/phys302/erranalysis1.pdf> (2017. 07. 26.) és Remington, J., P., The Science and Practice of Pharmacy, szerk.: Troy, D., B., 21. kiadás, 130. old., University of Sciences in Philadelphia, elérhető: <https://books.google.hu/books?id=NFGSSbaWjwC&pg=PA130&lpg=PA130&dq=measure+error+duck&source=bl&ots=V82SKehuvu&sig=H1Wu41KoAppWBTyN9xljxo7Gj5Q&hl=hu&sa=X&ved=0ahUKEwjbr7qdnvFOAhWHXS wKHVU1DLQ6AEIXAJ#v=onepage&q=measure%20error%20duck&f=false> (2017. 07. 26.)

áramlások, mivel a hőmérséklet a folyadék különböző pontjain nem azonos, hiszen nem egyformán hűl mindenütt. Ezek szintén segítik a festék szétterjedését. (Erre a legjobb bizonyíték az, hogy a festékfolt sosem teljesen szabályos kör alakban terjed.) Valószínűleg akkor érdemes csak beszélni róla, ha a diákok megfigyelik, hogy a festékfolt (különösen meleg vízben) nem egyenletesen terjed minden irányban. A folyadék makroszkopikus áramlása jól megfigyelhető a következő linkeken látható videókon is:

- <https://www.youtube.com/watch?v=Bz02z4GSS0k> (2017. 07. 26.)
- [http://www.austincc.edu/biocr/1406/labm/ex5/prelab\\_5\\_1.htm](http://www.austincc.edu/biocr/1406/labm/ex5/prelab_5_1.htm) (2017. 07. 26.)

A diffúziót természetesen zavarja a becsöppentett festékoldat és a tálkában lévő víz hőmérséklete közötti különbség is.

3. Kísérlet: **[Csak a 3. típusú csoportoknak!]** Tervezzetek és végezzetek el egy olyan kísérletet, amellyel megméritek, hogy a hideg vagy a meleg vízben mozognak-e gyorsabban a részecskék. Használható eszközök és anyagok: hideg és meleg csapvíz, festékoldat, műanyag tálka, cseppentő, vonalzó, alkoholos filctoll, stopper (mobiltelefonon).

Válaszok:

A kísérlet terve: **Pl. lehet a receptszerű változatokban leírthoz hasonló, vagy két kijelölt pont közötti út megtételéhez szükséges idő mérése, vagy adott idő alatt mekkora távolságra jut el a festékfolt a becsöppentés helyétől.**

Tapasztalat: Ha a hideg és a meleg víz hőmérséklete és az egyéb körülmények is hasonlóak, akkor nagyságrendileg olyan haladási sebességeket kell kapni, mint a receptszerűen leírt kísérlet során.

4. A kísérletek szerint **levegőben** vagy **vízben** jutnak nagyobb távolságra a részecskék? Mi ennek az oka?

Válasz: **A levegőben, mert a gázokban a részecskék távolabb vannak egymástól, ezért könnyebb haladniuk.**

Megjegyzések:

- A fentebb leírt módszerekkel a levegőben kb. m/perc, a vízben pedig (ha nem melegebb kb. 45-50 °C-nál) kb. cm/perc nagyságrendű értékek mérhetők.
- A következő linken található videón golyókkal modellezik a részecskék gázokban, illetve folyadékokban történő mozgása közötti különbséget: <https://www.youtube.com/watch?v=QFeG9CeeH88> (2017. 07. 26.)
- A feladatlapot kipróbáló egyik kolléga tapasztalatai szerint a diákok többféle megoldást találtak a problémára. Indulópontnak szinte mindig a margarinos doboz közepét vették, és a köré rajzoltak, vagy a doboz szélére rajzoltak csíkokat és azt mérték, vagy csak a vonalzót tették a dobozra, és úgy figyelték a változást.

5. Házi feladat: a) Adott hőmérsékleten a részecskék az oxigéngázban 461 m/s, a nitrogéngázban 492 m/s, a hidrogéngázban 1844 m/s átlagos sebességgel repülnek az ütközések közötti időben. Mire következtethsz ebből?

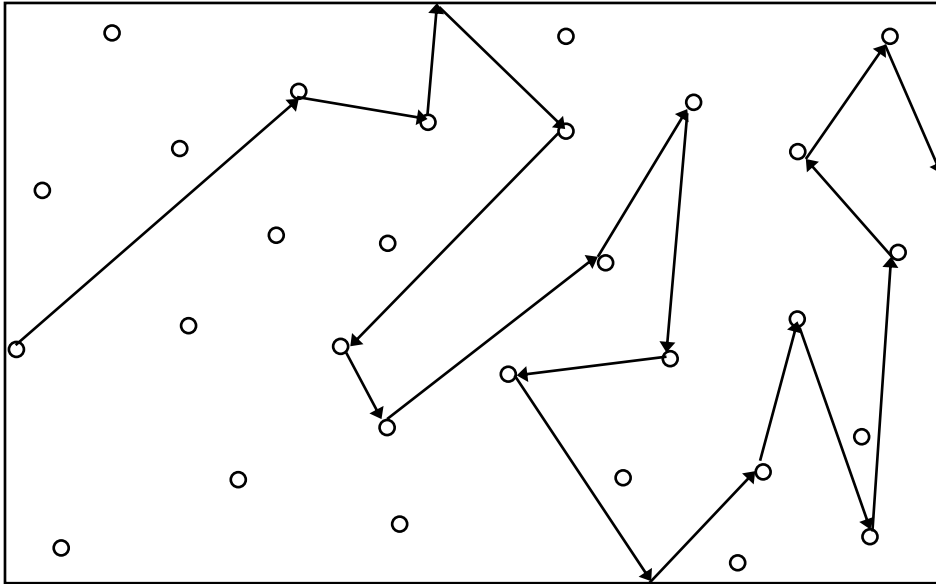
Válasz: **Az lehet az oka a különbségeknek, hogy a részecskék nem egyformák (különböző méretűek, ill. tömegűek).**

Megjegyzések:

- A fenti adatok forrása: <http://www.kfki.hu/~cheminfo/hun/olvaso/histchem/mol/maxwell3.html> (2017. 07. 26.)
- A feladat lényege az, hogy a tanulók megértsék: a különféle anyagok részecskéi nem egyformák. Ez a gondolat nagyon hasznos az atomok és molekulák „golyómodelljének” bevezetésekor, amikor a különböző elemek atomjait különböző színű és nagyságú golyókkal modellezzük.
- A házi feladat megbeszélésekor még egyszer föl kell hívni a figyelmet arra, hogy ezek az adatok a részecskék két ütközése közötti mozgásának a sebességét, és nem pedig a valamilyen közegben való makroszkopikus elterjedés (azaz a diffúzió) gyorsaságát mutatják.

b) Készíts egy olyan rajzot a füzetedbe vagy ennek a feladatlapnak a hátoldalára, amelyeken nyilakkal jelölöd, hogy milyen útvonalon juthat el egy kis körrel ábrázolt részecske egy gázban az edény egyik falától a másikig.

Válasz: Az edényt jelképező keretbe nagyjából egyenletesen elosztva kell rajzolni a gáz részecskéit modellező köröket. Az egyenes nyilaknak a két ütközés közötti szabad úthosszokat és azok irányát kell mutatnia. Az ütközések más részecskékkel és az edény falával is bekövetkezhetnek. A kiszemelt részecske nem csak a szemben lévő fal irányába halad, hanem bármilyen más irányba is (pl. oldalra és visszafelé is). (Ha a feladatot úgy módosítjuk, hogy a tanulóknak több képkockát kell rajzolnia, akkor az egyes képkockákon a környező részecskék helyének is változnia kell, ami azt mutatja, hogy közben ők is mozognak.)



5. c) [Csak a 2. típusú csoportoknak!] Tegyük fel, hogy ismersz egy módszert arra, hogy megjelöld a víz részecskéit. Akkor milyen kísérlettel lehetne bizonyítani azt, hogy magasabb hőmérsékleten nem csak az festék részecskéi mozognak gyorsabban, hanem a víz részecskéi is?

Válasz: Meg kell mérni, hogy a két különböző hőmérsékletű vízben azonos távolságot mennyi idő alatt (vagy azonos idő alatt mekkora távolságot) tesznek meg a víz részecskéi.

Megjegyzések:

- Ez egy elméleti probléma. Ugyanazt a gondolatmenetet kell alkalmazni, mint az órán elvégzett receptszerű kísérletnél, de a kísérletet nem kell elvégezni. (A kutatásunk egyik célja összehasonlítani a diákok által megtervezett és el is végzett kísérletek fejlesztő hatását a csak elméletben megtervezett, de el nem végzett kísérletével.)
- A következő órán a házi feladat megbeszélésekor a diákok megkérdezhetik, hogyan lehet a valóságban megjelölni a vízmolekulákat. A válaszban szerepelhet a radioaktív izotópos nyomjelzés, amiről lehet, hogy már hallottak is. Ennek elmagyarázása itt még természetesen nem lehetséges (hiszen nem ismerik az atommag, a neutron és az izotóp fogalmát sem), de azt már lehet mondani, hogy a későbbiekben ezt is megértik majd a kémia tanulmányaik során. Ennek kapcsán már itt megemlíthető Hevesy György neve és Nobel-díja is.

5. d) [Csak a 2. típusú csoportoknak!] Milyen kísérlettel lehetne bizonyítani, hogy a meleg levegőben gyorsabban haladnak a részecskék, mint hideg levegőben?

Válasz: Előbb meg kell mérni, hogy a helyiségben az adott hőmérsékleten mennyi idő alatt jutnak el egy adott távolságra a kifújt/kiöntött illatszert részecskéi. Utána föl kell melegíteni a helyiség levegőjét (pl. egy nagy teljesítményű hősugárzóval). Egy ventilátor működtetésével biztosítani kell, hogy a levegő hőmérséklete minél egyenletesebben melegedjen föl. A ventilátor leállítása után egy ideig várni kell, hogy a levegő „megnyugodjon”. Aztán pontosan ugyanúgy kell elvégezni a mérést, mint azt az alacsonyabb hőmérsékleten tettük.

Megjegyzések:



- *A kísérlet terve elvileg elkészíthető az órán a hideg és a meleg vízzel végzett kísérlet analógiájára. Azonban ennek a problémának a megoldása körültekintő gyakorlati megfontolásokat is igényel, hiszen pl. „a meleg levegő fölfelé száll”.*
- *Elvben elfogadható olyan megoldás is, hogy téli hidegben, a szabadban (teljes szélcsendben) és a fűtött szobán mért értékeket hasonlítják össze. Ez azonban a valóságban (a légmozgások miatt) még a feladatlapon szereplő méréseknél is pontatlanabb eredményekhez vezet.*

## 2. feladatlap: Hogyan működik a sütőpor?<sup>6</sup>

(Az első változatot készítette: Szalay Luca)

### Módszertani útmutató

**1. Téma:** Az anyagok fizikai és kémiai tulajdonságai, fizikai és kémiai változások (gyakorló óra)

**2. Felhasználás:** 7. osztály, 45 perces tanóra

#### 3. Szükséges előzetes ismeretek:

- Az anyagok színe, szaga, halmazállapota, oldhatósága.
- Oldódás.
- Gázfejlődés.
- Színváltozás.
- Az anyag részecsketermészete.
- Az anyagok fizikai és kémiai tulajdonságai, fizikai folyamatok és kémiai reakciók.

#### 4. Célok:

- A kémia hasznának megértése.
- A fizikai és a kémiai tulajdonságok megkülönböztetésének gyakorlása.
- A fizikai folyamatok és a kémiai reakciók megkülönböztetésének gyakorlása.
- Motiváció: a kíváncsiság fölkelése az anyag részecskéinek szerkezete és a részecskék közötti kölcsönhatások megismerése iránt.
- A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
- Az algoritmikus gondolkodás fejlesztése.

#### 5. Tananyag:

- **Ismeret szint:**
  - Az anyag részecskéi között vannak kölcsönhatások.
  - Az anyag részecskéinek van szerkezete.
  - A különböző anyagok részecskéinek a szerkezete különböző.
  - Az anyagoknak vannak fizikai és kémiai tulajdonságai:
    - fizikai tulajdonságok, pl. az anyagok színe, szaga, halmazállapota, oldhatósága;
    - kémiai tulajdonság, pl. kémhatás, éghetőség.
  - Az anyagok között lejátszódó folyamatok feloszthatók:
    - fizikai folyamatokra, pl. a halmazállapot-változások és az oldódás;
    - kémiai reakciókra, pl. a savak és a lúgok között lejátszódó sóképződés, a szén-dioxid-gáz fejlődése szódabikarbónából sav hatására és az égés.
  - Oldhatóság szerint vannak jól és rosszul oldódó anyagok.
  - Kémhatás szerint vannak savas, lúgos és semleges kémhatású anyagok.
  - A kémiai reakciók szógyenletekkel is leírhatók, pl.: sav + lúg = só + víz.
- **Megértés szint:**
  - Az azonos kémiai tulajdonságokkal rendelkező, de különböző fizikai tulajdonságú anyagok esetében a részecskék közötti kölcsönhatás különböző.
  - A fizikai folyamatok során csak az anyag részecskéi közötti kölcsönhatások változnak meg, a részecskék szerkezete nem.

---

<sup>6</sup> A jelen feladatlap az *Inquiry in Action* (Third Edition, Copyright 2007, American Chemical Society), 255-273. oldalán található feladatsor adaptációja (<http://www.inquiryinaction.org/download>, letöltve: 2016. 09. 05.) Egy másik földolgozása pedig itt található: Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához, in: Szalay L. szerk., (2016), Kémiai kísérletek az általános iskolákban (digitális jegyzet), 3. fejezet, 179-183., ISBN 978-963-284-733-7, [http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai\\_kiserletek\\_altalanos\\_iskolakban\\_0.pdf](http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai_kiserletek_altalanos_iskolakban_0.pdf) (2017. 07. 26.)

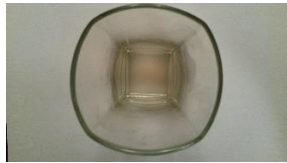
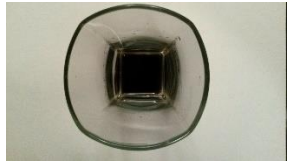
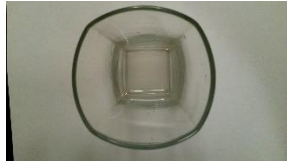
- A kémiai reakciók során a részecskék szerkezete is megváltozik, és más, az eredeti anyag részecskéitől különböző szerkezetű részecskék jönnek létre.
- **Alkalmazás szint:**
  - Az anyagok fizikai és kémiai tulajdonságainak megkülönböztetése.
  - A fizikai folyamatok és a kémiai reakciók megkülönböztetése.
- **Magasabb rendű műveletek:**
  - A megismert fizikai és kémiai tulajdonságokról, illetve fizikai és kémiai folyamatokról szerzett tudás használata a komplex természettudományos problémamegoldáshoz;
  - Annak belátása, hogy adott (számunkra hasznos) fizikai, illetve kémiai tulajdonságú anyagok előállításához, valamint az ehhez szükséges fizikai és kémiai folyamatok megvalósításához ismerni kell a részecskék szerkezetét, és a közöttük lévő kölcsönhatásokat.

## 6. Módszertani megfontolások:

- A jelen feladatlapok a természetismeret órákon szerzett előzetes tudással, az anyag fizikai és kémiai tulajdonságait, illetve a **fizikai és kémiai változások fogalmait bevezető kémiaóra után** végezhető el. „A mi világunk a részecskék világa” című feladatlapok ismétlik és rögzítik ezeket a fogalmakat, valamint gyakoroltatják ezek megkülönböztetését. További cél az **érdeklődés fölkeltése** az anyag tulajdonságainak és változásainak csoportosításán keresztül a **részecskék kölcsönhatásainak és szerkezetének megismerése iránt**.
- A feladatlapok címe egy mindennapi életből ismert, és nyilvánvalóan **hasznos anyag** (a sütőpor) **működésével kapcsolatos problémafelvetés**. A feladatok ezen keresztül **alkalmaztatják az anyagok fizikai és kémiai tulajdonságait, valamint a fizikai és a kémiai folyamatok megkülönböztetésének képességét**. Annyiban eltérnek a szokásos megközelítéstől, hogy az itt előforduló kémiai reakciók nem hő hatására játszódnak le. A közömbösítés, illetve a karbonátokból vagy hidrogén-karbonátokból savval történő szén-dioxid-gáz fejlesztés a hagyományos tananyagfelosztás szerint csak később következne, és a kémiai reakciókra általában **égéssel vagy hőbontással** (pl. karamellizálás), ill. hő hatására lejátszódó egyesüléssel (pl. vas és kén vagy cink és kén reakciója) **kapcsolatos példák** szoktak szerepelni. Ezek és/vagy hasonló kísérletek a feladatlapok megoldását megelőző, **a fizikai és kémiai folyamatok fogalmait bevezető órán, az alább leírt tanári demonstrációs kísérletek kiegészítéseként** elvégezhetőek. Azonban a kísérletezésben még gyakorlatlan tanulókkal nem lenne szerencsés melegítéssel járó kísérleteket végeztetni. Ezzel szemben a savas, semleges és lúgos kémhatás vizsgálata vöröskáposztalé indikátorral, a jód színváltozása keményítő jelenlétében, illetve a gázfejlesztési reakciók látványos, érdekes, és cseppreakciók formájában teljesen veszélytelen kísérletek, amelyeknek az anyagigénye is minimális.
- A feladatlapokon szereplő **tanulókísérleteket megelőző kémiaórán el kell végezni a következő négy tanári kísérletet** [ld. részletesen alább, az a)-d) pontokban]. Mivel ezekre a tanulókísérleti órán nem jutna idő, ezért az előző órán, **a fizikai és kémiai folyamatok fogalmának bevezetésekor** végzendők el. Ezen kísérleteket, a tapasztalatokat és a magyarázatokat a tanulóknak a saját füzetükbe kell lejegyeznie. Az alábbi fényképek tanúsítják, hogy ezek a kísérletek konyhai eszközökkel és mikrohullámú melegítőben is elvégezhetőek.
  - **Borkósav oldása és kristályosítása:**
  - **Kísérlet:** Egy zacskó (15 g) borkósavat egy kis (25-50 cm<sup>3</sup>) főzőpohárban annyi forró vízbe teszünk, amiben éppen föloldódik. *[Vigyázat! Ez nagyon kevés (kb. 4-5 cm<sup>3</sup>) csapvíz.]* Az oldatot rázogatás közben lehűtjük. *[Megjegyzés: a leghatékonyabb a folyó csapvízes hűtés, de hideg vizes fürdőbe is állítható.]*
  - **Tapasztalat:** A fehér, szilárd anyag feloldódott a forró vízben, de az oldatot lehűtve abból újra kivált. *[Megjegyzés: Ha elég tömény az oldat, akkor másodpercek alatt fehér kristályok jelennek meg benne. 2-3 perc múlva már tele van az oldat kristályokkal. Ha a kristályok hűtéskor nem jelennének meg, akkor további néhány perces forralással töményíthető az oldat. Ha viszont az oldat eléggé bepárlódott, akkor 1 órán belül teljes tömegében megszilárdul. A fehér, szilárd anyag késsel aprítható. Egy tiszta papírra kiterítve levegőn megszáradhat és a borkósav zacskójába visszatéve a következő kísérlethez újra felhasználható (ld. az alábbi fényképeket: 1. kép: a felforralt oldat; 2. kép: a hűlt oldat kb. 2-3 perc után; 3. kép: a megszilárdult, késsel aprított anyag kb. 1 óra után.)*



- **Magyarázat:** A borkősav részecskéi csak elkeveredtek a víz részecskéivel. A részecskék szerkezete nem változott meg, lehűlés után újra borkősav vált ki az oldatból. Ez egy fizikai folyamat, mivel ennek során csak a részecskék közötti kölcsönhatás változott.
- **A jód és a keményítő színváltozásai melegítés és hűtés hatására:**
  - **Kísérlet:** Késhegynyi keményítőt kb. 10 cm<sup>3</sup> vízben szuszpendálunk, majd kb. 4-5 csepp jóddoldatot („Betadine”-t vagy Lugol-oldatot) adunk hozzá. A sötét színű (liláskék) oldatot színtelenedésig melegítjük, majd hideg víz alatt addig hűtjük, amíg a jellegzetes szín újra megjelenik. [Megjegyzés: Előzetesen szabályosan felfőzött keményítő indikátorral szebb kék színt mutat a jód, de itt az a cél, hogy a kísérlet kiindulópontja minél jobban hasonlítson a tanulók által a következő órán elvégzendő kísérlethez.]
  - **Tapasztalat:** Melegítés hatására a liláskék szín eltűnik, hűtés hatására visszakapjuk azt, és ez a folyamat ismétlődhet is. [Megjegyzés: Lehet, hogy a jód gyors távozása miatt kicsit halványabb formában jelenik meg a szín, amint azt az alábbi fényképek mutatják is. 1. kép: keményítő szuszpenzió; 2. kép: jód + keményítő szuszpenzió; 3. kép: jód + keményítő szuszpenzió melegítés hatására; 4. kép: jód + keményítő szuszpenzió hűtés hatására. A fényképek konyhai eszközök segítségével készültek, a melegítést mikrohullámú melegítőben kb. 20 másodpercig végeztük. (Nem szabad tehát sokáig forralni a folyadékot, mert a jód ezen a hőmérsékleten gyorsan elpárologhat!)]



- Magyarázat:** A jód és a keményítő között **fizikai folyamat játszódott le, hiszen a jód részecskéi megmaradtak jódrészecskének, és csak a jód és a keményítő részecskéi közötti kölcsönhatás változott meg.** Erőteljes melegítéskor ez a kölcsönhatás mindig megszűnik. Lehűlés után azonban a jód és a keményítő között újra kialakul az a kölcsönhatás, ami a színt eredményezi. *[Megjegyzés: Az ilyen idős tanulóknak természetesen nem kell megemlíteni sem az  $I_3^-$ -komplex, sem a keményítő-jód komplex létezését.]*

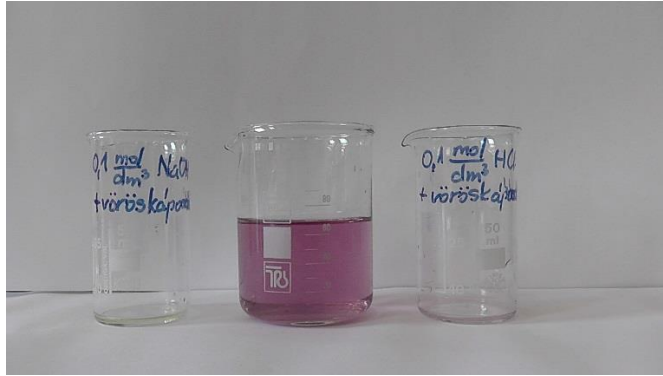
○ **Közömbösítési reakció:**

- Kísérlet:**  $25\text{ cm}^3$   $0,1\text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldathoz  $2\text{ cm}^3$  vöröskáposztalevet adunk és megkeverjük.  $25\text{ cm}^3$   $0,1\text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú sósavhoz is  $2\text{ cm}^3$  vöröskáposztalevet adunk és azt is megkeverjük. Az oldatok színének megállapítása után egy nagyobb főzőpohárba összeöntjük a két oldatot, és azt is megkeverjük.

*[Megjegyzés: A két oldat térfogatának nagyjából azonosnak kell lennie, bár a vöröskáposztalé indikátor nem nagyon érzékeny a pH kisebb változásaira.]*

- Tapasztalat:** A vöröskáposztalevet tartalmazó nátrium-hidroxid-oldat színe zöld. A vöröskáposztalevet tartalmazó sósav színe piros. Az összeöntött oldat színe liláskék.
- Magyarázat: Kémiai reakció** játszódott le, ami a következő szóegyenlettel írható le: **sav + lúg = só + víz.** A reakció után az oldat már nem savas vagy lúgos, hanem semleges kémhatású (és nem is maró hatású, mint az eredeti savoldat, illetve lúgoldat). *[Megjegyzés: A kísérlet elejét és végét az alábbi fényképek mutatják be: 1. kép: a savoldat és a lúgoldat; 2. kép: az összeöntött sóoldat.]*





○ **Szódabikarbóna és sav reakciója:**

- **Kísérlet:** Egy üres, 0,5 literes üdítős palackba 2-3 kávéskanál szódabikarbónát szórunk. Utána kb. 20 cm<sup>3</sup> 10%-os ételcetet öntünk a palackba, és azonnal ráhúzzuk a palack szájára egy lufit. A lufit levéve égő gyújtópálcát tartunk a palackba.
- **Tapasztalat:** A lufi felfújódik. A palackba tartott égő gyújtópálca elszűnik.
- **Magyarázat:** **Kémiai reakció** játszódott le, amely során **új anyag, szén-dioxid-gáz keletkezett**, ami felfújta a lufit. Ez oltotta el az égő gyújtópálcát, mert a szén-dioxid-gáz az égést nem táplálja. [Megjegyzés: Az alábbiakban látható egy, a kísérlet eredményéről készült fénykép. Köszönet érte Sebőné Bagdi Ágnes kolléganőnknek.]



- A fizikai és a kémiai folyamatok közötti különbségtétel ezen a szinten természetesen csak első közelítésben tehető meg, hiszen a tanulók még semmit nem tudnak **a részecskék szerkezetéről és a közöttük lévő kölcsönhatásokról**. Azonban a feladatlap egyik **célja éppen az, hogy kialakuljon az igény az ilyen irányú tudás megszerzésére**.

**7. Technikai segédlet:**

- **Anyagok és eszközök a tanuló kísérleti óra előtti kémiaórán elvégzendő tanári kísérletekhez:**
  - borkősav

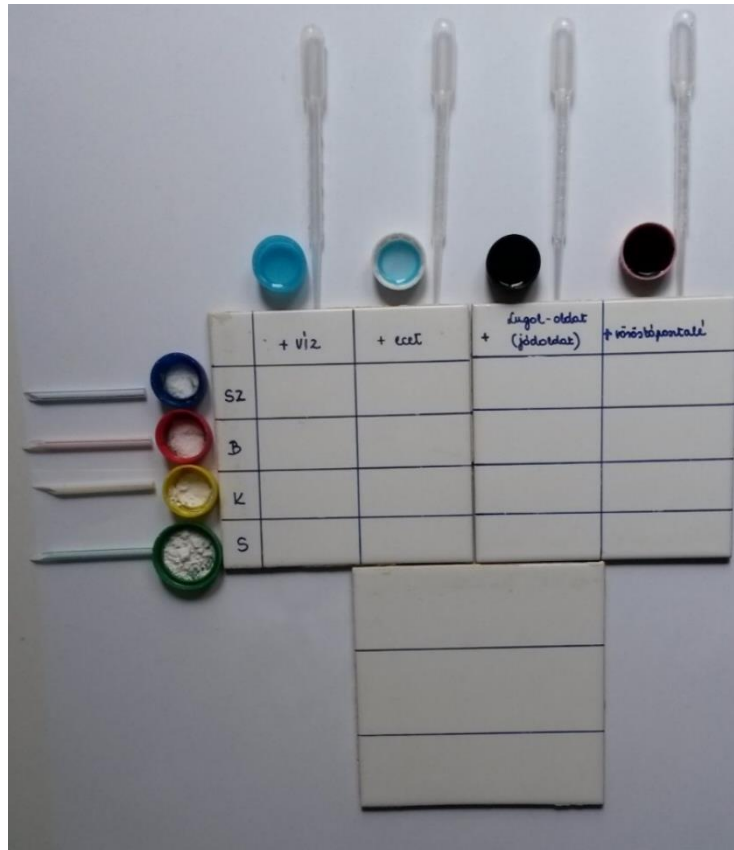
- keményítő
- „Betadine” fertőtlenítőszer-oldat vagy Lugol-oldat (KI-os jóddoldat)
- vöröskáposztalé
- 0,1 mol/dm<sup>3</sup> nátrium-hidroxid-oldat
- 0,1 mol/dm<sup>3</sup> sósav
- szódadikarbóna
- 10%-os étellecet (lehet töményebb is)
- 1 db kis (25-50 cm<sup>3</sup>) főzőpohár (vagy más, melegíthető üvegedény a borkósav oldásához)
- 1 db kémcső (vagy más, melegíthető üvegedény a jód+keményítő kísérlethez)
- 2 db kis (25-50 cm<sup>3</sup>) főzőpohár (vagy más üvegedény a sav és a lúg kémhatásának vöröskáposztalével való vizsgálatához)
- 1 db 100 cm<sup>3</sup> főzőpohár (vagy más üvegedény a sav+lúg reakcióhoz)
- 50 cm<sup>3</sup> mérőhenger (vagy konyhai térfogatmérő edény)
- 1 db üres üdítős műanyag palack (0,5 literes)
- 1 db lufi (és 1 db tartalék lufi)
- gyújtópálca a szén-dioxid-gáz kimutatásához
- gyufa.
- **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként):**
  - sütőpor
  - szódadikarbóna
  - borkósav
  - keményítő
  - étellecet
  - vöröskáposztalé
  - „Betadine” fertőtlenítőszer-oldat vagy Lugol-oldat (KI-os jóddoldat)
  - csapvíz
  - csoportonként 8 db, lehetőleg különböző színű üdítős palack kupak
  - csoportonként 3 db fehér csempe vagy kiürült, nagyobb méretű tablettáknak való tartó (amelyben összesen 16+3=19 mélyedés van a cseppkísérletek elvégzéséhez)
  - csoportonként 4 db vegyszereskanál vagy ferden levágott szívószáldarab, esetleg kis műanyag kávéskanál (aminek a nyelével is lehet adagolni a szilárd anyagokat) vagy kávékavaró
  - csoportonként 4 db szemcseppentő vagy Pasteur pipetta.
- **Előkészítés**
  - A négyféle szilárd anyagot és a négyféle folyadékot, valamint az adagolásukhoz szükséges eszközöket minden csoportnak meg kell kapnia. A kísérletekhez célszerű a háztartási anyagokat az eredeti, a diákok számára föltehetően ismerős csomagolásukban elhelyezni a tanári asztalon, amint azt az alábbi fényképek is mutatják (bármilyen cég által előállított termékek megfelelők!). A második fényképért köszönet illeti Sarka Lajos kollégánkat.





- A vöröskáposztalé készítése: Egy kisebb fej lilakáposztát lereszelünk, vagy apróra vágunk. Annyi csapvizet öntünk rá, amennyi éppen ellepi. Néhány percig forraljuk. Lehűlés után a levet leszűrjük. Kiürült és tisztára mosott műanyag üdítős palackban a fagyasztóban évekig tárolható, de a hűtőben 1-2 hét alatt megpenészedik. Konyhasó hozzáadásával hűtőben is tovább eltartható.
- A tanulókísérleteket 3-5 fős csoportokban célszerű végeztetni, mert a kísérletterv és a tapasztalatok megvitatása fontos része a fejlesztő munkának. Ha 4 tanuló alkot egy csoportot, akkor pont mindegyiküknek jut egy-egy szilárd anyag vizsgálata és/vagy egy-egy folyadék hozzáadása.
- Lehet könnyíteni a tanulók munkáját (és rövidíteni a kísérletek elvégzéséhez szükséges időt) azzal, hogy a csempéken előre megjelöljük az anyagok helyét. (Az alábbi fényképen látható táblázat 2 db 15 cm x 15 cm méretű csempére fér rá, természetesen megfelelő rövidítéseket alkalmazva.) További segítséget jelent, ha az 1. és a 2. típusú (receptszerű kísérleteket tartalmazó) feladatlapokat megoldó osztályokban a harmadik csempét háromfelé osztjuk.





- A kísérlettervezést végző (a **3. típusú feladatlap** szerint dolgozó) osztályokban azonban **a harmadik csempét nem szabad megvonlázni**, mert a csempe 3 részre osztása segítené őket a kísérlettervező feladat megoldásában (amit természetesen el kell kerülni).
- Ha nincs elegendő fehér csempe, akkor az alábbi táblázatot fektetett A4 nagyságúra nagyítva ki kell nyomtatni. Átlátszó műanyag tasakba téve vagy laminálva ezen végezhetők a kísérletek. Előfordulhat, hogy a jód egy része rákötődik a műanyagra, de attól még használható ez a módszer. A sütőpor működésének vizsgálatához is műanyag tasakba tett vagy laminált fehér lapot lehet használni. Az 1. és a 2. típusú feladatlapok esetében ez legyen három részre osztva, a 3. típusú (kísérlettervező) feladatlapot megoldó tanulók esetében tiszta fehér felület legyen.

| folyadék →<br>szilárd ↓ | víz | ecet | jódoldat | vöröskáposztalé |
|-------------------------|-----|------|----------|-----------------|
| szódabikarbóna          |     |      |          |                 |
| borkősav                |     |      |          |                 |
| keményítő               |     |      |          |                 |
| sütőpor                 |     |      |          |                 |

- **Balesetvédelem**

- Csak arra kell figyelni, hogy a felhasznált anyagokat a tanulók ne kóstolják meg, ill. ne öntsék magukra vagy egymásra,
- Ha mégis kiömlne a jódoldat, akkor nátrium-tioszulfát-oldattal lehet eltüntetni a színét. (A tanulóknak ekkor megemlíthető, hogy ez egy kémiai reakció.)

- **Hulladékkezelés**

- A keletkező hulladékok veszélytelenek, ezért konyhai mosogatóba is kiönthetők.

### Hogyan működik a sütőpor? (1. típus: receptszerű változat)

A kémia segítségével **hasznos anyagokat** készíthetünk és számunkra **kedvező folyamatokat** tudunk megvalósítani. Ehhez ismernünk kell az anyagokat felépítő **részecskék szerkezetét** és a közöttük lévő **kölcsönhatásokat**. A **fizikai folyamatok** során csak a **részecskék közötti kölcsönhatások** változnak. A **kémiai reakciók** során a részecskék **szerkezete is megváltozik**. Most **kísérletekkel** különböztettek meg **fizikai** és a **kémiai tulajdonságokat**, illetve **fizikai és kémiai folyamatokat**.

1. **Kísérlet:** A sütőpor és három összetevője, a szódadikarbóna, a borkósav és a keményítő között ránézésre nehéz különbséget tenni. Ezért először megvizsgáljátok, mi történik, ha vizet, ecetet, jóddoldatot és vöröskáposztalevet adunk hozzájuk. A négy **szilárd** anyagból tegyetek egy-egy kis kupacot a két fehér csempére rajzolt táblázatban a saját soruknak megfelelő négy cellába (téglalapra). Sorra cseppentsetek mind a négy **folyadék**ből egy keveset a szilárd anyagok kis kupacaira. Gondosan figyeljete meg minden változást, és töltsétek ki az alábbi táblázatot.

**Tapasztalatok:**

| ↓szilárd /<br>folyadék→ | víz | ecetsav | jóddoldat | vöröskáposztalé |
|-------------------------|-----|---------|-----------|-----------------|
|-------------------------|-----|---------|-----------|-----------------|

szódadikarbóna

borkósav

keményítő

sütőpor

**Magyarázatok:** Húzd alá a megfelelő szavakat, illetve egészítsd ki a szöveget.

a) A szódadikarbóna és a borkósav **jól/rosszul** oldódnak vízben. A keményítő **jól/rosszul** oldódik vízben. A szódadikarbóna és a borkósav vizes oldatát bepárolva ezek a szilárd anyagok újra kikristályosíthatók, tehát a részecskéik az oldódáskor **változtak/nem változtak**. Az oldhatóság tehát **fizikai/kémiai** tulajdonság. Az oldódás **fizikai/kémiai** folyamat.

b) A vöröskáposztalé savas oldatokban piros színű, lúgos oldatokban zöld színű, semleges oldatokban lila színű. A borkósav oldata **savas/lúgos kémhatású**, a szódadikarbóna oldata pedig **savas/lúgos kémhatású**. A savak és a lúgok reagálnak egymással, só és víz képződése közben: **sav + lúg = só + víz**. Ekkor a **részecskék szerkezete is megváltozik**, mert savból és lúgból más anyagok (só és víz) keletkezik. Ez egy **fizikai/kémiai** folyamat. A kémhatás

**fizikai/kémiai** tulajdonság. Az ecet ..... kémhatású, a szódadikarbóna ..... kémhatású.

c) A jóddoldat keményítővel ..... színt mutat. A jódos keményítőoldatot megmelegítve a szín eltűnik, de lehűtve a szín újra megjelenik. A jódd részecskék szerkezete tehát **változott/nem változott**, a jódd és a keményítő részecskéi közötti kölcsönhatás **változott/nem változott**. Ez egy **fizikai/kémiai** folyamat.

2. **Kísérlet:** A sütőpor úgy működik, hogy amikor nedvesség éri, akkor szén-dioxid-gáz fejlődik belőle, ami felfújja a sütit. Vajon a sütőpor melyik két összetevőjének reakciójából keletkezik ez az **új anyag, a szén-dioxid-gáz**? A harmadik fehér csempén keverjétek össze a következő anyagokat: a) szódadikarbóna + borkósav; b) szódadikarbóna + keményítő; c) borkósav+ keményítő. Utána csepegtessetek mind a három kupacra vizet.

**Tapasztalat:** A ..... esetében van pezsgés, a másik két esetben nincs.

**Magyarázat:** A ..... esetében keletkezett **új anyag, a szén-dioxid-gáz**. A részecskék szerkezete a gáz keletkezésekor **megváltozott/nem változott** meg. Ez egy **fizikai/kémiai** folyamat.

3. Házi feladat: a) Vajon mi a szerepe a sütőpor harmadik összetevőjének!<sup>7</sup> Mi történne, ha nem lenne benne?

.....  
b) Vizsgáld meg otthon a felsorolt anyagokat, hogy tartalmazznak-e keményítőt: liszt, cukor, só, zsemlemorzsa, krumpli, tejföl, felvágott, rizs. Húzd alá azoknak a nevének, amelyekben ki tudtad mutatni a keményítő jelenlétét!

<sup>7</sup> Tipp: [http://zamat.blog.hu/2010/02/08/sutopor\\_avagy\\_a\\_buborek\\_a\\_tasokban](http://zamat.blog.hu/2010/02/08/sutopor_avagy_a_buborek_a_tasokban), (2016. 09. 05.)

## Hogyan működik a sütőpor? (2. típus: receptszerű változat + elméleti problémamegoldás)

A kémia segítségével **hasznos anyagokat** készíthetünk és számunkra **kedvező folyamatokat** tudunk megvalósítani. Ehhez ismernünk kell az anyagokat felépítő **részecskék szerkezetét** és a közöttük lévő **kölcsönhatásokat**. A **fizikai folyamatok** során csak a **részecskék közötti kölcsönhatások** változnak. A **kémiai reakciók** során a részecskék **szerkezete is megváltozik**. Most **kísérletekkel** különböztettek meg **fizikai** és a **kémiai tulajdonságokat**, illetve **fizikai és kémiai folyamatokat**.

1. **Kísérlet:** A sütőpor és három összetevője, a szódadibikarbóna, a borkósav és a keményítő között ránézésre nehéz különbséget tenni. Ezért először megvizsgáljátok, mi történik, ha vizet, ecetet, jódotdatot és vöröskáposztalevet adunk hozzájuk. A négy **szilárd** anyagból tegyetek egy-egy kis kupacot a két fehér csempére rajzolt táblázatban a saját soruknak megfelelő négy cellába (téglalapra). Sorra cseppentsetek mind a négy **folyadék**ból egy keveset a szilárd anyagok kis kupacaira. Gondosan figyeljete meg minden változást, és töltsétek ki az alábbi táblázatot.

**Tapasztalatok:**

| ↓szilárd / folyadék→ | víz | ecetsav | jódotdat | vöröskáposztalé |
|----------------------|-----|---------|----------|-----------------|
| szódadibikarbóna     |     |         |          |                 |
| borkósav             |     |         |          |                 |
| keményítő            |     |         |          |                 |
| sütőpor              |     |         |          |                 |

**Magyarázatok:** Húzd alá a megfelelő szavakat, illetve egészítsd ki a szöveget.

a) A szódadibikarbóna és a borkósav **jól/rosszul** oldódnak vízben. A keményítő **jól/rosszul** oldódik vízben. A szódadibikarbóna és a borkósav vizes oldatát bepárolva ezek a szilárd anyagok újra kikristályosíthatók, tehát a részecskéik az oldódáskor **változtak/nem változtak**. Az oldhatóság tehát **fizikai/kémiai** tulajdonság. Az oldódás **fizikai/kémiai** folyamat.

b) A vöröskáposztalé savas oldatokban piros színű, lúgos oldatokban zöld színű, semleges oldatokban lila színű. A borkósav oldata **savas/lúgos kémhatású**, a szódadibikarbóna oldata pedig **savas/lúgos kémhatású**. A savak és a lúgok reagálnak egymással, só és víz képződése közben: **sav + lúg = só + víz**. Ekkor a **részecskék szerkezete is megváltozik**, mert savból és lúgból más anyagok (só és víz) keletkezik. Ez egy **fizikai/kémiai** folyamat. A kémhatás

**fizikai/kémiai** tulajdonság. Az ecet ..... kémhatású, a szódadibikarbóna ..... kémhatású.

c) A jódotdat keményítővel ..... színt mutat. A jódos keményítőoldatot megmelegítve a szín eltűnik, de lehűtve a szín újra megjelenik. A jódot részecskék szerkezete tehát **változott/nem változott**, a jódot és a keményítő részecskéi közötti kölcsönhatás **változott/nem változott**. Ez egy **fizikai/kémiai** folyamat.

2. **Kísérlet:** A sütőpor úgy működik, hogy amikor nedvesség éri, akkor szén-dioxid-gáz fejlődik belőle, ami felfújja a sütit. Vajon a sütőpor melyik két összetevőjének reakciójából keletkezik ez az **új anyag, a szén-dioxid-gáz**? A harmadik fehér csempén keverjétek össze a következő anyagokat: a) szódadibikarbóna + borkósav; b) szódadibikarbóna + keményítő; c) borkósav+ keményítő. Utána csepegtessetek mind a három kupacra vizet.

**Tapasztalat:** A ..... esetében van pezsgés, a másik két esetben nincs.

**Magyarázat:** A ..... esetében keletkezett **új anyag, a szén-dioxid-gáz**. A részecskék szerkezete a gáz keletkezésekor **megváltozott/nem változott** meg. Ez egy **fizikai/kémiai** folyamat.

3. Házi feladat: a) Vajon mi a szerepe a sütőpor harmadik összetevőjének!<sup>8</sup> Mi történne, ha nem lenne benne?

.....

<sup>8</sup> Tipp: [http://zamat.blog.hu/2010/02/08/sutopor\\_avagy\\_a\\_buborek\\_a\\_tasakban](http://zamat.blog.hu/2010/02/08/sutopor_avagy_a_buborek_a_tasakban), (2016. 09. 05.)

b) Vizsgáld meg otthon a felsorolt anyagokat, hogy tartalmazznak-e keményítőt: liszt, cukor, só, zsemlemorzsa, krumpli, tejföl, felvágott, rizs. Húzd alá azoknak a nevét, amelyekben ki tudtad mutatni a keményítő jelenlétét!

c) Régen a háziasszonyok között terjedt az a nézet, hogy a sütőpor akkor igazán hatásos, ha ecettel jól „kipezsgetik”, mielőtt a süteménybe tennék. Szerinted valóban működhet ez a trükk? Írd le, milyen kísérlettel bizonyítanád az állításodat.

**A kísérlet terve:**

.....

.....

.....

.....

**Várt tapasztalat:**

.....

**Magyarázat:**

.....

d) A szódaikarbónát magában is szokták használni a sütemények „felfújására”, mert magas hőmérsékleten (a sütőben) szén-dioxid-gáz fejlődik belőle. Tervezz egy kísérletet, amivel be tudnád bizonyítani ezt az állítást.

**A kísérlet terve:**

.....

.....

.....

.....

**Várt tapasztalat:**

.....

**Magyarázat:**

.....

### Hogyan működik a sütőpor? (3. típus: kísérlettervező változat)

A kémia segítségével **hasznos anyagokat** készíthetünk és számunkra **kedvező folyamatokat** tudunk megvalósítani. Ehhez ismernünk kell az anyagokat felépítő **részecskék szerkezetét** és a közöttük lévő **kölcsönhatásokat**. A **fizikai folyamatok** során csak a **részecskék közötti kölcsönhatások** változnak. A **kémiai reakciók** során a részecskék **szerkezete is megváltozik**. Most **kísérletekkel** különböztettek meg **fizikai** és a **kémiai tulajdonságokat**, illetve **fizikai és kémiai folyamatokat**.

1. **Kísérlet:** A sütőpor és három összetevője, a szóda-bikarbóna, a borkósav és a keményítő között ránézésre nehéz különbséget tenni. Ezért először megvizsgáljátok, mi történik, ha vizet, ecetet, jóddoldatot és vöröskáposztalevet adunk hozzájuk. A négy **szilárd** anyagból tegyetek egy-egy kis kupacot a két fehér csempére rajzolt táblázatban a saját soruknak megfelelő négy cellába (téglalapra). Sorra cseppentsetek mind a négy **anyagból** egy keveset a szilárd anyagok kis kupacaira. Gondosan figyeljete meg minden változást, és töltsétek ki az alábbi táblázatot.

#### Tapasztalatok:

|                      |     |         |           |                 |
|----------------------|-----|---------|-----------|-----------------|
| ↓szilárd / folyadék→ | víz | ecetsav | jóddoldat | vöröskáposztalé |
|----------------------|-----|---------|-----------|-----------------|

szóda-bikarbóna

borkósav

keményítő

sütőpor

**Magyarázatok:** Húzd alá a megfelelő szavakat, illetve egészítsd ki a szöveget.

a) A szóda-bikarbóna és a borkósav **jól/rosszul** oldódnak vízben. A keményítő **jól/rosszul** oldódik vízben. A szóda-bikarbóna és a borkósav vizes oldatát bepárolva ezek a szilárd anyagok újra kikristályosíthatók, tehát a részecskéik az oldódáskor **változtak/nem változtak**. Az oldhatóság tehát **fizikai/kémiai** tulajdonság. Az oldódás **fizikai/kémiai** folyamat.

b) A vöröskáposztalé savas oldatokban piros színű, lúgos oldatokban zöld színű, semleges oldatokban lila színű. A borkósav oldata **savas/lúgos kémhatású**, a szóda-bikarbóna oldata pedig **savas/lúgos kémhatású**. A savak és a lúgok reagálnak egymással, só és víz képződése közben: **sav + lúg = só + víz**. Ekkor a **részecskék szerkezete is megváltozik**, mert savból és lúgból más anyagok (só és víz) keletkezik. Ez egy **fizikai/kémiai** folyamat. A kémhatás

**fizikai/kémiai** tulajdonság. Az ecet ..... kémhatású, a szóda-bikarbóna ..... kémhatású.

c) A jóddoldat keményítővel ..... színt mutat. A jódos keményítőoldatot megmelegítve a szín eltűnik, de lehűtve a szín újra megjelenik. A jódd részecskék szerkezete tehát **változott/nem változott**, a jódd és a keményítő részecskéi közötti kölcsönhatás **változott/nem változott**. Ez egy **fizikai/kémiai** folyamat.

2. **Kísérlet:** A sütőpor úgy működik, hogy amikor nedvesség éri, akkor szén-dioxid gáz fejlődik belőle, ami felfújja a sütit. Vajon a sütőpor mely összetevőinek reakciójából keletkezik ez az új anyag, a szén-dioxid gáz? Tervezzetek és végezzetek is el ennek kiderítésére egy kísérletet.

**A kísérlet terve:** .....

.....

**Tapasztalat:** .....

**Magyarázat:** .....

A részecskék szerkezete a gáz keletkezésekor **megváltozott/nem változott** meg. Ez egy **fizikai/kémiai** folyamat.

3. Házi feladat: a) Vajon mi a szerepe a sütőpor harmadik összetevőjének!<sup>9</sup> Mi történne, ha nem lenne benne?

.....

b) Vizsgáld meg otthon a felsorolt anyagokat, hogy tartalmazznak-e keményítőt: liszt, cukor, só, zsemlemorzsa, krumpli, tejföl, felvágott, rizs. Húzd alá azoknak a nevének, amelyekben ki tudtad mutatni a keményítő jelenlétét!

<sup>9</sup> Tipp: [http://zamat.blog.hu/2010/02/08/sutopor\\_avagy\\_a\\_buborek\\_a\\_tasakban](http://zamat.blog.hu/2010/02/08/sutopor_avagy_a_buborek_a_tasakban), (2016. 09. 05.)

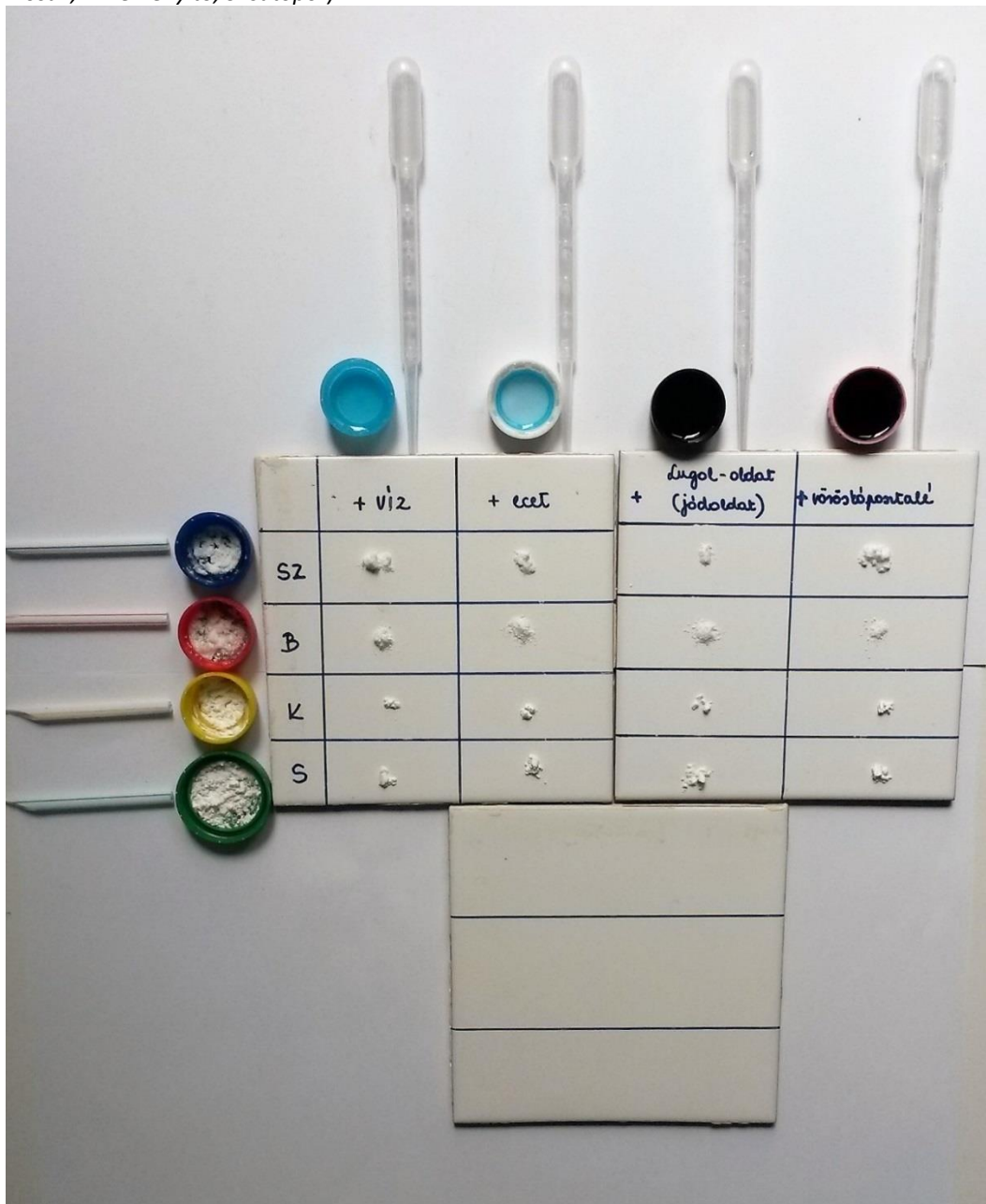
### Hogyan működik a sütőpor? (tanári változat)

A kémia segítségével **hasznos anyagokat** készíthetünk és számunkra **kedvező folyamatokat** tudunk megvalósítani. Ehhez ismernünk kell az anyagokat felépítő **részecskék szerkezetét** és a közöttük lévő **kölcsönhatásokat**. A **fizikai folyamatok** során csak a **részecskék közötti kölcsönhatások** változnak. A **kémiai reakciók** során a részecskék **szerkezete is megváltozik**. Most kísérletekkel különböztetjük meg **fizikai** és a **kémiai tulajdonságokat**, illetve **fizikai és kémiai folyamatokat**.

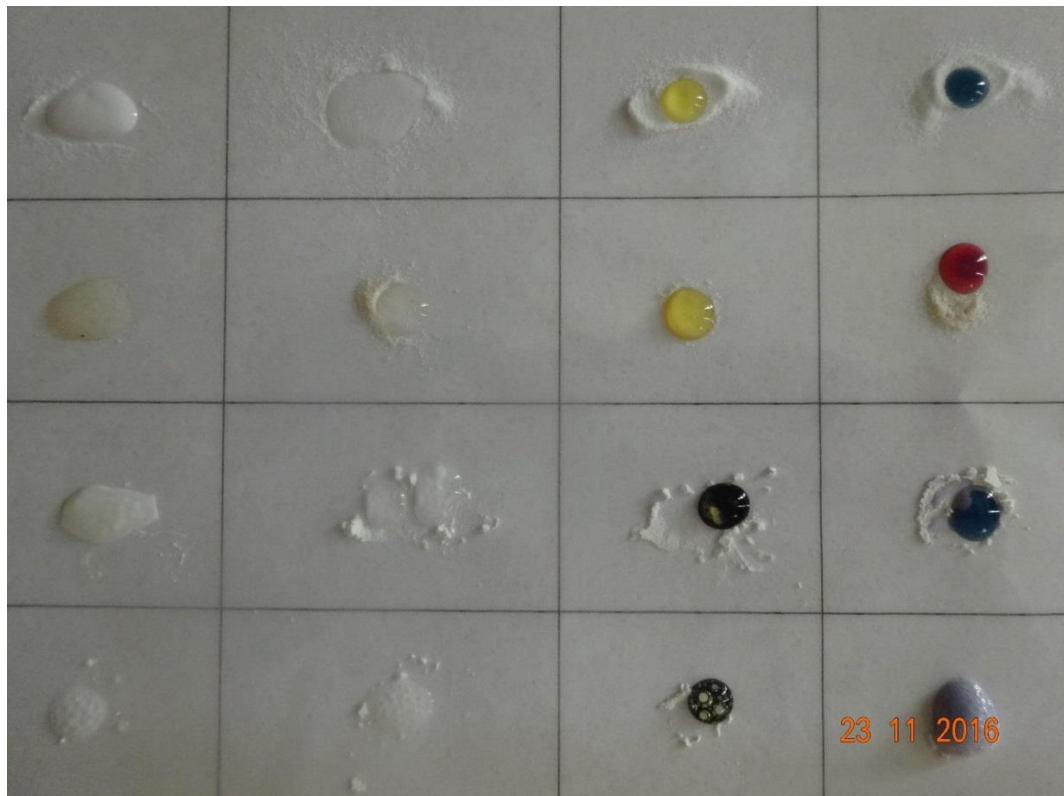
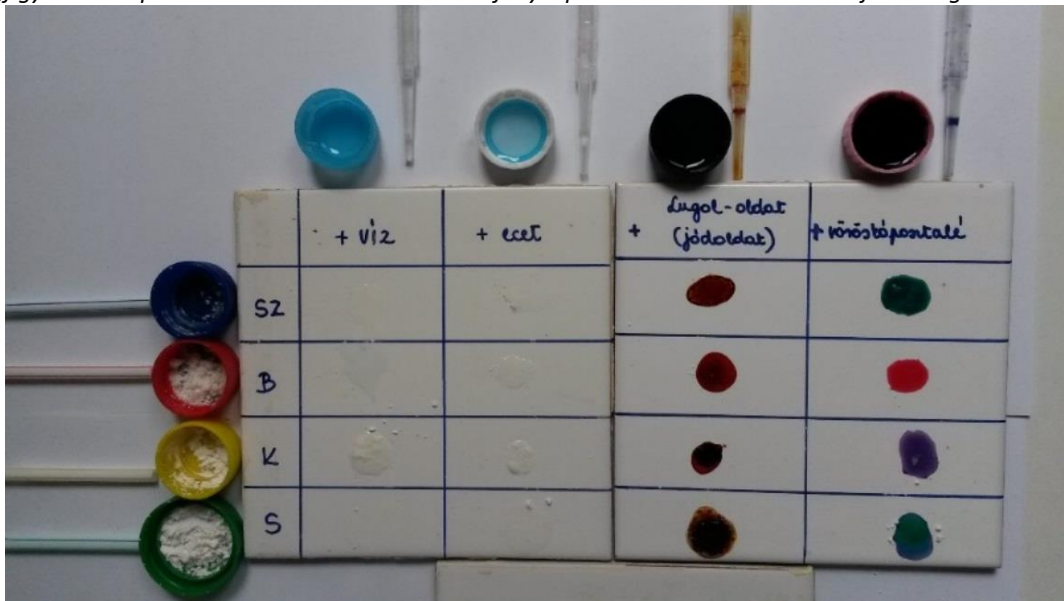
1. **Kísérlet:** A sütőpor és három összetevője, a szódadikarbóna, a borkősav és a keményítő között ránézésre nehéz különbséget tenni. Ezért először megvizsgáljuk, mi történik, ha vizet, ecetet, jóddoldatot és vöröskáposztalevet adunk hozzájuk. A négy **szilárd** anyagból tegyünk egy-egy kis kupacot a két fehér csempére rajzolt táblázatban a saját soruknak megfelelő négy cellába (téglalapra). Sorra cseppentsetek mind a négy **anyagból** egy keveset a szilárd anyagok kis kupacaira. Gondosan figyeljete meg minden változást, és töltsétek ki az alábbi táblázatot.

*Megjegyzések:*

- **A tanulók által beírandó vagy kiválasztott helyes ill. lehetséges válaszokat aláhúzással jelöljük.**
- **A szilárd anyagokkal együtt az alábbi fényképen látható módon nézhet ki a kísérlet (SZ: szódadikarbóna, B: borkősav, K: keményítő, S: sütőpor).**



- A kísérletek végrehajtása (és a buborékképződés befejeződése) után pedig az alábbi fényképeken megfigyelhető tapasztalatok láthatók. A második fényképért köszönet illeti Sarka Lajos kollégánkat.



**Tapasztalatok:**

| ↓szilárd / folyadék→ | víz            | ecetsav        | jódoldat       | vöröskáposztalé                       |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------------|
| szódabikarbóna       | <u>oldódik</u> | <u>pezseg</u>  | <u>oldódik</u> | <u>zöld színű,</u><br><u>oldódik</u>  |
| borkősav             | <u>oldódik</u> | <u>oldódik</u> | <u>oldódik</u> | <u>piros színű,</u><br><u>oldódik</u> |



|           |                        |                        |   |   |
|-----------|------------------------|------------------------|---|---|
| keményítő | <u>részben oldódik</u> | <u>részben oldódik</u> | <u>sötét (kék) színű,</u><br><u>részben oldódik</u> | <u>részben oldódik</u>                            |
| sütőpor   | <u>pezseg</u>          | <u>pezseg</u>          | <u>sötét (kék) színű</u>                            | <u>zöld és pezseg,</u><br><u>végül lila / kék</u> |

**Magyarázat:** Húzd alá a megfelelő szavakat, illetve egészítsd ki a szöveget.

a) A szóda**bi**karbóna és a borkősav jól/rosszul oldódnak vízben. A keményítő jól/rosszul oldódik vízben. A szóda**bi**karbóna és a borkősav vizes oldatát bepárolva ezek a szilárd anyagok újra kikristályosíthatók, tehát a részecskék az oldódáskor váltak/nem váltak. Az oldhatóság tehát fizikai/kémiai tulajdonság. Az oldódás fizikai/kémiai folyamat.

*Megjegyzések:*

- A magyarázatok megbeszélésekor természetesen emlékeztetni kell a diákokat a tanulókísérleti óra előtti kémiaórán elvégzett tanári kísérletekre.
- Itt vissza lehet utalni a természetismeret-órákon az oldódással és a kristályosítással kapcsolatban tanultakra is.

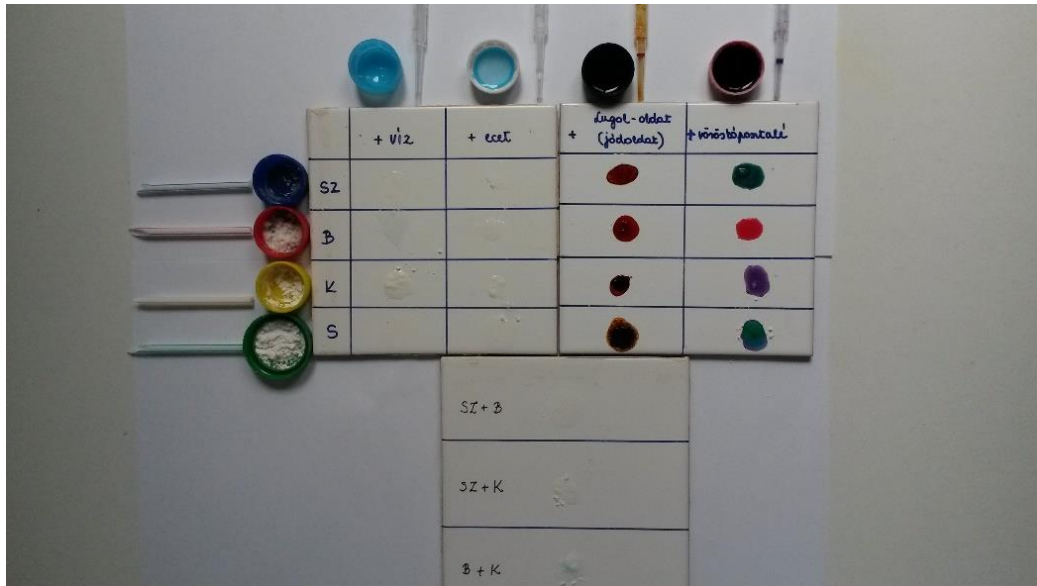
b) A vöröskáposztalé savas oldatokban piros színű, lúgos oldatokban zöld színű, semleges oldatokban lila színű. A borkősav oldata savas/lúgos kémhatású, a szóda**bi**karbóna oldata pedig savas/lúgos kémhatású. A savak és a lúgok reagálnak egymással, só és víz képződése közben: **sav + lúg = só + víz**. Ekkor a **részecskék szerkezete is megváltozik**, mert savból és lúgból más anyagok (só és víz) keletkezik. Ez egy fizikai/kémiai folyamat. A kémhatás fizikai/kémiai tulajdonság. Az ecet savas kémhatású, a szóda**bi**karbóna lúgos kémhatású.

c) A jóddat keményítővel sötét (kék) színt mutat. A jódos keményítőoldatot megmelegítve a szín eltűnik, de lehűtve a szín újra megjelenik. A jódd részecskék szerkezete tehát változott/nem változott. A jódd és a keményítő részecskéi közötti kölcsönhatás változott/nem változott. Ez egy fizikai/kémiai folyamat.

**2. Kísérlet:** [Csak az 1. és a 2. típusú csoportoknak!] A sütőpor úgy működik, hogy amikor nedvesség éri, akkor szén-dioxid-gáz fejlődik belőle, ami felfújja a sütit. Vajon a sütőpor melyik két összetevőjének reakciójából keletkezik ez az **új anyag, a szén-dioxid-gáz**? A harmadik fehér csempén keverjétek össze a következő anyagokat: a) szóda**bi**karbóna + borkősav; b) szóda**bi**karbóna + keményítő; c) borkősav+ keményítő. Utána csepegtessetek mind a három kupacra vizet.

*Megjegyzések:*

- A kísérlet végrehajtása és a buborékképződés befejeződése után az alábbi fényképen látható eredmények kaphatók.



**Tapasztalat:** A szódabikarbóna + borkősav esetében van pezsgés, a másik két esetben nincs.

**Magyarázat:** A szódabikarbóna + borkősav esetében keletkezett új anyag, a szén-dioxid-gáz. A részecskék szerkezete a gáz keletkezésekor megváltozott/nem változott meg. Ez egy fizikai/kémiai folyamat.

2. **Kísérlet:** [Csak a 3. típusú csoportoknak!] A sütőpor úgy működik, hogy amikor nedvesség éri, akkor szén-dioxid gáz fejlődik belőle, ami felfújja a sütit. Vajon a sütőpor mely összetevőinek reakciójából keletkezik ez az új anyag, a szén-dioxid gáz? Tervezzetek és végeztek is el ennek kiderítésére egy kísérletet.

**A kísérlet terve:** A sütőpor három összetevőjét párosával összekeverjük egymással, és az így létrehozott három kis kupacra sorban vizet cseppentünk.

**Tapasztalat:** A szódabikarbóna és borkősav keverékére vizet cseppentve pezsgést látunk, ami a szódabikarbóna+keményítő, ill. a borkősav+keményítő porkeverékek esetében nem tapasztalható.

**Magyarázat:** A szódabikarbóna és a borkősav reakciójából fejlődik a szén-dioxid-gáz.

3. Házi feladat: a) Vajon mi a szerepe a sütőpor harmadik összetevőjének!<sup>10</sup> Mi történne, ha nem lenne benne?

**V:** A levegő nedvességének megkötésére szolgál, hogy ne játszódjon le idő előtt a reakció.

b) Vizsgálj meg otthon a felsorolt anyagokat, hogy tartalmazznak-e keményítőt: liszt, cukor, só, zsemlemorzsa, krumpli, tejföl, felvágott, rizs. Húzd alá azoknak a nevét, amelyekben ki tudtad mutatni a keményítő jelenlétét!  
*Megjegyzések:*

- *Ha nincs minden tanulónak otthon Betadine vagy más, jódot tartalmazó fertőtlenítő oldata, akkor a b) pontban szereplő tanulókísérlet elvégzése lehet szorgalmi házi feladat is. Hasznos, ha a diákok fényképeket vagy rövid videókat is készítenek ezekről a kísérletekről, amelyeket valamilyen Web2-es eszköz segítségével megosztanak egymással. Akik nem végzik el a kísérleteket, azoknak a kötelező házi feladat az lehet, hogy internetes vagy könyvtárban végzett kereséssel döntsék el, melyik anyagban van a felsoroltak közül keményítő.*
- *Régen a sütőpor valóban tartalmazott borkősavat. A jelenleg Magyarországon kapható sütőporokban azonban már egy savanyú só (dinátrium-difoszfát) található. Évekkel később, amikor majd a diákok tanulnak a többértékű gyenge savakról és savanyú sóikról, meg lehet beszélni, hogy miért helyettesíthető a borkősav a dinátrium-difoszfáttal. Akkor majd érdemes lesz azt is megbeszélni, hogy miért jó az élettani szempontból, ha a gázfejlődés után a sütőporból (közel) semleges, vagy csak nagyon gyengén lúgos anyag marad vissza.*
- *Ennek a feladatlapnak nem a sütőpor összetevőinek az azonosítása a fő célja, de érdeklődő tanulókkal az alábbiakat is meg lehet beszélni a következő órán, ha erre van idő. Ezekkel a gondolatokkal egyúttal*

<sup>10</sup> Tipp: [http://zamat.blog.hu/2010/02/08/sutopor\\_avagy\\_a\\_buborek\\_a\\_tasakban](http://zamat.blog.hu/2010/02/08/sutopor_avagy_a_buborek_a_tasakban) (2016. 09. 05.)

bevezethető az anyagok fizikai és kémiai tulajdonságai alapján való azonosításának (azaz a minőségi elemzésnek, vagyis a kvalitatív analízisnek) az alapelve, amelyről majd a 6. feladatlap szól részletesebben.

- A sütőpor keményítőtartalmát az igazolja, hogy jóoldattal sötét elszíneződést mutat.
- A sütőpor szódadikarbóna-tartalmára az ecetsav hozzáadásakor tapasztalt igen heves pezsgés utal. Ez annak az intenzív szén-dioxid-gáz fejlődésnek köszönhető, amely a karbonátok és hidrogén-karbonátok savval való reakciójakor következik be.
- Mivel a szódadikarbónából való szén-dioxid-gáz fejlesztéshez sav kell, a sütőporban magában is van valamilyen savként viselkedő anyag (régebben borkősav). A sütőpor víz hozzáadásakor tapasztalt pezsgése annak köszönhető, hogy a benne lévő szódadikarbóna és sav szén-dioxid-gáz fejlődése közben reagál egymással.
- A sütőporhoz vöröskáposztalét adva előbb zöld szín látható, amely a szódadikarbóna lúgos kémhatásra utal, majd a gázfejlődés lejtőzódása után a maradék oldatban a vöröskáposztalé lila vagy kékeszöld színű, ami a (közel) semleges vagy gyengén lúgos kémhatást mutatja. Ebből arra következtethetünk, hogy a szódadikarbóna jó része elhasználódott a gázfejlődéssel járó reakció során.

c) **[Csak a 2. típusú csoportoknak!]** Régen a háziasszonyok között terjedt az a nézet, hogy a sütőpor akkor igazán hatásos, ha ecettel jól „kipezsgetik”, mielőtt a süteménybe tennék. Szerinted valóban működhet ez a trükk? Írd le, milyen kísérlettel bizonyítanád az állításodat.

**A kísérlet terve: Pl. Kétféle módon kellene egy süteményt megsütni: egyszer az előírt mennyiségű sütőporral, és a másik alkalommal úgy, hogy az sütőporhoz ecetet is adunk, mielőtt a tésztába tennék.**

**Várt tapasztalat: A második alkalommal laposabb lesz a sütemény, mint az első esetben.**

**Magyarázat: Az ecet savas, így az is el tud reagálni a sütőporban lévő szódadikarbónával. Ezért a tésztában már csak kevesebb szén-dioxid-gáz keletkezhet, mint az ecet hozzáadása nélkül.**

*Megjegyzések:*

- Természetesen már csak az ételecetben lévő víz miatt is felszabadul a sütőporhoz való hozzáadásakor a szén-dioxid. Emiatt nem valószínű, hogy a második esetben további gáz szabadulhatna föl a süteskor.
- Lehetséges, hogy ez a téveszme úgy keletkezett, hogy amikor szódadikarbónát használnak sütőpor helyett, akkor a tésztába tett pici ecet vagy más, savas kémhatású anyag (pl. citromlé) segítheti (az egyébként a szódadikarbóna hő hatására bekövetkező bomlása során keletkező) szén-dioxid-gáz felszabadulását.

d) **[Csak a 2. típusú csoportoknak!]** A szódadikarbónát magában is szokták használni a sütemények „felfújására”, mert magas hőmérsékleten (a sütőben) szén-dioxid-gáz fejlődik belőle. Tervezz egy kísérletet, amivel be tudnád bizonyítani ezt az állítást.

**A kísérlet terve: Egy kémcsőben melegítünk egy kevés szódadikarbónát. Utána égő gyújtópálcát tartunk a kémcsőbe.**

**Várt tapasztalat: Az égő gyújtópálca elalszik.**

**Magyarázat: A keletkező szén-dioxid-gáz az égést nem táplálja.**

*Megjegyzés: Sok áltudományos téveszme terjed a rák gyógyításával kapcsolatban is. Az egyik szerint a szódadikarbónát citromlével keverve életmentő gyógyszer állítható elő.<sup>11</sup> Hasznos volna, ha lenne idő annak megvitatására, hogyan lehetne eldönteni, igaz-e ez az állítás. Ennek kapcsán megemlítendő még az is, hogy a gyógyszerhatóanyagok vizsgálatát a gyártóknak több szakaszban, kb. 10 éven keresztül, ellenőrzött körülmények között, több száz vagy ezer emberen kell végeznie, és az eredményeket statisztikai módszerekkel kell értékelnie. Ez egyetlen hatóanyag esetében kb. 1 milliárd dollárba kerül. E nélkül azonban hitelesen nem bizonyítható a hatás és az ártalmatlanság sem.*

<sup>11</sup> [http://index.hu/tudomany/2016/09/02/update\\_norbi\\_beleallt\\_az\\_altudomanyos\\_ostobasagba/](http://index.hu/tudomany/2016/09/02/update_norbi_beleallt_az_altudomanyos_ostobasagba/) (2017. 07. 26.)

# 3. feladatlap: Oldás és kötés

(Az első változatot készítette: Rózsahegy Márta)

## Módszertani útmutató

1. **Téma:** Az oldódás, az oldatok

2. **Felhasználás:** 7. osztály, 45 perces tanóra

### 3. Szükséges előzetes ismeretek:

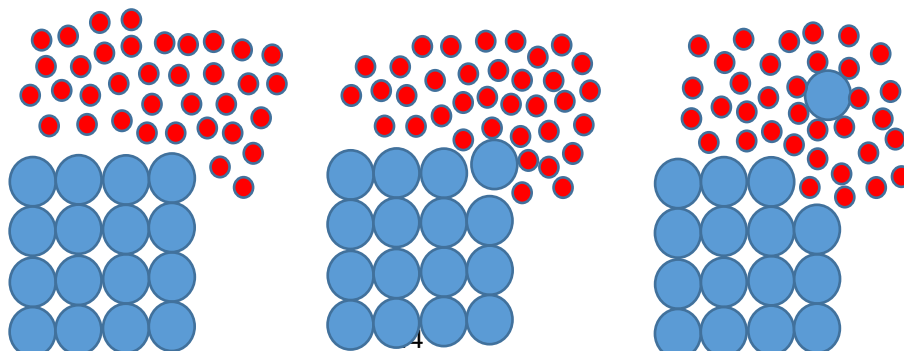
- Az anyagok részecskemodellje.
- A halmazállapotok.
- A fizikai és a kémiai változások.
- Hőfejlődéssel járó és hőelnyeléssel járó folyamatok.
- Az oldat fogalma.

### 4. Célok:

- Az oldat fogalmának ismételése, az oldószer, az oldott anyag fogalmának bevezetése/ismételése.
- Az oldódás mint fizikai változás értelmezése.
- A „hasonló a hasonlóban oldódik jól” elv megismerése/értelmezése.
- Különböző anyagok oldódásának vizsgálata és a kísérleti tapasztalatok magyarázata a részecskemodell, valamint a részecskék közötti kölcsönhatások (kötések) alapján.
- A vízoldható, a zsíroidható, a kettős oldékonyságú és az „oldhatatlan” fogalmak bevezetése/ismételése.
- Annak megtapasztalása, hogy két folyékony halmazállapotú anyag elegyítése is oldatot (elegyet) eredményezhet.
- Az otthoni kísérletek kapcsán a következők szemléltetése és értelmezése:
  - a gázok oldhatósága a hőmérséklet emelkedésével csökken;
  - az oldódás közben hő szabadul föl vagy nyelődik el.

### 5. Tananyag:

- **Ismeret szint:**
  - Az oldat oldószerből és oldott anyagból áll.
  - Az (egyszerű) oldódás fizikai változás, mert az anyagok részecskéi nem változnak meg, csak elkeverednek egymással.
  - Vannak „vízoldékony”, „zsíroidékony”, „kettős oldékonyságú” és „oldhatatlan” anyagok.
  - Az oldott anyag lehet szilárd-, folyadék- és gáz-halmazállapotú is.
  - A gázok oldhatósága a hőmérséklet emelkedésével csökken.
  - Az oldódást érezhető lehűlés vagy felmelegedés kísérheti.
- **Megértés szint:**
  - Az oldódás során az oldószer részecskéi, valamint az oldott anyag saját részecskéi között lévő kölcsönhatások (kötések) megszűnnek, és új kölcsönhatások alakulnak ki az oldószer és az oldott anyag részecskéi között. (Ha két anyag részecskéi között nem tudnak elég erős kölcsönhatások kialakulni ahhoz, hogy az eredeti, a saját részecskék közötti kölcsönhatások megszűnjenek, akkor nem következik be oldódás.) Az oldódás folyamata az anyag részecskemodellje szintjén a következő egyszerű ábrával szemléltethető:



- Az anyagok a különböző oldószerekben különböző mértékben oldódnak. Egy anyagból több oldódik egy másik anyag adott mennyiségében, ha a részecskéik szerkezetének van közös jellemzője („hasonló a hasonlóban oldódik jól” elv), mert akkor erősebb kölcsönhatások alakulhatnak ki az oldott anyag és az oldószer részecskéi között.
- Ha az oldószer és az oldott anyag részecskéi között fellépő kölcsönhatások összességében erősebbek, mint az oldószer részecskéi közötti kölcsönhatások, illetve az oldott anyag részecskéi közötti kölcsönhatások, akkor az oldódás hőfejlődéssel jár, ha gyengébbek, akkor az oldódás hőelnyeléssel jár, ha az oldandó anyag részecskéi között nagyon erős a kölcsönhatás, akkor nincs oldódás.
- **Alkalmazás szint:**
  - „Hasonló a hasonlóban oldódik jól” elv alapján az oldódási tapasztalatokból következtetés az anyagok részecskéinek (egy bizonyos szempontból vizsgált) hasonlóságára vagy különbözőségére.
- **Magasabb rendű műveletek:**
  - A „hasonló a hasonlóban oldódik jól” elv alkalmazása olyan kísérletek tervezésére, illetve azok tapasztalatainak értelmezésére, amelyek során megállapítható, hogy az oldandó anyag és az oldószer részecskéi mennyire hasonlóak vagy különbözőek, és mennyire erős kölcsönhatások alakulnak ki közöttük.
  - A „hasonló a hasonlóban oldódik jól” elv korlátainak felismerése és igény a részecskék szerkezetének, valamint a közöttük lévő (a szerkezetük által megszabott) kölcsönhatások megismerésére.

## 6. Módszertani megfontolások:

- Az oldat és az oldódás fogalma nem ismeretlen a tanulók előtt a mindennapi élet alapján. Bár az problémát okozhat, hogy bizonyos anyagok (pl. pezsgőtabletta, szódavíz készítése stb.) oldódása során a fizikai változás mellett kémiai átalakulás is végbemegy. Ezért kiindulásként a jelen feladatlapon olyan kísérleteket végeztünk, amelyekben az oldódás kizárólag fizikai változásként értelmezhető.
- A természetismeret tantárgyban a halmazállapotok és halmazállapot-változások tárgyalásakor már szó esett a részecskék között működő kölcsönhatásról, ezért úgy gondoljuk, hogy az oldódás magyarázatakor építhetünk erre is. Az elsődleges és a másodlagos kötések fogalma és fajtái természetesen csak a részecskék szerkezetének tárgyalása után (minimum az elektromos töltés, az elektrosztatikus vonzás és taszítás, a proton, az elektron, az atommag, az elektronegativitás, ill. a nemesgáz-elektronszerkezet, az elektronegativitás és a kötés-, ill. molekulapolaritás ismeretében) vezethető be. Azok helyett a részecskék közötti „kölcsönhatás”, mint általános (elő)fogalom használható. Nem árt azonban, ha a „kötés” szóval ismerkednek a tanulók. Érdeklődéssel elmondható nekik, hogy az „Oldás és kötés” fogalmait átvitt értelemben használták egy híres, régi magyar film címében. További információk és maga a film az alábbi linkeken érhető el. (Utolsó megtekintés: 2017. 07. 27.)  
[https://hu.wikipedia.org/wiki/Old%C3%A1s\\_%C3%A9s\\_k%C3%B6t%C3%A9s](https://hu.wikipedia.org/wiki/Old%C3%A1s_%C3%A9s_k%C3%B6t%C3%A9s)  
[http://www.port.hu/oldas\\_es\\_kotes/pls/w/films.film\\_page?i\\_film\\_id=1889](http://www.port.hu/oldas_es_kotes/pls/w/films.film_page?i_film_id=1889)
- A 7. osztályos tananyagban csak olyan oldatok szerepelnek, amelyekben az oldószer és az oldat folyékony halmazállapotú. Majd 9. osztályban kerül sor a fogalom kiterjesztésére a gázelegyek kapcsán (bár pl. a szilárd oldatot képező ötvözetek ott sem tananyag). Középiskolában elfogadható az a definíció, hogy az oldatok több komponensű, homogén folyadékok.
- A „hasonló a hasonlóban oldódik jól” elv magyarázata az ilyen kevés előzetes ismerettel rendelkező tanulók számára problematikus, hiszen a konyhasó és a víz, illetve a jód és a benzin makroszkopikus tulajdonságait (pl. halmazállapot, szín) tekintve nagyon különbözőek. További nehézséget jelent az, hogy nem lehet ellentmondás az oldódásra ezen a szinten adott magyarázat és a későbbi tanulmányok során elsajátított tudás között. Például a konyhasóban ionok, a vízben pedig molekulák vannak, amelyek különböző fajta részecskék. 9. osztályban már értelmezhető a „hasonló a hasonlóban oldódik jól” elv úgy, hogy az ilyen anyagok részecskéi szerkezetileg hasonlóak egymáshoz a töltésszétválás tekintetében. A töltésszétválás mértéke különböző, hiszen a konyhasó ionos, a víz pedig molekuláris szerkezetű, de mindkettőben a jelentős (vízmolekula) vagy a teljes (nátriumion és kloridion) töltésszétválás miatt időátlagban is részleges (vízmolekula) vagy teljes (ionok) elemi töltést viselő térrészek találhatóak. Azaz

az elektroneloszlás időátlagban sem tekinthető egyenletesnek az atommagokhoz képest. Ezért (az előbbiek miatt kialakuló pólusok következtében) ezen anyagok saját részecskéi között is viszonylag (az apoláris-apoláris molekulák közötti kölcsönhatáshoz képest) erős („dipól-dipól”) elektrosztatikus kölcsönhatás van, illetve alakulhat ki, amikor az oldódás történik. Ellenben a jód és a benzin fő komponensei (az alkánok) molekulái időátlagban egyenletes töltéseloszlást és elektronsűrűséget produkálnak (töltésszétválás csak nagyon-nagyon rövid időre történhet meg, és az ideiglenes pólusok helye is folytonosan változik). A kötődipólus-momentumok vagy azok eredői az apoláris részecskében nullák. Mivel azonban az apoláris oldott anyag és az apoláris oldószer részecskéi közötti viszonylag gyenge (diszperziós) kölcsönhatásból sok alakul ki, ezek összességében „legyőzik” a saját apoláris részecskék közötti (szintén gyenge) diszperziós kölcsönhatásokat. Ezért történhet meg az apoláris anyagok oldódása apoláris oldószerekben.

- 9. osztályban meg lehet majd magyarázni az oldódáskor lejátszódó solvatáció (hidratáció) folyamatát, és lehet olyan kijelentéseket tenni a felbomló (rácsenergia) és a kialakuló (solvatációs energia) kölcsönhatások erősségére vonatkozóan, amelyekkel megmagyarázható (kiszámítható) az oldáshő előjele és nagysága.
- Már ezen a ponton is szükséges azonban olyan fogalmakat kialakítani az oldódás kapcsán, amelyek a fentiek hiányában is alkalmazhatók. Ezek (a mélyebb megértéshez szükséges anyagszerkezeti ismeretek nélkül) kizárólag makroszkopikus tapasztalatokra alapulhatnak. Az "oldható" és "oldhatatlan" nem elég, mert vannak olyan anyagok, amelyek egyes oldószerekben oldhatók, másokban oldhatatlanok. Ha nem alakítanánk ki további kategóriákat, akkor semmiféle rendszert nem tudnánk bemutatni a tanulóknak. Pedig van rendszer, hiszen a hétköznapi tapasztalatok is azt mutatják, hogy a zsíros, olajos edény vagy az gépolajos piszkos ruha nem mosható tisztára vízben, de benzinnel vagy más (a vegytisztítóknak használt) oldószerekkel (pl. tetraklór-etén) igen. Az alkohol is elég jó lehet erre a célra, pedig az vízzel is elegyedik (ld. alkoholos italok). A piros paprikát késő a levesbe akkor beletenni, amikor fölengedtük azt vízzel, mert zsírban sokkal jobban oldódik. Ezért tehát a gyakorlatban is hasznosítható tudás az, ha már 7. osztályban kialakítjuk a "vízoldható", "zsíroidható", "kettős oldékonyságú" és "oldhatatlan" kategóriákat. Ez a legegyszerűbb besorolási mód akkor, amikor az anyagok oldhatóságáról beszélünk. A "kettős oldékonyságú" kifejezés pedig a 10. osztályban bevezetett "amfipatikus részecske" előfogalma.
- Ezen a szinten még érdemes kerülni az idegen szavak használatát:
  - A poláris anyagok „vízoldható” anyagoknak nevezhetők, az apoláris anyagok pedig „zsíroidható” anyagoknak (vagy egy másik nézőpontból nézve „zsíroidószereknek”). Ez azért is fontos, mivel a részecskék szerkezetéről és a közöttük lévő kölcsönhatások természetéről ezek a tanulók még semmit nem tudnak (és valószínűleg magáról az elektromos töltésről, valamint annak eloszlásáról és a pólusokról sem, mivel fizikát is 7. osztályban kezdenek tanulni). Így ezen a ponton nem látjuk értelmét a „poláris-apoláris” fogalompár bevezetésének. A vízoldható - zsíroidható - kettős oldékonyságú - oldhatatlan fogalmak viszont makroszkopikus tulajdonságok alapján is értelmezhetők (ld. fent). Továbbá hasznos, ha a tanulók már ezen a ponton megértik, hogy két anyag részecskéi között (azok egy bizonyos szempont szerinti szerkezeti hasonlóságnak/különbözőségnek mértékéből adódóan) különböző erősségű kölcsönhatások alakulhatnak ki. Tehát a részecskéknak nem csak a később bevezetendő két kategóriája (apoláris/poláris) létezik, hanem az ezek közötti átmenetek is. (A dipólusmomentum fogalma még 9. osztályban sem tananyag. Azonban akkor már megérthető, hogy a töltésszétválás mértékétől, vagyis a pozitív töltésű atommag, valamint a negatív töltésű elektronok egymáshoz képest való elhelyezkedésétől függ, hogy egy anyag részecskéi mennyire „poláris”-ak.)
  - Az „exoterm” szó helyett/mellett a „hőfejlődéssel járó”, az „endoterm” szó helyett/mellett pedig a „hőelnyeléssel járó” kifejezés használható.
- Ha a diákokban fölmerül, hogy miért mehet végbe a hőelnyeléssel járó oldódás, akkor elegendő annyit válaszolni, hogy azért, mert akkor nő a rendezetlenség mértéke, hiszen az oldószer részecskéi közé keverednek az oldott anyag részecskéi. A magára hagyott rendszerben a rendezetlenség mértékének növekedése pedig egy olyan természeti törvény, mint az energiamegmaradás törvénye. Jó analógia erre, hogy ha a szobájukban nem raknak rendet, akkor egyre nő a rendetlenség.
- Föl kell hívni a diákok figyelmét arra, hogy a hátköznapokban használt „jól oldódik” kifejezés kétféleképpen értelmezhető. Jelentheti azt, hogy az oldódás gyors (tehát az oldódás sebessége nagy). A másik értelmezés szerint az adott anyagból nagy töménységű oldat készíthető (az adott anyag oldhatósága, azaz a telítési koncentrációja nagy az adott oldószerben). Természetesen a zárójelbe tett

fogalmakat ezen a szinten nem szükséges használni, azokkal a diákok a későbbi tanulmányaik során ismerkednek majd meg.

## 7. Technikai segédlet:

### • **Anyagok és eszközök**

- A feladatlap kísérleteihez:
  - víz
  - benzin
  - étolaj
  - etil-alkohol<sup>12</sup>
  - nátrium-klorid
  - jód
  - homok
  - csoportonként 1 db tálca
  - csoportonként 1 db kémcsőállvány
  - csoportonként 6 db számozott kémcső (ebből három szilikon<sup>13</sup> dugóval)
  - csoportonként 4 db feliratozott kémcső („O”, „A”, „V” és „B” betűkkel jelölve)
  - csoportonként 3 db vegyszeres kanál
  - csoportonként 3 db óraüveg (vagy az egyik óraüveg helyett lefedhető edény, pl. Petri-csésze a jódnak)
  - osztályonként 2 db hulladékgyűjtő

### • **Előkészítés:**

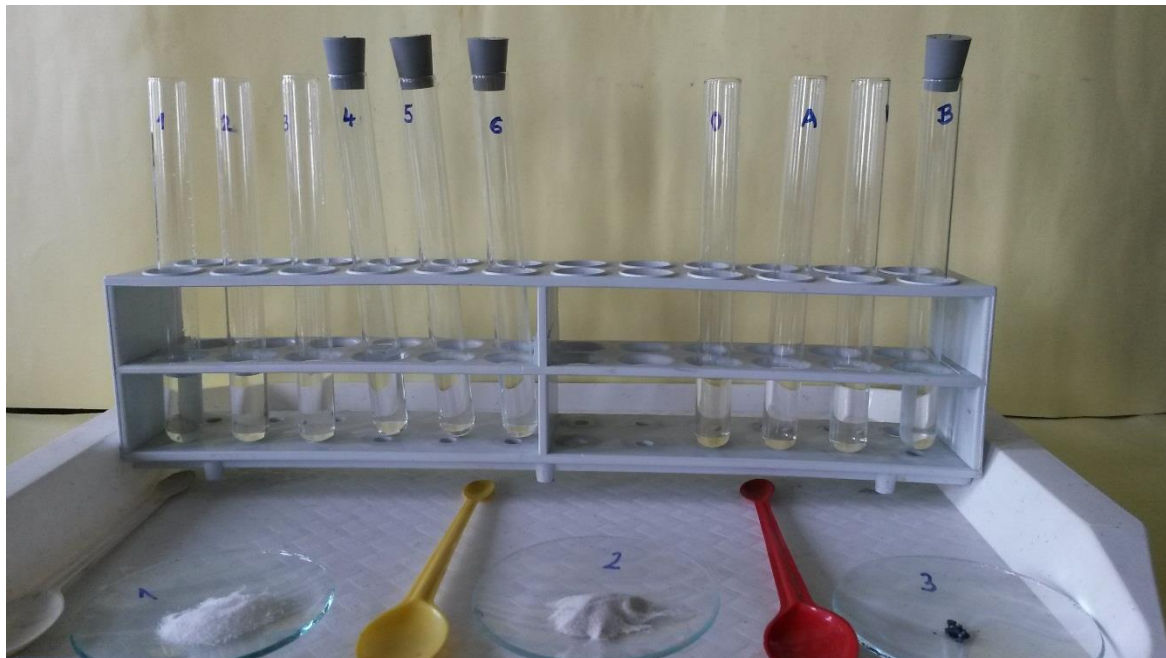
- A tanulókísérleti órán **idő takarítható meg**, ha az előző órán a diákok házi feladatként kapják azt, hogy mindenki írja le kétféle oldat nevét, és azt is, hogy azokban mi az oldószer és az oldott anyag. Ennek a házi feladatnak a megoldásai használhatók a feladatlapon lévő első táblázat kitöltésekor.
- Az osztály (tanulócsoporthoz) minden tagja számára ki kell nyomtatni az előzetes beosztásnak megfelelő típusú feladatlapot (a piros betűs szöveg törölése után) és 1 példányban a tanári változatot is.
- A homokot előzetesen vízzel alaposan és többször is át kell mosni, majd meg kell szárítani, hogy a víz hozzáadásakor ne képződjön a benne lévő iszaptól zavaros kolloid. Ha madárhomokot használunk (mint az ebben a fájlban lévő fényképeken látható), akkor a mosás művelete kihagyható.
- Minden csoportnak készítsünk elő egy tálcat, amelyen a kémcsőállványban 6 db számozott kémcső és még 4 másik („O”, „A”, „V” és „B” feliratú) kémcső legyen:
  - Az 1., a 2. és 3. feliratú kémcsőbe töltsünk kb. 3 cm magasságig vizet.
  - A 4., a 5. és a 6. számú kémcsőbe töltsünk kb. 3 cm magasságig benzint. A benzint tartalmazó kémcsőveket dugóval zárjuk le.
  - A többi 4 kémcsövet a következőképpen készítsük elő:
    - az „O” feliratú kémcsőbe tegyünk kb. 2 cm magasan étolajat;
    - az „A” feliratú kémcsőbe tegyünk kb. 2 cm magasan alkoholt (etanolt);
    - a „V” feliratú kémcsőbe tegyünk kb. 2 cm magasan vizet;
    - a „B” feliratú kémcsőbe tegyünk kb. 2 cm magasan benzint.
- Az óraüvegekre (vagy ezek hiányában üdítő palackok kupakjába) a következő anyagokat készítsük elő:
  - az 1. számú óraüvegre tegyünk egy-két kis vegyszereskanálnyi nátrium-kloridot;
  - a 2. számú óraüvegre tegyünk egy-két kis vegyszereskanálnyi homokot;
  - a 3. számú óraüvegre (vagy lefedhető edénybe, pl. Petri-csészébe) tegyünk néhány kristály jódot.
- Helyezzünk 3 vegyszeres kanalat is a tálcára. (A vegyszeres kanalak ferdén elvágott szívószáldarabokkal is helyettesíthetők.)

<sup>12</sup> A kísérlethez jól használható a MOLAR Chemical Kft (2314 Halásztelek, Árpád u. 1.) által forgalmazott benzin (irányár 2.000 Ft/liter), illetve denaturált szesz (irányár 1.500 Ft/liter)

<sup>13</sup> Szilikon dugók nagyon olcsón kaphatók a borászati boltokban.

- Az otthon elvégzendő kísérletekhez:
  - csapvíz
  - mosópor<sup>14</sup>
  - szalalkáli (ammónium-hidrogén-karbonát, E-szám E533ii)
  - pohár

Az alábbi két fényképen az egy csoport számára előkészített tálca oldalnézetből, illetve felülnézetből látszik:



- **Balesetvédelem**
  - Ügyelni kell arra, hogy a benzin gyúlékony, és gőze a levegővel robbanó elegyet képez, ezért nyílt láng ne legyen a tálcák közelében.
- **Hulladékkezelés**

<sup>14</sup> A tapasztalatok szerint pl. a Tomi márkanevű mosóporok használhatók erre a célra.



- A nátrium-kloridot tartalmazó benzines kémcső tartalmát a „halogénmentes szerves hulladék” gyűjtőbe, a jódot tartalmazó benzines kémcsövek tartalmát a „halogéntartalmú szerves folyadék” feliratú gyűjtőbe kell önteni.

### Oldás és kötés (1. típus: receptszerű változat)

**Oldódás** akkor történik, ha a **két összekevert anyag részecskéi között van hasonlóság**. Ekkor közöttük **erős kölcsönhatások** („**kötések**”) alakulhatnak ki. Ezt úgy szoktuk mondani, hogy a „**hasonló a hasonlóban oldódik jól**”. Ha az oldat részecskéi közötti kölcsönhatások összességében erősebbek, mint a két, eredeti anyag részecskéi közötti kölcsönhatások, akkor az oldódás **hőfejlődéssel** jár, de ha gyengébbek, akkor **hőelnyelés** történik. Ha egy anyagban a részecskék közötti **kölcsönhatások nagyon erősek**, akkor az anyag semmiben **sem oldható**. Ezen a feladatlapon az anyagok **oldódását** fogjátok vizsgálni.

Az oldatokkal lépten-nyomon találkozunk a mindennapokban. A csoport minden tagja írjon le egy oldatot!

1. .... 2. .... 3. .... 4. ....

Minden **oldat oldószerből** és **oldott anyagból** áll. Nevezétek meg az imént felírt oldatok összetevőit!

| Oldat neve | Oldószer neve | Oldott anyag(ok) neve(i) |
|------------|---------------|--------------------------|
| 1.         |               |                          |
| 2.         |               |                          |
| 3.         |               |                          |
| 4.         |               |                          |

**1. Kísérlet:** Ebben a kísérletben a konyhasó, az étolaj és a homok oldódását fogjátok vizsgálni vízben és benzinben. Az 1., a 2. és a 3. kémcsőben víz, a 4., az 5. és a 6. kémcsőben benzin van. Az 1. óraüvegen konyhasó van, a 2. számú homok. Az „**O**” jelű kémcsőben olaj (étolaj) van.

a) Az 1. és a 4. jelű kémcsővekbe tegyetek fél-fél kis vegyszereskanálnyi konyhasót.

b) Az „**O**” jelű kémcsőben lévő olaj felét öntsétek a 2. jelű kémcsőbe, a másik felét az 5. kémcsőbe.

c) A 3. és a 6. jelű kémcsővekbe tegyetek fél-fél kis vegyszereskanálnyi homokot.

Rázzátok össze a kémcsővek tartalmát.

**Tapasztalataitokat** (oldódik/nem oldódik) írjátok be a táblázatba! (A zárójelekben a kémcső száma szerepel.)

|                 | víz | benzin |
|-----------------|-----|--------|
| <b>konyhasó</b> | (1) | (4)    |
| <b>olaj</b>     | (2) | (5)    |
| <b>homok</b>    | (3) | (6)    |

**Magyarázatok:** A következő szöveget olvassátok el, majd a szövegben **húzzátok át a nem igaz** részeket!

a) A konyhasó és a víz esetében (1. kémcső) **végbemeget/nem megy végbe** az oldódás, mert a konyhasó és a víz részecskéi (egy bizonyos szempont szerint) **hasonlóak/nem hasonlóak**.

A konyhasó és a benzin esetében (4. kémcső) **végbemeget/nem megy végbe** az oldódás, mert a konyhasó és a benzin részecskéi (egy bizonyos szempont szerint) **hasonlóak/nem hasonlóak**.

b) Az olaj és a víz esetében (2. kémcső) **végbemeget/nem megy végbe** az oldódás (a két folyadék **nem válik külön/különválik**), mert az olaj és a víz részecskéi (egy bizonyos szempont szerint) **hasonlóak/nem hasonlóak**.

Az olaj és a benzin esetében (5. kémcső) **végbemeget/nem megy végbe** az oldódás (a két folyadék **nem válik külön/különválik**), mert olaj és a benzin részecskéi (egy bizonyos szempont szerint) **hasonlóak/nem hasonlóak**.

c) A homok egyik oldószerben sem oldódik (3. és 6. kémcső), mert részecskéi között **igen erős/igen gyenge** kölcsönhatások vannak. A homoknak nincs oldószere, azaz **oldhatatlan**.

A vízzel keveredni képes részecskéket tartalmazó anyagokat „**vízoldható**”-nak, az olajokkal és zsírokkal keveredni képes anyagokat „**zsíroidható**”-nak nevezzük. A konyhasó tehát **vízoldható/zsíroidható**, a benzin pedig **vízoldható/zsíroidható**.

**2. Kísérlet:** Az „**A**” jelű kémcsőben lévő alkohol felét öntsétek a 3. jelű kémcsőbe, a másik felét az 6. kémcsőbe. Rázzátok össze a kémcsövek tartalmát és írájatok le a **tapasztalataitokat**.

3. kémcső: .....

6. kémcső: .....

Az alkohol részecskéinek van **vízoldható és zsíroidható része is**. Az alkohol „**kettős oldékonyságú**”.

**3. Kísérlet:** A „**V**” jelű kémcsőben víz, a „**B**” jelű kémcsőben benzin található. Tegyetek mindkettőbe egy-két kristályt a 3. óraüvegen lévő jódból. Rázzátok össze a kémcső tartalmát, majd írájatok le a **tapasztalataitokat!**

„**V**” jelű kémcső: .....

„**B**” jelű kémcső: .....

**Magyarázat:** A következő szövegben **húzzátok át a nem igaz** részeket!

A jó d **vízben/benzinben** oldódott jobban, tehát részecskéi a **víz/benzin** részecskéihez hasonlítanak jobban. A jó d **vízoldható/zsíroidható**. A jó d részecskéi **erősebb/gyengébb** kölcsönhatásba lépnek a víz részecskéivel, mint a benzin részecskéivel.

**Egészítsétek ki** a következő mondatokat!

Az oldatok a **keverékek** csoportjába tartoznak, mert legalább ..... anyagból állnak.

A cukor a teában keverés nélkül is feloldódik, mert.....

#### **Otthon elvégzendő kísérletek:**

**a) Kísérlet:** Este engedjétek egy üvegpohárba hideg csapvizet. Éjjel hagyjátok a meleg szobában állni azt. Reggel mit figyelhettek meg azon kívül, hogy a víz és a pohár is felmelegedett?

**Tapasztalat:** .....

Mi lehet a **magyarázat?** .....

**b) Kísérlet:** Szórjátok a tenyereitekbe egy kiskanálnyi mosóport, csepegtessetek rá vizet! Mit érezték azon kívül, hogy selymes, síkos tapintású lesz az anyag?

**c) Kísérlet:** Szórjátok a tenyereitekbe egy kiskanálnyi szalalkálit, csepegtessetek rá vizet! Mit érezték?

**Tapasztalat:** .....

Mi lehet a **magyarázat?** .....

### Oldás és kötés (2. típus: receptszerű változat + elméleti problémamegoldás)

**Oldódás** akkor történik, ha a két összekevert anyag részecskéi között van hasonlóság. Ekkor közöttük erős kölcsönhatások („kötések”) alakulhatnak ki. Ezt úgy szoktuk mondani, hogy a „hasonló a hasonlóban oldódik jól”. Ha az oldat részecskéi közötti kölcsönhatások összességében erősebbek, mint a két, eredeti anyag részecskéi közötti kölcsönhatások, akkor az oldódás **hőfejlődéssel** jár, de ha gyengébbek, akkor **hőelnyelés** történik. Ha egy anyagban a részecskék közötti **kölcsönhatások nagyon erősek**, akkor az anyag semmiben **sem oldható**. Ezen a feladatlapon az anyagok **oldódását** fogjátok vizsgálni.

Az oldatokkal lépten-nyomon találkozunk a mindennapokban. A csoport minden tagja írjon le egy oldatot!

1. .... 2. .... 3. .... 4. ....

Minden **oldat oldószerből** és **oldott anyagból** áll. Nevezétek meg az imént felírt oldatok összetevőit!

| Oldat neve | Oldószer neve | Oldott anyag(ok) neve(i) |
|------------|---------------|--------------------------|
| 1.         |               |                          |
| 2.         |               |                          |
| 3.         |               |                          |
| 4.         |               |                          |

**1. Kísérlet:** Ebben a kísérletben a konyhasó, az étolaj és a homok oldódását fogjátok vizsgálni vízben és benzinben. Az 1., a 2. és a 3. kémcsőben víz, a 4., az 5. és a 6. kémcsőben benzin van. Az 1. óraüvegen konyhasó van, a 2. számú homok. Az „O” jelű kémcsőben olaj (étolaj) van.

a) Az 1. és a 4. jelű kémcsővekbe tegyetek fél-fél kis vegyszereskanálnyi konyhasót.

b) Az „O” jelű kémcsőben lévő olaj felét öntsétek a 2. jelű kémcsőbe, a másik felét az 5. kémcsőbe.

c) A 3. és a 6. jelű kémcsővekbe tegyetek fél-fél kis vegyszereskanálnyi homokot.

Rázzátok össze a kémcsővek tartalmát.

**Tapasztalataitokat** (oldódik/nem oldódik) írájatok be a táblázatba! (A zárójelekben a kémcső száma szerepel.)

|                 | víz | benzin |
|-----------------|-----|--------|
| <b>konyhasó</b> | (1) | (4)    |
| <b>olaj</b>     | (2) | (5)    |
| <b>homok</b>    | (3) | (6)    |

**Magyarázatok:** A következő szöveget olvassátok el, majd a szövegben **húzzátok át a nem igaz** részeket!

a) A konyhasó és a víz esetében (1. kémcső) **végbemeget/nem megy végbe** az oldódás, mert a konyhasó és a víz részecskéi (egy bizonyos szempont szerint) **hasonlóak/nem hasonlóak**.

A konyhasó és a benzin esetében (4. kémcső) **végbemeget/nem megy végbe** az oldódás, mert a konyhasó és a benzin részecskéi (egy bizonyos szempont szerint) **hasonlóak/nem hasonlóak**.

b) Az olaj és a víz esetében (2. kémcső) **végbemeget/nem megy végbe** az oldódás (a két folyadék **nem válik külön/különválik**), mert az olaj és a víz részecskéi (egy bizonyos szempont szerint) **hasonlóak/nem hasonlóak**.

Az olaj és a benzin esetében (5. kémcső) **végbemegy/nem megy végbe** az oldódás (a két folyadék **nem válik külön/különvállik**), mert olaj és a benzin részecskéi (egy bizonyos szempont szerint) **hasonlóak/nem hasonlóak**.

c) A homok egyik oldószerben sem oldódik (3. és 6. kémcső), mert részecskéi között **igen erős/igen gyenge** kölcsönhatások vannak. A homoknak nincs oldószere, azaz **oldhatatlan**.

A vízzel keveredni képes részecskéket tartalmazó anyagokat „**vízoldható**”-nak, az olajokkal és zsírokkal keveredni képes anyagokat „**zsíroidható**”-nak nevezzük. A konyhasó tehát **vízoldható/zsíroidható**, a benzin pedig **vízoldható/zsíroidható**.

**2. Kísérlet:** Az „**A**” jelű kémcsőben lévő alkohol felét öntsétek a 3. jelű kémcsőbe, a másik felét az 6. kémcsőbe. Rázzátok össze a kémcsövek tartalmát és írájátok le a **tapasztalataitokat**.

3. kémcső: .....

6. kémcső: .....

Az alkohol részecskéinek van **vízoldható és zsíroidható része is**. Az alkohol „**kettős oldékonyságú**”.

**3. Kísérlet:** A „**V**” jelű kémcsőben víz, a „**B**” jelű kémcsőben benzin található. Tegyetek mindkettőbe egy-két kristályt a 3. óraüvegen lévő jódból. Rázzátok össze a kémcső tartalmát, majd írájátok le a **tapasztalataitokat!**

„**V**” jelű kémcső: .....

„**B**” jelű kémcső: .....

**Magyarázat:** A következő szövegben **húzzátok át a nem igaz** részeket!

A jó d **vízben/benzinben** oldódott jobban, tehát részecskéi a **víz/benzin** részecskéihez hasonlítanak jobban. A jó d **vízoldható/zsíroidható**. A jó d részecskéi **erősebb/gyengébb** kölcsönhatásba lépnek a víz részecskéivel, mint a benzin részecskéivel.

**Egészítsétek ki** a következő mondatokat!

Az oldatok a **keverékek** csoportjába tartoznak, mert legalább ..... anyagból állnak.

A cukor a teában keverés nélkül is feloldódik, mert.....

#### **Otthon elvégzendő kísérletek:**

**a) Kísérlet:** Este engedjétek egy üvegpohárba hideg csapvizet. Éjjel hagyjátok a meleg szobában állni azt. Reggel mit figyelhettek meg azon kívül, hogy a víz és a pohár is felmelegedett?

**Tapasztalat:** .....

Mi lehet a **magyarázat?** .....

**b) Kísérlet:** Szórjátok a tenyeretekbe egy kiskanálnyi mosóport, csepegtessetek rá vizet! Mit érezték azon kívül, hogy selymes, síkos tapintású lesz az anyag?

**c) Kísérlet:** Szórjátok a tenyeretekbe egy kiskanálnyi szalalkálit, csepegtessetek rá vizet! Mit érezték?

**Tapasztalat:** .....

Mi lehet a **magyarázat?** .....

#### **Gondolkodtató feladatok:**

**1. feladat:** Gondolj a gulyásleves két folyadékrétegének a színére! Vajon a paprika vízoldható vagy zsíroidható? Tervezz egy **kísérletet**, amivel bizonyítani tudnád a feltételezésedet!

.....

.....

Várt **tapasztalat:**.....

**Magyarázat:** .....

**2. feladat:** Egy kémcsőben sárgásbarna brómos víz van, fölötte pedig színtelen benzin. Összerázzuk a kémcső tartalmát. Kis idő múlva az alsó réteg színtelen, a felső sárgás barna. **Magyarázd** meg ennek a **kísérletnek a tapasztalatait!** (A brómos vízben a bróm az oldott anyag.)

.....  
.....

### Oldás és kötés (3. típus: kísérlettervező változat)

**Oldódás** akkor történik, ha a két összekevert anyag részecskéi között van hasonlóság. Ekkor közöttük erős kölcsönhatások („kötések”) alakulhatnak ki. Ezt úgy szoktuk mondani, hogy a „hasonló a hasonlóban oldódik jól”. Ha az oldat részecskéi közötti kölcsönhatások összességében erősebbek, mint a két, eredeti anyag részecskéi közötti kölcsönhatások, akkor az oldódás **hőfejlődéssel** jár, de ha gyengébbek, akkor **hőelnyelés** történik. Ha egy anyagban a részecskék közötti kölcsönhatások nagyon erősek, akkor az anyag semmiben **sem oldható**. Ezen a feladatlapon az anyagok **oldódását** fogjátok vizsgálni.

Az oldatokkal lépten-nyomon találkozunk a mindennapokban. A csoport minden tagja írjon le egy oldatot!

1. .... 2. .... 3. .... 4. ....

Minden **oldat oldószerből** és **oldott anyagból** áll. Nevezzétek meg az imént felírt oldatok összetevőit!

| Oldat neve | Oldószer neve | Oldott anyag(ok) neve(i) |
|------------|---------------|--------------------------|
| 1.         |               |                          |
| 2.         |               |                          |
| 3.         |               |                          |
| 4.         |               |                          |

**1. Kísérlet:** Ebben a kísérletben a konyhasó, az étolaj és a homok oldódását fogjátok vizsgálni vízben és benzinben. Az 1., a 2. és a 3. kémcsőben víz, a 4., az 5. és a 6. kémcsőben benzin van. Az 1. óraüvegen konyhasó van, a 2. számún homok. Az „O” jelű kémcsőben olaj (étolaj) van.

a) Az 1. és a 4. jelű kémcsővekbe tegyetek fél-fél kis vegyszereskanálnyi konyhasót.

b) Az „O” jelű kémcsőben lévő olaj felét öntsétek a 2. jelű kémcsőbe, a másik felét az 5. kémcsőbe.

c) A 3. és a 6. jelű kémcsővekbe tegyetek fél-fél kis vegyszereskanálnyi homokot.

Rázzátok össze a kémcsővek tartalmát.

**Tapasztalataitokat** (oldódik/nem oldódik) írjátok be a táblázatba! (A zárójelekben a kémcső száma szerepel.)

|                 | víz | benzin |
|-----------------|-----|--------|
| <b>konyhasó</b> | (1) | (4)    |
| <b>olaj</b>     | (2) | (5)    |
| <b>homok</b>    | (3) | (6)    |

**Magyarázatok:** A következő szöveget olvassátok el, majd a szövegben **húzzátok át a nem igaz** részeket!

a) A konyhasó és a víz esetében (1. kémcső) **végbemegy/nem megy végbe** az oldódás, mert a konyhasó és a víz részecskéi (egy bizonyos szempont szerint) **hasonlóak/nem hasonlóak**.

A konyhasó és a benzin esetében (4. kémcső) **végbemegy/nem megy végbe** az oldódás, mert a konyhasó és a benzin részecskéi (egy bizonyos szempont szerint) **hasonlóak/nem hasonlóak**.

b) Az olaj és a víz esetében (2. kémcső) **végbemegy/nem megy végbe** az oldódás (a két folyadék **nem válik külön/különválik**), mert az olaj és a víz részecskéi (egy bizonyos szempont szerint) **hasonlóak/nem hasonlóak**.

Az olaj és a benzin esetében (5. kémcső) **végbemegy/nem megy végbe** az oldódás (a két folyadék **nem válik külön/különvállik**), mert olaj és a benzin részecskéi (egy bizonyos szempont szerint) **hasonlóak/nem hasonlóak**.

c) A homok egyik oldószerben sem oldódik (3. és 6. kémcső), mert részecskéi között **igen erős/igen gyenge** kölcsönhatások vannak. A homoknak nincs oldószere, azaz **oldhatatlan**.

A vízzel keveredni képes részecskéket tartalmazó anyagokat „**vízoldható**”-nak, az olajokkal és zsírokkal keveredni képes anyagokat „**zsíroidható**”-nak nevezzük. A konyhasó tehát **vízoldható/zsíroidható**, a benzin pedig **vízoldható/zsíroidható**.

**2. Kísérlet:** Az „A” jelű kémcsőben lévő alkohol felét öntsétek a 3. jelű kémcsőbe, a másik felét az 6. kémcsőbe. Rázzátok össze a kémcsövek tartalmát és írjátok le a **tapasztalataitokat**.

3. kémcső: .....

6. kémcső: .....

Az alkohol részecskéinek van **vízoldható és zsíroidható része is**. Az alkohol „**kettős oldékonyságú**”.

**3. Kísérlet:** A tálcátokon található anyagok felhasználásával tervezetek és hajtsatok végre egy kísérletet, amellyel el tudjátok dönteni, hogy a 3. óráüvegen lévő **jód inkább vízoldható vagy inkább zsíroidható**.

**A kísérlet terve:**.....

.....

**Tapasztalat:** .....

.....

**Magyarázat:** .....

.....

**Egészítsétek ki** a következő mondatokat!

Az oldatok a **keverékek** csoportjába tartoznak, mert legalább ..... anyagból állnak.

A cukor a teában keverés nélkül is feloldódik, mert.....

**Otthon elvégzendő kísérletek:**

**a) Kísérlet:** Este engedjétek egy üvegpohárba hideg csapvizet. Éjjel hagyjátok a meleg szobában állni azt. Reggel mit figyelhettek meg azon kívül, hogy a víz és a pohár is felmelegedett?

**Tapasztalat:** .....

Mi lehet a **magyarázat?** .....

.....

**b) Kísérlet:** Szórjátok a tenyeretekbe egy kiskanálnyi mosóport, csepegtessetek rá vizet! Mit éreztek azon kívül, hogy selymes, síkos tapintású lesz az anyag?

**c) Kísérlet:** Szórjátok a tenyeretekbe egy kiskanálnyi szalalkálit, csepegtessetek rá vizet! Mit éreztek?

**Tapasztalat:** .....

Mi lehet a **magyarázat?** .....

.....



## Oldás és kötés (tanári változat)

**Oldódás** akkor történik, ha a két összekevert anyag részecskéi között van hasonlóság. Ekkor közöttük erős kölcsönhatások („kötések”) alakulhatnak ki. Ezt úgy szoktuk mondani, hogy a „hasonló a hasonlóban oldódik jól”. Ha az oldat részecskéi közötti kölcsönhatások összességében erősebbek, mint a két, eredeti anyag részecskéi közötti kölcsönhatások, akkor az oldódás **hőfejlődéssel** jár, de ha gyengébbek, akkor **hőelnyelés** történik. Ha egy anyagban a részecskék közötti kölcsönhatások nagyon erősek, akkor az anyag semmiben **sem oldható**. Ezen a feladatlapon az anyagok **oldódását** fogjátok vizsgálni.

Megjegyzések:

- **A tanulók által beírandó vagy kiválasztott helyes ill. lehetséges válaszokat aláhúzással jelöljük.**
- A fenti bevezető gondolatokat és az óra célját frontálisan (tanári irányítással) célszerű értelmezni.
- A „hasonló a hasonlóban oldódik jól” elv induktív módon nem vezethető be, mert az ilyen előképzettségű tanulók még semmit nem tudnak a részecskék poláris-apoláris szerkezetéről. Tehát azt sem tudják, hogy mely anyag részecskéi mely más anyag részecskéihez hasonlók (és milyen szempont szerint). Ezért a feladatlapon ennek az általános elvnek az alkalmazása/értelmezése történik a konkrét kísérletek során (deduktív módszer).
- Kifejezetten zavaró lehet a „hasonló a hasonlóban oldódik jól” elv alkalmazásakor, hogy az oldott anyag és az oldószer makroszkopikus tulajdonságai (pl. szín, halmazállapot) többnyire teljesen különbözőek. Utalhatunk azonban a magyarázatok során arra (a „töltésszétválás” vagy „polaritás” említése nélkül), hogy létezik olyan szempont, amely alapján az oldott anyagok és oldószereik részecskéinek szerkezete hasonló, **van valami, ami ezekben a részecskékben közös**. Ahhoz azonban, hogy teljesebb magyarázatot kaphassanak az elvégzett kísérletek tapasztalataira, meg kell majd ismerkedniük a részecskék szerkezetével is. Remélhetőleg ez fölkelte a diákok érdeklődését a későbbi anyagszerkezeti tanulmányaik iránt.

Az oldatokkal lépten-nyomon találkozunk a mindennapokban. A csoport minden tagja írjon le egy oldatot!

1. pl. limonádé

2. pl. tea

3. pl. szódavíz

4. pl. pálinka

Megjegyzések:

- Mivel az oldatokkal mindenki nap mint nap találkozik, illetve a fogalom már a környezetismeret és a természetismeret tananyagában is szerepel, ezért óra elején célszerű röviden összegyűjteni a gyerekek tapasztalatait. Ezt a célt szolgálja mindhárom feladatlapon 1. kérdése.
- Időtakarékosság céljából érdemes az előző órán házi feladatként kijelölni, hogy mindenki írja le kétféle oldat nevét, és azt is, hogy azokban mi az oldószer és az oldott anyag. Híg vizes oldatok esetében természetesen a víz az oldószer. Azonban már akkor érdemes elmagyarázni, hogy nem az az oldószer, amiből több van az oldatban, és nem az az oldott anyag, amelyből kevesebb. Oldott anyagnak azt (vagy azokat) az anyagokat nevezzük, amely a számunkra fontos „hatóanyag”. A diákok körében derűtséget keltő példa lehet, hogy egy 55 „fokos” pálinkában vagy egy „60%-os” rumban kevesebb víz van, mint alkohol, de mégse a víz az oldott anyag, hanem az alkohol. (Az oldatok összetételével a 4. feladatlapon foglalkozik.)
- Mivel a különböző csoportok sokféle példát hozhatnak, az időkeret miatt javasoljuk, hogy minden csoport csak egy (de az előző csoportokétól különböző) példát mutathasson be.
- A tea, kávé, szörp, limonádé stb. esetében természetesen nagyon sokféle oldott anyag van. Ezekre célszerű valamilyen összefoglaló néven utalni (ld. alábbi példákkal kitöltött táblázat 1. és 2. sorát). Természetesen más oldatok is beírhatók a táblázatba.
- Jó, ha mindhárom halmazállapotú oldott anyagra találunk példát (pl. cukor: szilárd; alkohol: folyadék; széndioxid: gáz). Van olyan 7. osztályos tankönyv, ami azt mondja ki, hogy az oldószer folyadék. Nem javasoljuk ezt hangsúlyozni, mert ez később gátolhatja a fogalom kiterjesztését.
- Bizonyára szerepelni fog a tanulók feladatlaján olyan példa is, ahol nem csak fizikai változásként megy végbe az oldódás (pl. pezsgőtabletta feloldása vagy a szódavíz készítése), de az óra időbeosztása nem engedi meg, hogy itt részletes magyarázatba bocsátkozzunk, és ennyi előzetes tudással nehéz is lenne még különbséget tenni a fizikai és a kémiai oldódás között. Ezen az órán arra kell helyezni a hangsúlyt, hogy az egyszerű oldódás fizikai változás, mivel az anyagok részecskéi csak elkeverednek egymással (tehát szerkezetük nem változik meg). Ha szóba kerül, akkor megemlíthető a diákoknak, hogy később fognak tanulni olyan folyamatokról is, amelyeket „kémiai oldódásnak” nevezhetünk, mivel közben kémiai reakció (is) történik. Akkor azonban természetesen megváltozik a részecskék szerkezete is.

Minden **oldat** oldószerből és **oldott anyagból** áll. Nevezétek meg az imént felírt oldatok összetevőit!

| Oldat neve                                 | Oldószer neve | Oldott anyag(ok) neve(i)                |
|--|---------------|---|
| <b>1. limonádé</b>                         | <b>víz</b>    | <b>cukor, citromlé</b>                  |
| <b>2. tea</b>                              | <b>víz</b>    | <b>cukor, teafűből kioldott anyagok</b> |
| <b>3. szódavíz („buborékos” ásványvíz)</b> | <b>víz</b>    | <b>szén-dioxid</b>                      |
| <b>4. pálinka</b>                          | <b>víz</b>    | <b>alkohol</b>                          |

**1. Kísérlet:** Ebben a kísérletben a konyhasó, az étolaj és a homok oldódását fogjátok vizsgálni vízben és benzinben. Az 1., a 2. és a 3. kémcsőben víz, a 4., az 5. és a 6. kémcsőben benzin van. Az 1. óraüvegen konyhasó van, a 2. számún homok. Az „O” jelű kémcsőben olaj (étolaj) van.

a) Az 1. és a 4. jelű kémcsővekbe tegyetek fél-fél kis vegyszereskanálnyi konyhasót.

b) Az „O” jelű kémcsőben lévő olaj felét öntsétek a 2. jelű kémcsőbe, a másik felét az 5. kémcsőbe.

c) A 3. és a 6. jelű kémcsővekbe tegyetek fél-fél kis vegyszereskanálnyi homokot.

Rázzátok össze a kémcsővek tartalmát.

**Tapasztalataitokat** (oldódik/nem oldódik) írjátok be a táblázatba! (A zárójelekben a kémcső száma szerepel.)

|                 | víz                    | benzin                 |
|-----------------|------------------------|------------------------|
| <b>konyhasó</b> | <b>(1) oldódik</b>     | <b>(4) nem oldódik</b> |
| <b>olaj</b>     | <b>(2) nem oldódik</b> | <b>(5) oldódik</b>     |
| <b>homok</b>    | <b>(3) nem oldódik</b> | <b>(6) nem oldódik</b> |

Az 1. Kísérlet tapasztalatait az alábbi fénykép mutatja:



**Magyarázatok:** A következő szövegben húzzátok át a ~~nem igaz~~ részeket!

a) A konyhasó és a víz esetében (1. kémcső) ~~végbemegy/nem megy végbe~~ az oldódás, mert a konyhasó és a víz részecskéi egy bizonyos-szempont szerint hasonlóak/nem hasonlóak.

A konyhasó és a benzin esetében (4. kémcső) ~~végbemegy/nem megy végbe~~ az oldódás, mert a konyhasó és a benzin részecskéi egy bizonyos-szempont szerint hasonlóak/nem hasonlóak.

b) Az olaj és a víz esetében (2. kémcső) ~~végbemegy/nem megy végbe~~ az oldódás (a két folyadék ~~nem válik külön/különválik~~), mert az olaj és a víz részecskéi egy bizonyos-szempont szerint hasonlóak/nem hasonlóak.

Az olaj és a benzin esetében (5. kémcső) ~~végbemegy/nem megy végbe~~ az oldódás (a két folyadék nem válik külön/különválik), mert olaj és a benzin részecskéi egy bizonyos-szempont szerint hasonlóak/nem hasonlóak.

c) A homok egyik oldószerben sem oldódik (3. és 6. kémcső), mert részecskéi között igen erős/igen gyenge kölcsönhatások vannak. A homoknak nincs oldószere, azaz oldhatatlan.

A vízzel keveredni képes részecskéket tartalmazó anyagokat „vízoldható”-nak, az olajokkal és zsírokkal keveredni képes anyagokat „zsíroidható”-nak nevezzük. A konyhasó tehát vízoldható/zsíroidható, a benzin pedig vízoldható/zsíroidható.

Megjegyzések:

- A kipróbálás során egyik kollégánk jó megoldásnak találta azt, hogy az óra elején felrajzolta a táblára a számozott kémcsöveket, megnevezve a tartalmukat is (annak érdekében, hogy a tanulók számára mindig egyértelmű legyen, melyik anyaggal is dolgoznak éppen).
- Az olaj és a víz összerázáskor emulziót képez, de utána azonnal elkezd szétválni. Ha magától értetődően szóba kerül, hogy az olaj a kisebb sűrűsége miatt úszik a víz felszínén, az természetesen jó. E feladatlap esetében azonban nem ez a lényeg, hanem a szétválás ténye. Mivel az összes kísérlet elvégzése elég feszes időbeosztást igényel, nem javasoljuk ezen az órán ezt a „kitérőt”.
- A kísérletek eredményeit a tanulók lefényképezhetik a mobiltelefonjaikkal, hogy otthon könnyebben fel tudják idézni a tapasztalataikat.

**2. Kísérlet:** Az „A” jelű kémcsőben lévő alkohol felét öntsétek a 3. jelű kémcsőbe, a másik felét az 6. kémcsőbe. Rázzátok össze a kémcsövek tartalmát és írájátok le a **tapasztalataitokat**.

3. kémcső: **A két folyadék nem válik szét (elegyedik). A homok az elegyben sem oldódik.**

6. kémcső: **A két folyadék nem válik szét (elegyedik). A homok az elegyben sem oldódik.**

**A 2. Kísérlet tapasztalatait az alábbi fénykép mutatja:**



**Magyarázat:** Az alkohol részecskéinek van vízoldható és zsíroidható része is. Az alkohol „kettős oldékonyságú”.

Megjegyzések:

- *Igaz, hogy a homok nélkül szerencsésebb lenne vizsgálni a folyadékok elegyedését, de akkor nagyon sok kémcsőre lenne szükség. Másrészt így legalább az is látszik, hogy a homok ezekben a folyadékelegyekben sem oldódik.*

**3. Kísérlet:** A „V” jelű kémcsőben víz, a „B” jelű kémcsőben benzín található. Tegyetek mindkettőbe egy-két kristályt a 3. óraüvegen lévő jódból. Rázzátok jól össze a kémcső tartalmát, majd írjátok le a **tapasztalataitokat!**

„V” jelű kémcső: **A folyadék kicsit sárgás színű. A kémcső alján oldatlan szilárd anyag marad.**

„B” jelű kémcső: **A folyadék lila színű. A kémcső alján nem marad oldatlan szilárd anyag.**

**A 3. Kísérlet tapasztalatait az alábbi fénykép mutatja:**



**Magyarázat:**

A jód a ~~vízben~~ **benzinben** oldódott jobban, tehát részecskéi a ~~víz~~ **benzín** részecskéihez hasonlítanak jobban<sup>15</sup>. A jód ~~vízoldható/zsírolható~~. A jód részecskéi ~~erősebb/gyengébb~~ kölcsönhatásba lépnek a víz részecskéivel, mint a benzín részecskéivel.

*Megjegyzések:*

- *A jódmolekulák és a benzínmolekulák között természetesen csak (gyenge) diszperziós kölcsönhatás jöhet létre. Azonban a szolvatáció során ezekből sok alakul ki.*
- *Fölmerülhet a tanulóknak az a kérdés, hogy vajon nem csak azért oldódott-e fel a jód teljesen a benzínben, mert mindössze néhány kristályt tettek bele. Ebben az esetben be lehet egy kémcsőben mutatni, hogy a benzín ennél sokkal több jódot is képes feloldani. Azonban akkor az oldat színe olyan sötét, hogy nagyon nehéz látni, mi történik benne. Másrészt ez vegyszerpocsékolást és a környezetet főlegesen terhelő mennyiségű hulladék keletkezését is eredményezné.*
- *Egyik kollégánk ezeket a tanuló kísérleteket kiegészítette a jód alkoholban való oldódásával. A jódot és a vizet tartalmazó egyik kémcsövet pedig eltették a következő óráig, hogy a tanulók megfigyelhessék azt, hogy a jód nagyon kis mértékben azért oldódik vízben is. Ezt úgy lehet magyarázni a „hasonló a hasonlóban oldódik jól” elv alapján, hogy a víz és a jód részecskéi nem hasonlítanak egymáshoz, hiszen a jód nem oldódik jól vízben (csak rosszul).*

**3. Kísérlet:** **[Csak a 3. típusú csoportoknak!]** A tálcatokon található anyagok felhasználásával tervezetek és hajtsatok végre egy kísérletet, amellyel el tudjátok dönteni, hogy a 3. óraüvegen lévő **jód inkább vízoldható vagy inkább zsírolható.**

<sup>15</sup> A magyarázat közös megbeszélésekor itt meg lehet jegyezni, hogy csak „egy bizonyos olyan szerkezeti szempontból” hasonlítanak jobban a jód részecskéi a benzín részecskéihez, mint a víz részecskéihez, amelyről a diákok a későbbiekben fognak tanulni.

**A kísérlet terve: Ha a jód zsiroidható, akkor oldódik benzinben. Tehát kb. ugyanannyi jódkristályt kell szórni a „V” jelű kémcsőbe, mint a „B” jelű kémcsőbe. Mindkét kémcsövet össze kell rázni.**

**Tapasztalat: A „V” jelű kémcsőben a folyadék kicsit sárgás színű. A kémcső alján oldatlan szilárd anyag marad.**

**A „B” jelű kémcsőben a folyadék lila színű. A kémcső alján nem marad oldatlan szilárd anyag.**

**Magyarázat: A jód a benzinben oldódott jobban, tehát részecskéi a benzin részecskéihez hasonlítanak jobban<sup>16</sup>. A jód inkább zsiroidható. A jód részecskéi gyengébb kölcsönhatásba lépnek a víz részecskéivel, mint a benzin részecskéivel.**

*Megjegyzések:*

- *A tanulók elvben más terveket is kigondolhatnak: pl. a vizes sóoldatba és a benzines olajba akarják tenni a jódot. Érdemes hagyni, hogy a megvalósításra érdemes terveket az adott csoportok kivitelezék, és aztán az osztállyal való frontális megbeszélés során ezeket is meg kell beszélni.*
- *Ha olajban szeretnék oldani a tanulók a jódot, arra célszerű azt válaszolni, hogy most csak a tálcán található vegyszerek állnak rendelkezésükre, és azokkal kivitelezhető kísérletet kell tervezniük. Egyébként olajban a jód tényleg jobban oldódik, mint vízben (sötétebb színű oldatot kapunk olajjal, mint vízzel), de az oldhatósága nem túl nagy. Ezért célszerű úgy szövegezni a feladatot, ahogy itt szerepel.*
- *Lehet, hogy a tanulók alkoholban is szeretnék kipróbálni a jód oldódását. Ha van rá idő, akkor ez tanári kísérletben mutatható be.*

**Egészítsétek ki a következő mondatokat!**

Az oldatok a **keverékek** csoportjába tartoznak, mert legalább **kétféle** anyagból állnak.

A cukor a teában keverés nélkül is feloldódik, mert **a részecskéik mozognak és el tudnak keveredni egymással.**

*Megjegyzések:*

- *Az óra végére a sok példa alapján a tanulók bizonyára gond nélkül megoldják a feladatlap utolsó feladatát.*
- *A fenti megállapítást összefüggésbe kell hozni az 1. feladatlap („A mi világunk – a részecskék világa”) megoldásakor tanultakkal. (Tehát azzal, hogy a részecskék állandóan mozognak.)*
- *Az óra időbeosztásától függően beszélgethetünk még arról, hogy milyen anyagok oldódnak jól benzinben vagy más szerves oldószerekben.*
- *Fölvethető az a kérdés is, hogy miért történtek gyakran balesetek, amikor a szerelők (gép)olajos ruháit benzinben (mint az olajok és zsírok jó oldószereiben) akarták kimosni. (A benzingőzők a levegővel robbanóelegyet képeznek, ami a dörzsöléskor keletkező szikra hatására is berobbanhat. Ezért használnak a vegytisztításhoz tetraklór-etént, amely nem gyúlékony és nem robbanásveszélyes.)*
- *Ha esetleg marad idő rá, akkor lehet arról is beszélni, hogy a meleg teában gyorsabban és több cukor is oldódik föl, mint a hideg teában. (Arról is szolt az 1. feladatlap, hogy a mozgás a magasabb hőmérsékleten intenzívebb.) Ha nem marad erre idő, az nem baj, mert az oldódás folyamatát, az azt kísérő energiaváltozásokat, valamint az oldódás mennyiségi viszonyait, illetve azt, hogy a gázok oldhatósága magasabb hőmérsékleten alacsonyabb, úgyszintén tárgyalni más tanórákon, ill. a 9. évfolyamon. Ezeket vezetik be az alábbi „Otthon elvégzendő kísérletek”.*

**Otthon elvégzendő kísérletek:**

**a) Kísérlet:** Este engedjétek egy üvegpohárba hideg csapvizet. Éjjel hagyjátok a meleg szobában állni azt. Reggel mit figyelhettek meg azon kívül, hogy a víz és a pohár is felmelegedett?

**Tapasztalat: Kis buborékok jelennek meg a folyadékban.**

Mi lehet a **magyarázat? A levegő gázai jobban oldódnak hideg vízben, mint melegben.**

*Megjegyzések:*

- *A feladatlapot kipróbáló egyik tanár tapasztalatai szerint ezzel a feladattal több tanulónak is problémája volt. Vagy nem tudták magyarázni, hogy mi az oka, hogy reggelre buborékokat látnak az este kiöntött vízben, vagy azzal magyarázták, hogy oxigéngáz keletkezett, mint a vízbontásakor a vízbontóban. Természetesen a következő óra elején a házi feladat helyes megoldásait meg kell beszélni. Ekkor fény derülhet az esetleges tévképzetekre is.*

---

<sup>16</sup> A magyarázat közös megbeszélésekor itt is meg lehet jegyezni, hogy csak „egy bizonyos olyan szerkezeti szempontból” hasonlítanak jobban a jód részecskéi a benzin részecskéihez, mint a víz részecskéihez, amelyről a diákok a későbbiekben fognak tanulni.

- Föl lehet hívni a diákok figyelmét arra is, hogy a testmelegnél jóval hidegebb vízben a szőrszálak felületén keletkeznek a buborékok. Ezekben is a vízben oldott gázok vannak, amelyekből a testünk melege hatására kevesebb oldódik, mint az eredeti hideg vízben. A szőrszálak felülete jó lehetőséget biztosít arra, hogy ezek a kis buborékok el kezdjenek képződni.

**b) Kísérlet:** Szórjatok a tenyeretekbe egy kiskanálnyi mosóport, csepegtessetek rá vizet! Mit éreztek azon kívül, hogy selymes, síkos tapintású lesz az anyag?

**Tapasztalat:** Meleget.

Mi lehet a **magyarázat**? Ez az oldódás hőfelszabadulással jár.

**c) Kísérlet:** Szórjatok a tenyeretekbe egy kiskanálnyi szalalkálit, csepegtessetek rá vizet! Mit éreztek?

**Tapasztalat:** Kissé hideget.

Mi lehet a **magyarázat**? Ez az oldódás hőelnyeléssel jár.

*Megjegyzések:*

- Az oldódást kísérő energiaváltozás szemléltetésére minden tankönyvben szereplő két kísérletet: a nátrium-hidroxid, illetve az ammónium-nitrát (vagy kálium-nitrát) oldását tanári demonstrációs kísérletnek javasoljuk.
- Egyik kollégánk jelezte, hogy sok diák nem tudta elvégezni ezeket a kísérleteket, mert náluk nem volt otthon szalalkáli, ill. mosópor helyett folyékony mosószeret használnak. Ebben az esetben ezeket is tanári kísérletként célszerű elvégezni, vagy pedig tanuló-kísérletként, de az oldódás energiaviszonyainak tanításakor.

**Gondolkodtató feladatok:** [Csak a 2. típusú csoportoknak!]

**1. feladat:** Gondolj a gulyásleves két folyadék rétegének a színére! Vajon a paprika vízzel oldható vagy zsíroldható? Tervezz egy kísérletet, amivel bizonyítani tudnád a feltételezésedet!

**Válasz:**

**A kísérlet terve:** A leves tetején lévő zsíros réteg sokkal pirosabb, mint az alsó vízesebb fázis. Tehát a piros paprika zsírban jobban oldódik, mint vízben. Ha a piros paprika inkább zsíroldékony, akkor jobban oldódik benzinben, mint vízben. Tehát két kémcsőbe azonos magasságban öntök vizet és benzint. Mindkettőbe kb. azonos mennyiségű piros paprikát szórok, majd összerázom.

**Várt tapasztalat:** A benzines oldat pirosabb, mint a vizes oldat.

**Magyarázat:** A piros paprika részecskéi inkább a benzin részecskéihez hasonlóak. Ezért a piros paprika inkább zsíroldható.

**2. feladat:** Egy kémcsőben sárgásbarna brómos víz van, fölötté pedig szintelen benzint. Összerázzuk a kémcső tartalmát. Kis idő múlva az alsó réteg szintelen, a felső sárgás barna. **Magyarázd** meg ennek a kísérletnek a **tapasztalatait!** (A brómos vízben a bróm az oldott anyag.)

**Válasz:** A bróm valamennyire vízben is oldódik, de benzinben sokkal jobban. Ennek oka az, hogy a bróm részecskéi (egy bizonyos szempont szerint) jobban hasonlítanak a benzin részecskéihez, mint a víz részecskéihez. Ezért összerázáskor a bróm részecskéi átmennek (átoldódnak) a vízből a benzinbe.

*Megjegyzések:*

- Megemlíthető, hogy valójában a piros paprikában nagyon sokféle részecske van, de közöttük valóban többségben vannak az inkább zsíroldhatóak.
- A halogének vízzel kémiai reakcióba is lépnek, de ezen a szinten ezt nem szükséges még említeni sem.
- Szorgalmi feladatként adhatók otthonra a következők:
  - a) Soroljatok fel olyan anyagokat, amelyek sem vízben, sem alkoholban, sem benzinben nem oldódnak.  
**Válasz:** pl. üveg, vas, arany, gránit stb.
  - b) Keresd meg az interneten, hogy milyen összetevői vannak az ablaktisztító folyadéknak és mi a szerepük.  
**Válasz:** Víz, szalmiákszesz, izopropil-alkohol. A víz a szilárd (pl. por), ill. a vízoldható szennyezés, a szalmiákszesz a zsírosabb szennyeződés eltávolítására szolgál, az alkohol pedig a párolgást (és ezért a száradást) gyorsítja.

## 4. feladatlap: Milyen tömény rum kell a Gundel-palacsintához?<sup>17</sup>

(Az első változatot készítette: Wajand Judit)

### Módszertani útmutató

**1. Téma:** Az oldatok összetétele (gyakorló óra)

**2. Felhasználás:** 7. osztály, 45 perces tanóra

**3. Szükséges előzetes ismeretek:**

- Az anyag részecsketermészete.
- Az anyagok halmazállapota, halmazállapot-változások.
- Az égés, gyulladáspont.
- Hőfejlődéssel és hőelnyeléssel járó folyamatok.
- Az anyagok fizikai és kémia tulajdonságai, fizikai folyamatok és kémiai reakciók.
- Oldódás, oldatok, oldékonyság.
- Az oldatok tömegszázalékban és térfogatszázalékban megadott összetételére vonatkozó számítások.

**4. Célok:**

- Motiváció: a kíváncsiság fölkeltése az oldatok töménysége és viselkedése közötti kapcsolat megismerése iránt.
- A kémia hasznának megértése az oldatok összetétele és a tulajdonságaik, felhasználhatóságuk közötti összefüggések megértésén keresztül.
- A számolási (kvantitatív) kémiai feladatok megoldási készségének fejlesztése.
- A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
- Munkavédelem: ismerkedés a tűzveszélyes oldószerekkel.

**5. Tananyag:**

- **Ismeret szint:**
  - A fizikai folyamatokat és a kémiai változásokat észrevehető hőfelszabadulás vagy hőelnyelés kísérheti.
  - A halmazállapot-változások mint fizikai folyamatok energiaviszonyai.
  - Az égés hőfelszabadulással járó kémiai reakció.
  - Az oldatok töménysége kifejezhető tömegszázalékban.
  - Ha az oldott anyag folyadék, akkor az oldatokat „elegy”-eknek nevezzük (pl. alkohol-víz elegy).<sup>18</sup>
  - A folyadékelegyek töménysége térfogatszázalékkal is megadható.
- **Megértés szint:**

<sup>17</sup> A jelen feladatlap készítésének kiindulópontja a "Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához, in: Szalay L. szerk., (2016), Kémiai kísérletek az általános iskolákban (digitális jegyzet), 3. fejezet, 212-216., ISBN 978-963-284-733-7,

[http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai\\_kiserletek\\_altalanos\\_iskolakban\\_0.pdf](http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai_kiserletek_altalanos_iskolakban_0.pdf)  
(2017. 07. 27.)

<sup>18</sup> A gázelegyekről a tanulók csak a 9. osztályban fognak tanulni részletesen. Az „elegykristály” fogalma nem tartozik a közoktatási kémia tananyagába.

- A halmazállapot-változásokat mindig hőfelszabadulás vagy hőelnyelés kíséri, mert az anyag belső energiája<sup>19</sup> az egyes halmazállapotokban különböző. Például ahhoz, hogy a folyadék részecskéi párologáskor kilépjenek a légtérbe a kötési energia legyőzése, azaz energiaközlés (hő) szükséges, ezért a párologás hőt von el a környezettől.
- Az azonos anyagi minőségű oldott anyagot és oldószert tartalmazó, de különböző töménységű oldatok eltérő kémiai (pl. éghetőség, fertőtlenítő hatás) és fizikai (pl. szín, sűrűség) tulajdonságokkal rendelkezhetnek. Ezért az azonos összetételű, de különböző töménységű oldatok hatásai is eltérőek (pl. gyógyszerek, mérgek, fiziológiás sóoldat).

#### Alkalmazás szint:

- Az anyagok fizikai és kémiai tulajdonságainak megkülönböztetése.
  - A fizikai folyamatok és a kémiai reakciók megkülönböztetése.
  - A hőfelszabadulással és hőelnyeléssel járó folyamatok megkülönböztetése.
  - Az oldott anyag és az oldószer mennyiségi arányainak megállapítása, azokból az oldat összetételének kiszámítása (tömegszázalék és térfogatszázalék).
  - Adott összetételű (tömegszázalékban és térfogatszázalékban megadott) oldatok készítése, és az ahhoz szükséges számítások elvégzése.
- **Magasabb rendű műveletek:**
    - A hőfelszabadulással és hőelnyeléssel járó folyamatokról, valamint az oldatok összetételének kiszámításáról, ill. adott összetételű oldatok készítéséről szerzett tudás használata a komplex természettudományos problémamegoldás során;
    - Annak belátása, hogy bizonyos célokra alkalmas, adott töménységű oldatok előállításához és felhasználásához ismerni kell azok pontos összetételét, az oldószer és az oldott anyag megfelelő mértékegységben kifejezett mennyiségeit, és az ezek kiszámításához szükséges matematikai összefüggéseket, műveleteket is.

#### 6. Módszertani megfontolások:

- A jelen feladatlapok alkalmazzák a természetismeret órákon a halmazállapot-változásokról, oldódásról, égésről, a hőfejlődéssel és hőelnyeléssel járó folyamatokról szerzett, majd a 7. osztályos kémia tananyagban ismételt és bővített ismereteket. A szükséges előzetes tudáshoz tartozik még a fizikai folyamatok és a kémiai reakciók megkülönböztetése, továbbá az **oldatok százalékos összetételére vonatkozó számolási feladatokkal** kapcsolatos fogalmak, műveletek is. Ezek a feladatlapok tehát nem bevezetik, hanem csak **ismélik és rögzítik** az oldatokra és azok összetételének megadására, illetve számítására vonatkozó fogalmakat, összefüggéseket.
- További cél az **érdeklődés fölkeltése**, az oldatok – töménységük (koncentrációjuk) által determinált – viselkedését, hatásait bemutató kísérleteken és megoldandó elméleti feladatokon keresztül. A feladatlapok címe egy mindennapi életből ismert **oldat** (az etil-alkohol–víz elegy) **töménységével összefüggő tulajdonságával** (éghetőség) **kapcsolatos problémafelvetés**. A feladatok ezen keresztül **alkalmaztatják az oldatok térfogatszázalékos összetétele kiszámításának** és azok alapján való **megkülönböztetésének** képességét.
- Ebben az életkorban még **célszerű kerülni az idegen szavak használatát**. Ezért javasoljuk az exoterm/endoterm szavak helyett a **hőfelszabadulással/hőelnyeléssel járó** kifejezések használatát. Az (anyagmennyiség)koncentráció ezen a szinten még nincs bevezetve, így csak az oldatok **töménységéről** beszélhetünk.
- Az „etil-alkohol” kifejezés helyett az egyszerűség kedvéért a feladatlapokon következetesen az **„alkohol”** kifejezés szerepel. Ez a tanulók számára a hétköznapi életből ismert előfogalom. Ennek további finomításához ebben az életkorban még nem áll rendelkezésre a szükséges előzetes tudás.

<sup>19</sup> Pontosabban: a belső energia kötési része (de ezen a szinten ezt természetesen nem kell tárgyalni).



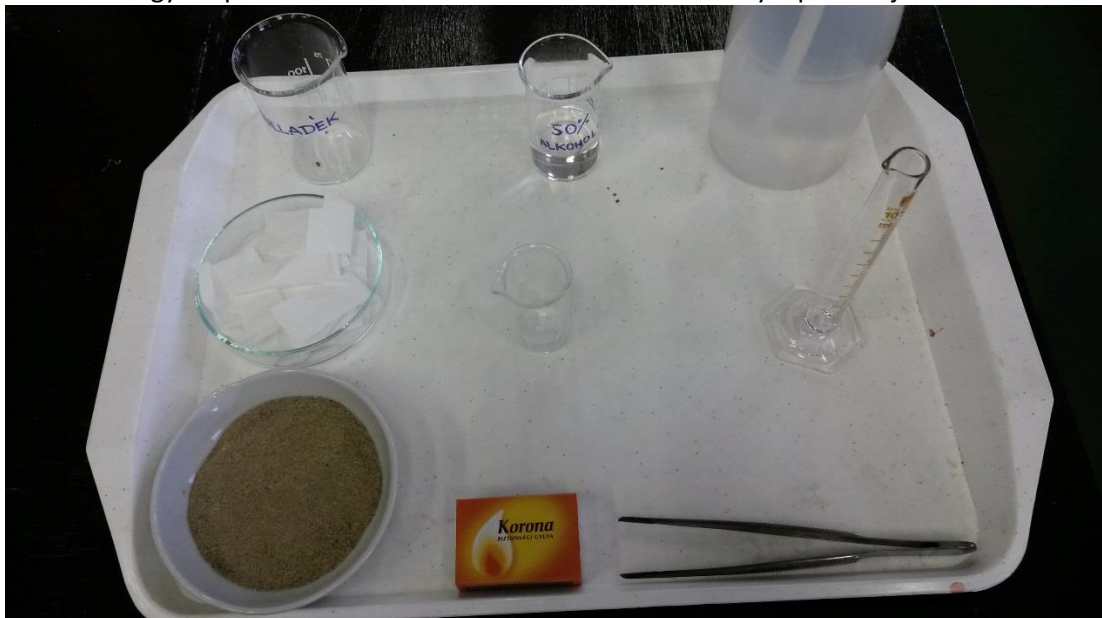
- Az etil-alkohol és a víz, valamint a különböző összetételű etil-alkohol–víz elegyek keverése során bekövetkező térfogatkontrakció ilyen mérőeszközök és térfogatok alkalmazásakor nem mutatható ki. Az általános iskolában nem foglalkozunk vele, de fel lehet rá hívni a figyelmet.
- A feladatlapokon szereplő **tanulókísérleteket megelőző** valamelyik **kémiaórán** az érdeklődés fölkelése végett el lehet végezni a következő, a párolgásra, a párolgás hőelvonó hatására vonatkozó **tanári kísérletet**. (Ez azonban nem feltétlenül szükséges, mivel a tanulókísérleti feladatlapon lévő 1. kísérlet során is megtapasztalják a diákok a párolgás hőelvonó hatását.) Az alábbi demonstrációs kísérletnek nincs helye a feladatlapon, ezért bemutatás esetén ezt a kísérletet, a tapasztalatot és a magyarázatot a tanulóknak a saját füzetükbe kell lejegyezniük.
  - **Kísérlet:** Műanyag tálcán elhelyezett írásvetítő fóliadarabra cseppentsünk kb. 10 csepp, jégkockával előzetesen lehűtött vizet, és helyezzünk rá egy Petri-csészét oly módon, hogy a víz szétnyomódjon a Petri-csésze alján. Öntsünk a Petri-csészébe annyi dietil-étert, hogy betöltse az edény alját. A Petri-csészét nyomjuk a fóliához, és közben fújjunk levegőáramot az éter felszínére egészen addig, amíg az összes éter elpárolog. Ezután emeljük meg a Petri-csészét és figyeljük meg, mi történik.
  - **Tapasztalat:** A Petri-csészével együtt a fólialapot is megemeljük, mert ráfagyott a csésze aljára.
  - **Magyarázat:** Az éter intenzív párolgása miatt (amit a fújással is gyorsítottunk) az éter és a Petri-csésze is annyira lehűlt, hogy a csésze alatt levő víz megfagyott, így a csésze odafagyott a fóliához.  
A megemelt Petri-csészét, alján az odafagyott fóliával az alábbi fénykép mutatja be.



#### 7. Technikai segédlet:

- **Anyagok és eszközök a tanulókísérleti óra előtti kémiaórán elvégezhető tanári kísérlethez:**
  - jeges víz
  - dietil-éter
  - írásvetítő fólialap
  - Petri-csésze
  - műanyag tálca
  - cseppentő
- **Anyagok és eszközök az 1. tanulókísérlethez a tanár számára (az alkoholba mártott vattacsomók elkészítéséhez):**

- 100 térfogatszázalékos vagy 96 térfogatszázalékos etil-alkohol<sup>20</sup>
  - főzőpohár 100 cm<sup>3</sup>-es
  - óraüveg
  - vatta
  - cseppentő vagy csipesz
- **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként):**
    - 50 térfogatszázalékos etil-alkohol–víz elegy
    - víz
    - homok
    - papírzsebkendő-darabok (1×5 cm-es)
    - főzőpohár 25 cm<sup>3</sup>-es
    - főzőpohár 50 cm<sup>3</sup>-es
    - főzőpohár 100 cm<sup>3</sup>-es
    - mérőhenger 10 cm<sup>3</sup>-es (vagy 10 cm<sup>3</sup> térfogatú műanyag fecskendő)
    - csipesz
    - gyufa
    - (teamécses)
    - porcelántál
    - cseppentő
  - **Előkészítés**
    - A tanulókísérleteket 3-5 fős (optimális esetben 4 fős) csoportokban célszerű végezteni.
    - Csoportonként az 50 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárba öntünk az 50 térfogatszázalékos etil-alkohol–víz elegyből kb. 30 cm<sup>3</sup>-t.
    - Az egy csoport számára előkészített tálcat az alábbi fénykép mutatja be.



- Az osztály (tanulócsoport) minden tagja számára ki kell nyomtatni az előzetes beosztásnak megfelelő típusú feladatlapot (a piros betűs szöveg törlése után) és 1 példányban a tanári változatot is.

<sup>20</sup> A kísérlethez jól használható a MOLAR Chemical Kft (2314 Halásztelek, Árpád u. 1.) által forgalmazott denaturál szesz (irányár 1.500 Ft/liter).

- **Balesetvédelem**
  - Mivel lehetséges, hogy a diákok életében ez az első tanulókísérlet, amely nyílt láng használatát igényli, és az alkohol tűzveszélyes, nagyon fontos az ezzel kapcsolatos tűz- és balesetvédelmi szabályok átismétlése. Az etil-alkohol kékes lángja (különösen napsütésben) rosszul látszik. Ezért fokozottan kell ügyelni a tűz- és balesetvédelmi előírások betartására, amelyeket a tanulókísérletek előtt át kell ismételni. A hosszú hajakat hátul össze kell fogni, és távol kell tartani a lángtól mindenféle más gyúlékony anyagot is, ami váratlan tüzet okozhatna. A hosszú hajú tanulók számára legyenek készen erre a célra befőttes gumik.
  - A tanulók vigyázzanak arra, hogy alkoholba mártott papír zsebkendő kicsöpögtetése szigorúan a pohár felett történjen, mert az asztalra vagy tálcára csöpögött alkohol gyulladásveszélyes lehet.
  - Arra is kell figyelni, hogy a felhasznált alkoholt a tanulók ne öntsék magukra vagy egymásra, illetve a meggyújtott és égő papír zsebkendőt szigorúan a homokos tál felett tartsák a csipesszel.
  - Az égő gyufát eldobni tilos, elfújás után a homokos tálra kell tenni.
  - Az etil-alkohol–víz elegy a felhasznált összetételben és mennyiségben nem okoz súlyos mérgezést, de természetesen meginni nem szabad (mint ahogy semmilyen más vegyszert sem, amivel kísérletezünk).
  
- **Hulladékkezelés**
  - A keletkező hulladékok nagy hígításban veszélytelenek, ezért a laboratóriumi mosogatóba is kiönthetők.
  - A használt papír zsebkendőt és gyufát a hulladékgyűjtő kosárba lehet dobni.

### Milyen tömény rum kell a Gundel-palacsintához? (1. típus: receptszerű változat)

**Kémiai ismereteinket** felhasználhatjuk a köznapi életben lejátszódó **folyamatok megértésére, előidézésére vagy befolyásolására**. Az **oldatok összetétele, töménysége meghatározza tulajdonságait**, tehát azt is, hogy **mire használhatók**. Példaként most kísérletekkel vizsgáljuk meg az alkohol vizes oldatának (az alkohol-víz elegyének) az összetétele és éghetősége közötti összefüggést. Ennek kapcsán gyakoroljuk az **oldatok összetételével kapcsolatos számításokat** is.

**1. Kísérlet:** Simítsátok végig a csuklótok belső felületét alkoholba mártott vattával. Mit éreztek?

**Tapasztalat:**.....

**Magyarázat:** .....

A feladatlapon a szövegekben a **választási lehetőségek** közül **mindig a ~~nem igaz~~ részeket húzzátok át!**

A párolgás **hőfejlődéssel/hőelnyeléssel** járó halmazállapot-változás.

**2. Kísérlet:** Öntsetek egy keveset az 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyből a kisebb főzőpohárba. A papírsebkenő-darabot csipesszel megfogva mártsátok ebbe az oldatba. Emeljétek ki, és hagyjátok a folyadékot visszacsöpögni a főzőpohárba. Gyújtsátok meg a gyufát, és a homokot tartalmazó porcelántál fölött tartsátok a lángba az alkohol-víz elegybe mártott papírdarabot, majd vegyétek ki onnan, tegyétek a homokra és figyeljétek meg a változást! Az elaludt gyufát is dobjátok a homokra.

**Tapasztalat:** A lángba tartott, 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegybe mártott papírdarab **meggyullad/nem gyullad meg**, és a lángból kivéve **tovább ég/azonnal elalszik**. A kísérlet végére a papír **elég/nem ég el**.

**Magyarázat:** Az alkohol-víz elegyben **az alkohol/a víz** az éghető összetevő. Az égés **hőtermelő/hőelnyelő fizikai/kémiai** folyamat. A párolgás **hőtermelő/hőelnyelő fizikai/kémiai** folyamat. A papír azért nem égett el, mert **az égés/a párolgás** elvonta **az égés/a párolgás** során felszabaduló hőt.

**3. Kísérlet:** A 2. Kísérletben használt alkohololdatot öntsétek ki a hulladékgyűjtőként szolgáló nagyobb főzőpohárba. Mérjétek ki  $5\text{ cm}^3$  50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyet a mérőhengerbe és vízzel egészítsétek ki a térfogatát  $10\text{ cm}^3$ -re. Öntsétek az így hígított oldatot a kisebb főzőpohárba és óvatosan rázzátok össze. Mártsátok bele egy száraz papírsebkenő-darabot, és lecsöpögtetés után tartsátok a homoktól fölött a gyufa lángjába pár pillanatra, majd tegyétek a homokra.

**Tapasztalat:** Az alkohololdatba mártott papír a lángba tartva **meggyullad/nem gyullad meg**.

**Magyarázat:** A kétszeres térfogatúra hígított alkohol-víz elegy töménysége **kétszerese/fele** az 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyének, azaz ..... térfogatszázalékos. Az ilyen összetételű alkohol-víz elegy **meggyújtható/nem gyújtható meg**.

**4. Kísérlet:** A Gundel-palacsinta csokiszószába rumot szoktak tenni és tálaláskor meggyújtják. A rumban található alkohol ilyenkor szép, kék lánggal ég, és jellegzetes ízt kölcsönöz az ételnek. Tegyük fel, hogy a csokiszószt térfogatának a fele a rum. Ebben a kísérletben azt határozzuk meg, hogy **legalább milyen töménységű rumot** kell vásárolni ahhoz, hogy a csokiszószt már éppen **meggyújtható** legyen.

Ehhez ismételjétek meg a 3. Kísérletet úgy, hogy a mérőhengerben vízzel mindig  $10\text{ cm}^3$ -re hígítottok:

a)  $9\text{ cm}^3$

b)  $8\text{ cm}^3$

c)  $7\text{ cm}^3$

d)  $6\text{ cm}^3$

50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyet.

Minden hígítást a csoport más-más tagja végezzen! Mind a négy esetben rázzátok össze a kis főzőpohárban az elegyet, és próbáljátok meggyújtani a beléjük mártott papírsebkenő-darabot.

**Tapasztalatok:**

- a)..... b) .....  
c)..... d) .....

**Magyarázat:** Végezzétek el a számolásokat és **egészítsétek ki** az alábbi szöveget!

- a) A  $9\text{ cm}^3$  50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyben  $4,5\text{ cm}^3$  alkohol van. Az oldat teljes térfogata  $10\text{ cm}^3$ . Ennek a  $4,5\text{ cm}^3$  alkohol a  $\frac{4,5}{10} \times 100\% = 45\%$ -a. Tehát ez az oldat ..... térfogatszázalékos.  
b) A  $8\text{ cm}^3$  50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyben .....  $\text{cm}^3$  alkohol van. Az oldat teljes térfogata  $10\text{ cm}^3$ . Ennek a .....  $\text{cm}^3$  alkohol a  $\frac{\dots}{10} \times 100\% = \dots\%$ -a. Tehát ez az oldat ..... térfogatszázalékos.  
c)  $7\text{ cm}^3$  50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyben .....  $\text{cm}^3$  alkohol van. Az oldat teljes térfogata  $10\text{ cm}^3$ . Ennek a .....  $\text{cm}^3$  alkohol a ..... = ... %-a. Tehát ez az oldat ..... térfogatszázalékos.  
d)  $6\text{ cm}^3$  50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyet  $4\text{ cm}^3$  vízzel hígítva az oldat ..... térfogatszázalékos.

**Következtetés:** Az elegy alkoholtartalmának legalább..... térfogatszázaléknak kell lennie ahhoz, hogy meggyújtható legyen. Mivel a csokiszósznak csak a fele a rum, **a rumnak legalább ..... térfogatszázalék alkoholt kell tartalmaznia.**

**Házi feladat:**

- a) Vajon mi történne és miért, ha a kísérletek során a papírzsebkendő-darabot 100 térfogatszázalékos alkoholba mártanánk, lecsöpögés után pár pillanatra beletartanánk a lángba, majd kivennénk onnan?  
.....  
b) A boltban többféle töménységű éteteletet is lehet kapni. Szerinted mi az oka annak, hogy a  $100\text{ cm}^3$ -ben 15 g ecetnél több ecetet tartalmazó elegy nem készülhetett baktériumokkal való erjesztéssel?  
.....

**Milyen tömény rum kell a Gundel-palacsintához?**  
(2. típus: receptszerű változat + elméleti problémamegoldás)

**Kémiai ismereteinket** felhasználhatjuk a köznapi életben lejátszódó **folyamatok megértésére, előidézésére vagy befolyásolására**. Az **oldatok összetétele, töménysége meghatározza tulajdonságaikat**, tehát azt is, hogy **mire használhatók**. Példaként most kísérletekkel vizsgáljuk meg az alkohol vizes oldatának (az alkohol-víz elegynek) az összetétele és éghetősége közötti összefüggést. Ennek kapcsán gyakoroljuk az **oldatok összetételével kapcsolatos számításokat** is.

**1. Kísérlet:** Simítsátok végig a csuklótok belső felületét alkoholba mártott vattával. Mit éreztek?

**Tapasztalat:**.....

**Magyarázat:** .....

A feladatlapon a szövegekben a **választási lehetőségek** közül **mindig** a ~~nem igaz~~ részeket **húzzátok át!**

A párolgás **hőfejlődéssel/hőelnyeléssel** járó halmazállapot-változás.

**2. Kísérlet:** Öntsetek egy keveset az 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyből a kisebb főzőpohárba. A papírsebkenő-darabot csipesszel megfogva mártsátok ebbe az oldatba. Emeljétek ki, és hagyjátok a folyadékot visszacsöpögni a főzőpohárba. Gyújtsátok meg a gyufát, és a homokot tartalmazó porcelántál fölött tartsátok a lángba az alkohol-víz elegybe mártott papírdarabot, majd vegyétek ki onnan, tegyétek a homokra és figyeljétek meg a változást! Az elaludt gyufát is dobjátok a homokra.

**Tapasztalat:** A lángba tartott, 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegybe mártott papírdarab **meggyullad/nem gyullad meg** és a lángból kivéve **tovább ég/azonnal elalszik**. A kísérlet végére a papír **elég/nem ég el**.

**Magyarázat:** Az alkohol-víz elegyben **az alkohol/a víz** az éghető összetevő. Az égés **hőtermelő/hőelnyelő fizikai/kémiai** folyamat. A párolgás **hőtermelő/hőelnyelő fizikai/kémiai** folyamat. A papír azért nem égett el, mert **az égés/a párolgás** elvonta **az égés/a párolgás** során felszabaduló hőt.

**3. Kísérlet:** A 2. Kísérletben használt alkohololdatot öntsétek ki a hulladékgyűjtőként szolgáló nagyobb főzőpohárba. Mérjétek ki  $5\text{ cm}^3$  50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyet a mérőhengerbe és vízzel egészítsétek ki a térfogatát  $10\text{ cm}^3$ -re. Öntsétek az így hígított oldatot a kisebb főzőpohárba és óvatosan rázzátok össze. Mártsatok bele egy száraz papírsebkenő-darabot, és lecsöpögtetés után tartsátok a homoktál fölött a gyufa lángjába pár pillanatra, majd tegyétek a homokra.

**Tapasztalat:** Az alkohololdatba mártott papír a lángba tartva **meggyullad/nem gyullad meg**.

**Magyarázat:** A kétszeres térfogatúra hígított alkohol-víz elegy töménysége **kétszerese/fele** az 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyének, azaz ..... térfogatszázalékos. Az ilyen összetételű alkohol-víz elegy **meggyújtható/nem gyújtható meg**.

**4. Kísérlet:** A Gundel-palacsinta csokiszószába rumot szoktak tenni és tálaláskor meggyújtják. A rumban található alkohol ilyenkor szép, kék lánggal ég, és jellegzetes ízt kölcsönöz az ételnek. Tegyük fel, hogy a csokiszósz térfogatának a fele a rum. Ebben a kísérletben azt határozzuk meg, hogy **legalább milyen töménységű rumot** kell vásárolni ahhoz, hogy a csokiszósz már éppen **meggyújtható** legyen.

Ehhez ismételjétek meg a 3. Kísérletet úgy, hogy a mérőhengerben vízzel mindig  $10\text{ cm}^3$ -re hígítottok:

a)  $9\text{ cm}^3$

b)  $8\text{ cm}^3$

c)  $7\text{ cm}^3$

d)  $6\text{ cm}^3$

$50\text{ térfogatszázalékos}$  alkohol-víz elegyet.

Mind a négy esetben rázzátok össze a kis főzőpohárban az elegyet, és próbáljátok meggyújtani a beléjük mártott papírsebkenő-darabot.

### Tapasztalatok:

- a)..... b) .....  
c)..... d) .....

**Magyarázat:** Végezzétek el a számolásokat és **egészítsétek ki** az alábbi szöveget!

- a) A  $9 \text{ cm}^3$  50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyben  $4,5 \text{ cm}^3$  alkohol van. Az oldat teljes térfogata  $10 \text{ cm}^3$ . Ennek a  $4,5 \text{ cm}^3$  alkohol a  $\frac{4,5}{10} \times 100\% = 45\%$ -a. Tehát ez az oldat ..... térfogatszázalékos.  
b) A  $8 \text{ cm}^3$  50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyben .....  $\text{cm}^3$  alkohol van. Az oldat teljes térfogata  $10 \text{ cm}^3$ . Ennek a .....  $\text{cm}^3$  alkohol a  $\frac{\quad}{10} \times 100\% = \dots\%$ -a. Tehát ez az oldat ..... térfogatszázalékos.  
c)  $7 \text{ cm}^3$  50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyben .....  $\text{cm}^3$  alkohol van. Az oldat teljes térfogata  $10 \text{ cm}^3$ . Ennek a .....  $\text{cm}^3$  alkohol a ..... = ... %-a. Tehát ez az oldat ..... térfogatszázalékos.  
d)  $6 \text{ cm}^3$  50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyet  $4 \text{ cm}^3$  vízzel hígítva az oldat ..... térfogatszázalékos.

**Következtetés:** Az elegy alkoholtartalmának legalább..... térfogatszázaléknak kell lennie ahhoz, hogy meggyújtható legyen. Mivel a csokiszósznak csak a fele a rum, **a rumnak legalább .....** **térfogatszázalék alkoholt kell tartalmaznia.**

### Házi feladat:

a) Vajon mi történne és miért, ha a kísérletek során a papírzsebkendő-darabot 100 térfogatszázalékos alkoholba mártanánk, lecsöpögés után pár pillanatra beletartanánk a lángba, majd kivennénk onnan?

b) A boltban többféle töménységű ecetet is lehet kapni. Szerinted mi az oka annak, hogy a  $100 \text{ cm}^3$ -ben 15 g ecetnél több ecetet tartalmazó elegy nem készülhetett baktériumokkal való erjesztéssel?

### Gondolkodtató feladatok

1. Vannak esetek, amikor nagyon fontos tudni az oldatok töménységét. Például az infúzióhoz tiszta konyhasóból (kémiai nevén: nátrium-klorid) 0,9 tömegszázalékos oldatot készítenek. Akár hígabb, akár töményebb ennél az oldat, az halálos következményekkel járhat. Tervezz egy kísérletet, amivel meg tudnád határozni, hogy egy oldat konyhasóra nézve hány tömegszázalékos.

A kísérlet terve:.....

A megméréendő **adatok**:.....

A **számolás** menete: .....

2. A szőlő és a gyümölcsök cukortartalmát az élesztőgombák alakítják alkohollá. Azonban túl nagy alkoholtartalom esetén az élesztőgombák elpusztulnak. Tervezz egy kísérletet annak eldöntésére, hogy hány térfogatszázalék az a legnagyobb alkoholtartalom, aminek a jelenlétében még képesek az élesztőgombák szaporodni. (A boltban vásárolható élesztőben lévő élesztőgombák jól szaporodnak híg, langyos vízből és cukorból készült oldatban. Szaporodásuk közben szén-dioxid-gáz fejlődik.)

A kísérlet terve:.....

Várt **tapasztalat**:.....

**Magyarázat**: .....

**Milyen tömény rum kell a Gundel-palacsintához? (3. típus: kísérlettervező változat)**

**Kémiai ismereteinket** felhasználhatjuk a köznapi életben lejátszódó  **folyamatok megértésére, előidézésére vagy befolyásolására**. Az  **oldatok összetétele, töménysége meghatározza tulajdonságaikat**, tehát azt is, hogy  **mire használhatók**. Példaként most kísérletekkel vizsgáljuk meg az alkohol vizes oldatának (az alkohol-víz elegynek) az összetétele és éghetősége közötti összefüggést. Ennek kapcsán gyakoroljuk az  **oldatok összetételével kapcsolatos számításokat** is.

**1. Kísérlet:** Simítsátok végig a csuklótok belső felületét alkoholba mártott vattával. Mit éreztek?

**Tapasztalat:**.....

**Magyarázat:** .....

A feladatlapon a szövegekben a **választási lehetőségek** közül **mindig a ~~nem igaz~~ részeket húzzátok át!**

A párolgás **hőfejlődéssel/hőelnyeléssel** járó halmazállapot-változás.

**2. Kísérlet:** Öntsétek egy keveset az 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyből a kisebb főzőpohárba. A papírsebkendő-darabot csipesszel megfogva mártsátok ebbe az oldatba. Emeljétek ki, és hagyjátok a folyadékot visszacsöpögni a főzőpohárba. Gyűjtsátok meg a gyufát, és a homokot tartalmazó porcelántál fölött tartsátok a lángba az alkohol-víz elegybe mártott papírdarabot, majd vegyétek ki onnan, tegyétek a homokra és figyeljétek meg a változást! Az elaludt gyufát is dobjátok a homokra.

**Tapasztalat:** A lángba tartott, 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegybe mártott papírdarab **meggyullad/nem gyullad meg** és a lángból kivéve **tovább ég/azonnal elalszik**. A kísérlet végére a papír **elég/nem ég el**.

**Magyarázat:** Az alkohol-víz elegyben **az alkohol/a víz** az éghető összetevő. Az égés **hőtermelő/hőelnyelő fizikai/kémiai** folyamat. A párolgás **hőtermelő/hőelnyelő fizikai/kémiai** folyamat. A papír azért nem égett el, mert **az égés/a párolgás** elvonta **az égés/a párolgás** során felszabaduló hőt.

**3. Kísérlet:** A 2. Kísérletben használt alkohololdatot öntsétek ki a hulladékgyűjtőként szolgáló nagyobb főzőpohárba. Mérjétek ki 5 cm<sup>3</sup> 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyet a mérőhengerbe és vízzel egészítsétek ki a térfogatát 10 cm<sup>3</sup>-re. Öntsétek az így hígított oldatot a kisebb főzőpohárba és óvatosan rázzátok össze. Mártsátok bele egy száraz papírsebkendő-darabot, és lecsöpögtetés után tartsátok a homoktál fölött a gyufa lángjába pár pillanatra, majd tegyétek a homokra.

**Tapasztalat:** Az alkohololdatba mártott papír a lángba tartva **meggyullad/nem gyullad meg**.

**Magyarázat:** A kétszeres térfogatúra hígított alkohol-víz elegy töménysége **kétszerese/fele** az 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyének, azaz ..... térfogatszázalékos. Az ilyen összetételű alkohol-víz elegy **meggyújtható/nem gyújtható meg**.

**4. Kísérlet:** A Gundel-palacsinta csokiszószába rumot szoktak tenni és tálaláskor meggyújtják. A rumban található alkohol ilyenkor szép, kék lánggal ég, és jellegzetes ízt kölcsönöz az ételnek. Tegyük fel, hogy a csokiszósz térfogatának a fele a rum. Tervezzetek egy kísérletsorozatot, amellyel meghatározzátok, hogy **legalább milyen töménységű rumot** kell vásárolni ahhoz, hogy a csokiszósz már éppen **meggyújtható** legyen.

**A kísérletsorozat terve:**.....

.....

.....

.....



**Tapasztalatok:**.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Magyarázat:**.....  
.....

Minta a **számítások** elvégzéséhez:

A ... cm<sup>3</sup> 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyben ... cm<sup>3</sup> alkohol van. Az oldat teljes térfogata ... cm<sup>3</sup>.

Ennek a ..... cm<sup>3</sup> alkohol a  $\frac{\dots}{\dots} \times 100\% = \dots\%$ -a. Tehát ez az oldat ..... térfogatszázalékos.

**Következtetés:** Az elegy alkoholtartalmának legalább..... térfogatszázaléknak kell lennie ahhoz, hogy meggyújtható legyen. Mivel a csokiszósznak csak a fele a rum, **a rumnak legalább ..... térfogatszázalék alkoholt kell tartalmaznia.**

**Házi feladat:**

**a)** Vajon mi történne és miért, ha a kísérletek során a papírsebkendő-darabot 100 térfogatszázalékos alkoholba mártanánk, lecsöpögés után pár pillanatra beletartanánk a lángba, majd kivennénk onnan?

**b)** A boltban többféle töménységű ételcetet is lehet kapni. Szerinted mi az oka annak, hogy a 100 cm<sup>3</sup>-ben 15 g ecetnél több ecetet tartalmazó elegy nem készülhetett baktériumokkal való erjesztéssel?

## Milyen tömény rum kell a Gundel-palacsintához? (tanári változat)

Kémiai ismereteinket felhasználhatjuk a köznapi életben lejátszódó **folyamatok megértésére, előidézésére vagy befolyásolására**. Az **oldatok összetétele, töménysége meghatározza tulajdonságaikat**, tehát azt is, hogy **mire használhatók**. Példaként most kísérletekkel vizsgáljuk meg az alkohol vizes oldatának (az alkohol-víz elegyének) az összetétele és éghetősége közötti összefüggést. Ennek kapcsán gyakoroljuk az **oldatok összetételével kapcsolatos számításokat** is.

**1. Kísérlet:** Simítsátok végig a csuklótok belső felületét alkoholba mártott vattával. Mit éreztek?

**Tapasztalat:** Hideget/lehülést (az alkoholos vattával megsimított bőr felületén).

**Magyarázat:** Az alkohol párolgása hőt von el a bőrünkől.

Megjegyzések:

- **A tanulók által beírandó vagy kiválasztott helyes ill. lehetséges válaszokat aláhúzással jelöljük.**
- Célszerű, ha a kis vattacsomókat a tanár mártja bele az abszolút vagy 96%-os alkoholba (mialatt a diákok elolvassák a feladatlap bevezető szövegét és az 1. Kísérletet), és utána odaad egyet-egyet minden tanulócsoportnak. Nem tanácsos abszolút vagy 96 %-os alkoholt helyezni a diákok tálcájára, mivel az tűzveszélyes, és lehetséges, hogy a tanulók most végeznek először égéssel kapcsolatos kísérleteket. Ha minden tálcára kerülne abszolút alkohol, az jelentősen növelné a szükséges alkohol mennyiségét is, és ezzel megdrágítaná a kísérlet elvégzését.
- Igaz, hogy egy fontos balesetvédelmi szabály szerint a vegyszerek nem érintkezhetnek a bőrfelülettel. Azonban az orvosi rendelőben az injekció adása előtt éppen alkoholos vattával tisztítják meg a bőrfelületet. Erre az alkohol azért is alkalmas, mert a vízben és a zsírban oldódó szennyeződések is oldani képes. (Itt vissza lehet utalni a 3. feladatlap kapcsán tanultakra, miszerint az alkohol „kettős oldékonyságú”). Másrészt az alkohol sejtméreg, ami nagy töménységben elpusztítja az élő szervezeteket, tehát a bőrfelületen lévő, szemmel láthatatlan kórokozókat is. Harmadrészt viszont ilyen kis mennyiségben a bőrfelületen keresztül nem okoz egészségkárosodást.
- A magyarázat frontális megbeszélésekor emlékeztetni lehet a tanulókat arra a hétköznapi tapasztalatra, hogy fürdés után a vízből kilépve egy idő múlva a bőrünk megszárad, de száradás közben kicsit fázunk még jó melegben is. Ilyenkor a testünk felületéről elpárolog a rátapadt víz. A párolgáshoz hőt vesz fel a folyadék a környezettől. Ha a bőrünkről párolog el a víz, a hőt a testünk adja át, azért fázunk. A tanár időmegtakarítás céljából dönthet úgy is, hogy az 1. kísérlet elvégzése helyett egyszerűen emlékezteti a tanulókat arra, hogy ha kilépnek a vízből, akkor a bőrükön lévő víz párolgása lehűti a testüket.

A feladatlapon a szövegekben a **választási lehetőségek** közül **mindig a nem igaz** részeket **húzzátok át!**

A párolgás ~~hőfejléssel/hőelnyeléssel~~ járó halmazállapot-változás.

**2. Kísérlet:** Öntsetek egy keveset az 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyből a kisebb főzőpohárba. A papírsebkendő-darabot csipesszel megfogva mártsátok ebbe az oldatba. Emeljétek ki, és hagyjátok a folyadékot visszacsöpögni a főzőpohárba. Gyújtsátok meg a gyufát, és a homokot tartalmazó porcelántál fölött tartsátok a lángba az alkohol-víz elegybe mártott papírdarabot, majd vegyétek ki onnan, tegyétek a homokra és figyeljétek meg a változást! Az elaludt gyufát is dobjátok a homokra.

**Tapasztalat:** A lángba tartott, 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegybe mártott papírdarab ~~meggyullad/nem gyullad meg~~ és a lángból kivéve ~~tovább ég/azonnal elalszik~~. A kísérlet végére a papír ~~elég/nem ég el~~.

**Magyarázat:** Az alkohol-víz elegyben ~~az alkohola víz~~ az éghető összetevő. Az égés ~~hőtermelő/hőelnyelő fizikai/kémiai~~ folyamat. A párolgás ~~hőtermelő/hőelnyelő fizikai/kémiai~~ folyamat. A papír azért nem égett el, mert ~~az égés/a párolgás~~ elvonta az égés/a párolgás során felszabaduló hőt.

Megjegyzések:

- Gyorsítja a kísérlet elvégzését, ha a tanár frontálisan (az egyik csoport eszközeit és anyagait használva) bemutatja, hogy pontosan mit és hogyan kell tenni.
- Az elegy víztartalmának elpárolgásához hő kell, amit az alkohol égése során felszabaduló hő fedez. Ez a hő azonban nem elegendő még arra is, hogy a papír a gyulladási hőmérsékletre melegedjen fel.
- Bár a párolgás hőelvonó hatásáról már 6. évfolyamon természetismeretből tanulnak a diákok, és a kísérlet nem elsősorban ennek bizonyításáról szól, mindenképpen szükséges a feladatlap elvégzése előtt feleleveníteni az erre vonatkozó ismereteket. Erre szolgálhat a fenti 1. Kísérlet.
- Mivel a tanulók lánggal dolgoznak, nagyon fontos a balesetvédelmi utasítások pontos betartása!
- Már a tanulókísérletek előkészítése előtt ki kell próbálni, hogy az 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegy készítéséhez használt etil-alkohol tényleg olyan töménységű-e, mint amilyennek az üveg címkéjén föl van tüntetve. Egyik kollégánk tapasztalata szerint az egyik frissen felbontott üvegben 96%-os helyett kb. 75%-os alkohol volt.
- Kollégáink tapasztalatai szerint (érthető módon) rendkívül nagy motivációs hatása volt annak, ha valódi palacsintán mutatták be a flambírozást. Nagyon hálásak a diákok azért, ha a palacsintából is kapnak az óra utáni szünetben (persze természetesen szigorúan csak az alkoholmentes változatból!).

**3. Kísérlet:** A 2. Kísérletben használt alkohololdatot öntsétek ki a hulladékgyűjtőként szolgáló nagyobb főzőpohárba. Mérjétek ki  $5\text{ cm}^3$  50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyet a mérőhengerbe és vízzel egészítsétek ki a térfogatát  $10\text{ cm}^3$ -re. Öntsétek az így hígított oldatot a kisebb főzőpohárba és óvatosan rázzátok össze. Mártsatok bele egy száraz papírsebkenő-darabot, és lecsöpögtetés után tartsátok a homoktál fölött a gyufa lángjába pár pillanatra, majd tegyétek a homokra.

**Tapasztalat:** Az alkohololdatba mártott papír a lángba tartva ~~meggyullad~~ **nem gyullad meg.**

**Magyarázat:** A kétszeres térfogatúra hígított alkohol-víz elegy töménysége ~~kétszerese/fele~~ az 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyének, azaz **25** térfogatszázalékos. Az ilyen összetételű alkohol-víz elegy ~~meggyújtható~~ **nem gyújtható meg.**

*Megjegyzések:*

- Gyorsítja a kísérlet elvégzését, ha a tanár frontálisan (az egyik csoport eszközeit és anyagait használva) bemutatja, hogy pontosan mit és hogyan kell tenni.
- A kipróbálást végző egyik kolléga újítása szerint a mérőhenger helyett az alkohol és a víz egy olyan térfogatú műanyag fecskendőbe is fölszívható, amelyben biztosítható a két folyadék pontos kimérése és utána az elegyedése is. Ilyenkor az elegyet egyenesen a fecskendőből lehet a papír darabra nyomni (ami lehet szűrőpapír darab is).
- A hígított alkohol-víz elegybe mártott papír zsebkenő nem „gyullad meg” (az elegy alkoholtartalma túl alacsony), a lángból kivéve sem látunk rajta semmi változást.
- Az alkohol kis, kékes lángja nem feltétlenül látszik jól (különösen napfényben). Úgy ellenőrizhető, hogy ég-e az elegy, hogy a diákok leteszik azt a homokra, majd a csipesszel egy száraz papírsebkenő-darabot tartanak fölé. (Ha az meggyullad, akkor bizonyított, hogy az elegy égett.)
- A hulladékként összegyűjtött alkohol-víz elegyet később mosogatásra lehet használni.

**4. Kísérlet:** [Csak az 1. és a 2. típusú csoportoknak!] A Gundel-palacsinta csokiszószába rumot szoktak tenni és tálaláskor meggyújtják. A rumban található alkohol ilyenkor szép, kék lánggal ég, és jellegzetes ízt kölcsönöz az ételnek. Tegyük fel, hogy a csokiszósz térfogatának a fele a rum. Ebben a kísérletben azt határozzuk meg, hogy **legalább milyen töménységű rumot** kell vásárolni ahhoz, hogy a csokiszósz már éppen **meggyújtható** legyen.

Ehhez ismételjétek meg a 3. Kísérletet úgy, hogy a mérőhengerben vízzel mindig  $10\text{ cm}^3$ -re hígítottok:

- a)  $9\text{ cm}^3$       b)  $8\text{ cm}^3$       c)  $7\text{ cm}^3$       d)  $6\text{ cm}^3$

50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyet.

Minden hígítást a csoport más-más tagja végezzen! Mind a négy esetben rázzátok össze a kis főzőpohárban az elegyet, és próbáljátok meggyújtani a beléjük mártott papírzsombok-darabot.

**Tapasztalatok:**

a) Meggyullad.

b) Meggyullad.

c) Meggyullad/Nem gyullad meg.<sup>21</sup>

d) Nem gyullad meg.

**Magyarázat:** Végezzétek el a számolásokat és **egészítsétek ki** az alábbi szöveget!

a) A 9 cm<sup>3</sup> 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyben 4,5 cm<sup>3</sup> alkohol van. Az oldat teljes térfogata 10 cm<sup>3</sup>. Ennek a 4,5 cm<sup>3</sup> alkohol a  $\frac{4,5}{10} \times 100\% = 45\%$ -a. Tehát ez az oldat **45** térfogatszázalékos.

b) A 8 cm<sup>3</sup> 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyben **4** cm<sup>3</sup> alkohol van. Az oldat teljes térfogata 10 cm<sup>3</sup>. Ennek a **4** cm<sup>3</sup> alkohol a  $\frac{4}{10} \times 100\% = 40\%$ -a. Tehát ez az oldat **40** térfogatszázalékos.

c) 7 cm<sup>3</sup> 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyben **3,5** cm<sup>3</sup> alkohol van. Az oldat teljes térfogata 10 cm<sup>3</sup>. Ennek a **3,5** cm<sup>3</sup> alkohol a  $\frac{3,5}{10} \times 100\% = 35\%$ -a. Tehát ez az oldat **35** térfogatszázalékos.

d) 6 cm<sup>3</sup> 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyet 4 cm<sup>3</sup> vízzel hígítva az oldat **30** térfogatszázalékos.

**Következtetés:** Az elegy alkoholtartalmának legalább **35–40**<sup>22</sup> térfogatszázaléknak kell lennie ahhoz,

hogy meggyújtható legyen. Mivel a csokiszósznak csak a fele a rum, a rumnak **legalább 70–80** térfogatszázalék alkoholt kell tartalmaznia.

*Megjegyzések:*

- *A kipróbálás tapasztalatai szerint sok időt igényel az, amíg a gyakorlatlan tanulók meggyújtják a gyufákat. Ezért időmegtakarítással járhat, ha a kísérletek elvégzése alatt minden csoport tálcáján folyamatosan ég egy kis teamécse. Természetesen ez a folyamatos tűzveszély miatt még fokozottabb figyelmet igényel mind a diákok, mind a tanár részéről.*
- *A csökkenő töménységű elegyek mind kevesebb alkoholt tartalmaznak, ezért a hígabb oldatok már nem gyújthatók meg. A 40 térfogatszázalékos etil-alkohol-víz elegy még meggyújtható, de a 30 térfogatszázalékos már nem elég tömény ehhez. A 35 térfogatszázalékos etil-alkohol-víz elegy határeset. (A hígítás pontosságától függően meggyújtható, vagy nem gyújtható meg.)*
- *Ha nincs idő az órán az összes számolás elvégzésére, akkor csak annak az oldatnak a töménységét kell kiszámolni, amely már éppen nem gyulladt meg. A többi számolás föladata házi feladatnak.*
- *A megoldás frontális megbeszélésekor megjegyezhető, hogy egyes séfek a flambírozáskor nem keverik bele az alkoholos italt a meggyújtandó ételbe, hanem egy fém merőkanálban meggyújtják, és úgy öntik rá a tálaláskor.*
- *Az etil-alkohol és a víz, valamint a különböző összetételű etil-alkohol-víz elegyek keverése során bekövetkező térfogatkontrakció ilyen mérőeszközök és térfogatok alkalmazásakor nem mutatható ki. Az általános iskolában nem foglalkozunk vele, de föl lehet rá hívni a figyelmet. Ha a kísérletsorozatot középiskolában (esetleg tagozatos osztályban vagy fakultáción) végeztetjük, akkor a feladatlap átszerkeszthető úgy, hogy a diákoknak a számolás során a térfogatkontrakciót is mérni kelljen, és az így kapott adatokat is figyelembe kelljen venni a számolásnál. Azonban természetesen ehhez nagyobb mérőhengerekre és több etil-alkoholra van szükség.*
- *A megoldás pontossága elvben további lépésekkel finomítható, de ennek gátat szab a mérőeszközök pontossága (és a térfogatkontrakció is).*

<sup>21</sup> A hígítás pontosságától függően mindkét jelenség előfordulhat.

<sup>22</sup> A hígítás pontosságától függően.

**4. Kísérlet:** [Csak a 3. típusú csoportoknak!] A Gundel-palacsinta csokiszószába rumot szoktak tenni és tálaláskor meggyújtják. A rumban található alkohol ilyenkor szép, kék lánggal ég, és jellegzetes ízt kölcsönöz az ételnek. Tegyük fel, hogy a csokiszósz térfogatának a fele a rum. Tervezettek egy kísérletsorozatot, amellyel meghatározzátok, hogy **legalább milyen töménységű rumot** kell vásárolni ahhoz, hogy a csokiszósz már éppen **meggyújtható** legyen.

A kísérletsorozat terve: Lehet azonos az 1. és a 2. típusú feladatlapon leírt recepttel, de lehet különböző is. Például készülhetnek a hígítások fordított sorrendben (a leghígabbtól a legtöményebb felé haladva), vagy lehet készíteni váltakozva egy hígabb és egy töményebb oldatot, vagy véletlenszerűen találgatva, melyik lehet a megfelelő töménység. Akár a 2. Kísérletben készített 25 térfogatszázalékos elegyet is lehet különböző arányokban elegyíteni az 50 térfogatszázalékos eleggyel. A hígításokat lehet úgy is végezni, hogy ne 10 cm<sup>3</sup> legyen a végtérfogat.

Megjegyzések:

- Bármilyen megoldás elfogadható, ami jó eredményre vezet, akár a találgatás is. Lehet, hogy a diákok így gyorsabban végeznek a kísérletekkel, mintha szisztematikusan csinálnák a hígításokat, de a tervezéssel bizonyára eltelik majd némi idő. Megjegyzendő azonban, hogy bár a tanulókat a számítógép használata hozzászoktatta a találgatásos módszerhez („trial-and-error”), ami a gyors és olcsó eszközöknél jól működik, de a lassú, drága és veszélyes esetekben, mint a kémiai kísérletezés, ez nem igen engedhető meg. Régi példa a fekete lőpor feltalálása, a durranó higany ipari előállítás.
- A 4. Kísérlet elvégzése után célszerű összehasonlítani az osztályban született terveket, és értékelni azok előnyeit, ill. hátrányait.
- Előfordulhat, hogy ezek a tanulók kevesebb kísérletet végeznek, mint az 1. és a 2. típusú feladatlap alapján receptszerű kísérletleírás szerint dolgozó diákok, és ezért kevesebbet gyakorolják a számításokat. Ha még nem megy jól mindenkinek, akkor lehet föladni gyakorló példákat is házi feladatnak (ld. alább).

**Tapasztalatok: A terveknek megfelelők.**

**Magyarázat: Ld. az 1. és a 2. típusú feladatlap 4. Kísérletének megoldásai között.**

Minta a **számítások** elvégzéséhez: Pl.:

A 6 cm<sup>3</sup> 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyben 3 cm<sup>3</sup> alkohol van. Az oldat teljes térfogata 10 cm<sup>3</sup>.

Ennek a 3 cm<sup>3</sup> alkohol a  $\frac{3}{10} \times 100\% = 30\%$ -a. Tehát ez az oldat **30** térfogatszázalékos.

Megjegyzések:

- A számolásokat a tanulók csoportjai itt a fenti minta alapján önállóan végzik el. A kísérlet végén egyeztetni kell velük, hogy milyen szabályszerűség figyelhető meg a bemért 50 térfogatszázalékos alkohol térfogata és a hígított oldat töménysége között, ha a végtérfogat 10 cm<sup>3</sup>.

**Következtetés:** Az elegy alkoholtartalmának legalább **35–40** térfogatszázaléknak kell lennie ahhoz,

hogy meggyújtható legyen. Mivel a csokiszósznak csak a fele a rum, a **rumnak legalább 70–80** térfogatszázalék alkoholt kell tartalmaznia.

**Házi feladat:**

a) Vajon mi történne és miért, ha a kísérletek során a papírzsebkendő-darabot 100 térfogatszázalékos alkoholba mártanánk, lecsöpögés után pár pillanatra beletartanánk a lángba, majd kivennénk onnan?

**Válasz: A papír zsebkendő a lángba tartva meggyullad, majd onnan kivéve elég. A 100 térfogatszázalékos (abszolút) alkoholban ugyanis nincs víz, ezért nincs, ami el tudná vonni az alkohol égésekor felszabaduló hőt. Így a papír fölmelegszik a gyulladási hőmérsékletére és elég.**

Megjegyzések:

- Ez tanári kísérletként a következő tanórán, a házi feladat megbeszélésekor be is mutatható.
- Lehet kapni vízelvonó szerrel vagy terner (pl. benzolos) desztillációval közel 100 térfogatszázalékosra növelt alkoholtartalmú („abszolút”) etil-alkoholt vagy alkoholelegyet is, de a 96 térfogatszázalékos („azeotrópos”) elegy is megfelelő a célra.
- Az italok alkoholtartalmát térfogatszázalékban adják meg (például 40% vol.), ami azt jelzi, hogy az ital térfogatának hány százaléka alkohol. Az úgynevezett „szeszfok” szintén térfogatszázalékot jelent. Az Egyesült Államokban az alkoholtartalom hivatalos mértékegysége az úgynevezett proof, ami a térfogatszázalék kétszerese – 100 proof tehát 50% alkoholt jelent. Eredete a brit „degreeproof”, mely 100 degreeproofnál 57,1%-os szeszt jelent, azaz a vele átítatott lőpor már meggyújtható – ez elterjedt módszere volt a szeszfok ellenőrzésének. A szeszfokolók 19. századi elterjedése előtt különböző egyéb módszereket is használtak a szesztartalom ellenőrzésére vagy mérésére. A lepárlás legfeljebb 97,2 térfogatszázalékos (95,6 tömegszázalékos) alkoholtartalmú párlatot eredményez, mert ilyen aránynál az alkohol és a víz azeotrópos elegyet képez. A legalább 96 térfogatszázalékos, íz- és egyéb anyagoktól kellően megtisztított párlatot finomszesznek nevezzük.<sup>23</sup>

**b)** A boltban többféle töménységű étellecet is lehet kapni. Szerinted mi az oka annak, hogy a 100 cm<sup>3</sup>-ben 15 g ecetnél több ecetet tartalmazó elegy nem készülhetett baktériumokkal való erjesztéssel?

**Válasz: A túl tömény étellecet-víz elegyben elpusztulnának az ecetet előállító élőlények.**

*Megjegyzések:*

- További házi feladatként számolási példák is adhatók. Például: Hány cm<sup>3</sup> 50 térfogatszázalékos alkohol-víz elegyet kellene vízzel 100 cm<sup>3</sup>-re hígítanunk, hogy 5,0 térfogatszázalékos oldatot kapjunk? **Megoldás:** Az 5,0 térfogatszázalékos oldat azt jelenti, hogy 100 cm<sup>3</sup> oldatban 5 cm<sup>3</sup> etil-alkohol van. Ehhez az 50 térfogatszázalékos oldatot tízszeresére kell hígítani, tehát 10 cm<sup>3</sup> 50 térfogatszázalékos oldatot 100 cm<sup>3</sup>-re egészítünk ki vízzel.
- Szorgalmi feladat pedig lehet pl. ez is: Gyűjts köznap példákat (legalább hármat) arra vonatkozólag, hogy milyen kapcsolatban van az oldatok összetétele kémiai, fizikai tulajdonságaikkal, illetve élettani hatásukkal. Használhatod az internetet is! A gyűjtés eredményeinek megbeszélésekor érdemes felhívni a figyelmet arra, hogy elég tömény sóoldatban, étellecet-oldatban vagy cukorszirupban tartósítani lehet az élelmiszereket, mert ezekben a penészgombák nem tudnak szaporodni. Hatékonyabb azonban az eljárás, ha pl. ez hőkezeléssel is együtt jár.
- Érdekességként (ha marad rá idő a házi feladat megbeszélésekor) megemlíthető, hogy a tengervíz átlagos sótartalma 3,5 tömegszázalék, de a Holt-tengeré (ami olyan nagy sűrűségű, hogy az emberi test lebeg a felszínén, és a magasabb rendű élőlények nem élnek meg benne) 28 tömegszázalék. 1 kilogramm tengervízben tehát átlagosan 35 g só (főként NaCl, és kisebb mennyiségben KCl, ill. a keserűséget okozó MgCl<sub>2</sub>) található oldott állapotban, ami közel négyszerese az infúziók készítéséhez használt fiziológiás oldat sótartalmának. Ez a magyarázata annak, hogy a tengervíz sótalanítás nélkül nem használható ivóvízként. Így a hajótörtek leggyakrabban sajnos szomjan szoktak halni a tengeren, ha nem érkezik időben a segítség.

**Gondolkodtató feladatok [Csak a 2. típusú csoportoknak!]**

1. Vannak esetek, amikor nagyon fontos tudni az oldatok töménységét. Például az infúzióhoz tiszta konyhasóból (kémiai nevén: nátrium-klorid) 0,9 tömegszázalékos oldatot készítenek. Akár hígabb, akár töményebb ennél az oldat, az halálos következményekkel járhat. Tervezz egy kísérletet, amivel meg tudnád határozni, hogy egy oldat konyhasóra nézve hány tömegszázalékos.

A kísérlet terve: **Megmérem az oldat tömegét. Utána bepárolok az oldatot/elpárologtatom az oldatból a vizet. A sót megszáritom (amíg állandó lesz a tömege), és utána megmérem a tömegét.**

<sup>23</sup> Forrás: [https://hu.wikipedia.org/wiki/Alkoholos\\_ital](https://hu.wikipedia.org/wiki/Alkoholos_ital) (2017. 07. 27.)

A megméréendő adatok: Az oldat tömege és a só tömege.<sup>24</sup>

A számolás menete: A só tömegét osztom az oldat tömegével, majd a hányadost megszorozom 100-zal.

Megjegyzések:

- Természetesen a klasszikus és a műszeres analitikában más módszerekkel határozzák meg a sótartalmat (pl. a kloridion-tartalmat argentometriásan vagy ionszelektív elektróddal potenciometriásan, a nátriumion-tartalmat lángfotometriásan). Azonban az ilyen korú tanulók ezeket még biztosan nem ismerik. Tanultak viszont a természetismeret-órákon a bepárlásról, mint a keverékek szétválasztásának egyik módszeréről.

2. A szőlő és a gyümölcsök cukortartalmát az élesztőgombák alakítják alkohollá. Azonban túl nagy alkoholtartalom esetén az élesztőgombák elpusztulnak. Tervezz egy kísérletet annak eldöntésére, hogy hány térfogatszázalék az a legnagyobb alkoholtartalom, aminek a jelenlétében még képesek az élesztőgombák szaporodni. (A boltban vásárolható élesztőben lévő élesztőgombák jól szaporodnak híg, langyos vízből és cukorból készült oldatban. Szaporodásuk közben szén-dioxid-gáz fejlődik.)

A kísérlet terve: Ugyanolyan poharakban ugyanannyi (a keltészta receptekben leírt mennyiségű) élesztőt és cukrot kell tenni különböző töménységű alkohol-víz elegyekbe. (Ezek pl. pálinkából készülhetnek hígítással.) Utána langyos helyen (pl. kézmeleg vízfürdőben) kell tartani a poharakat kb. 15-20 percig.

Várt tapasztalat: Lesznek olyan poharak, amelyekben tapasztalható gázfejlődés, míg más poharakban nem.

Magyarázat: Azokban a poharakban, ahol túl nagy az alkoholtartalom, az elpusztítja az élesztőgombákat (ill. megakadályozza a szaporodásukat).

Megjegyzések:

- Ezért nem lehet erjesztéssel akármilyen nagy alkoholtartalmú bort készíteni. Tömény alkoholos italok (pl. pálinka) pedig csak lepárlással (desztillációval) készíthetők. Felnőttek számára ismert, hogy 13-14 térfogatszázalékos borokat még lehet kapni az üzletekben, és a pálinka definíciószerűen minimum 37,5 térfogatszázalék töménységű.<sup>25</sup>
- A legtöbb élesztő nem képes 18 térfogatszázaléknál nagyobb alkoholtartalom mellett szaporodni.<sup>26</sup> Ennél erősebb erjesztett italt ezért általában nem lehet előállítani, egyes baktériumtörzsek segítségével azonban akár 25% alkoholtartalom is elérhető.<sup>27</sup>

---

<sup>24</sup> A megoldás megbeszélésekor el lehet gondolkozni a mérleg pontosságának következményein is.

<sup>25</sup> Forrás: <https://hu.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1linka> (2017. 07. 27.)

<sup>26</sup> Forrás: [https://hu.wikipedia.org/wiki/Bor\\_\(ital\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Bor_(ital)) (2017. 07. 27.)

<sup>27</sup> Forrás: [https://hu.wikipedia.org/wiki/Alkoholos\\_ital](https://hu.wikipedia.org/wiki/Alkoholos_ital) (2017. 07. 27.)

# 5. feladatlap: Segítsünk Hamupipókének!

(Az első változatot készítette: Riedel Miklós)

## Módszertani útmutató

**1. Téma:** Keverékek szétválasztása (gyakorló óra)

**2. Felhasználás:** 7. osztály, 45 perces tanóra

### 3. Szükséges előzetes ismeretek:

- Az anyag részecsketermészete
- Az anyagok fizikai tulajdonságai
- A sűrűség fogalma
- Mágneses alapjelenségek
- Az anyagok halmazállapota, halmazállapot-változások
- A fizikai és a kémiai változások
- Keverék, komponens, elegy, oldat, oldás különböző oldószerekben
- Egyszerű laboratóriumi eszközök használata, az alapvető balesetvédelmi szabályok ismerte

### 4. Célok:

- A mindennapi életből ismert anyagok bemutatása egyes kémiai és fizikai tulajdonságok szempontjából.
- A különböző háztartási vegyszerek használati utasításainak értelmezése.
- Az anyagok és változások rendszerezésének elsajátítása.
- A szétválasztás, mint fizikai változás értelmezése.
- A keverékek szétválasztási módszereinek kísérleti úton való megismerése.
- A kémia hasznának megértése az elválasztási módszerek megismerésén keresztül.
- A tanulók érdeklődésének felkeltése a kísérletezés iránt.
- Az egyszerű laboratóriumi eszközök megismerése és használata.
- A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
- A vegyszerek élettani és környezeti hatásainak megismerése, a környezetet veszélyeztető hatások és azok elhárításának lehetőségei.
- A kémiai tudáson alapuló kritikus magatartás, logikus, algoritmikus gondolkodás formálása.

### 5. Tananyag:

- **Ismeret szint:**
  - A keverékek fajtái a komponensek halmazállapota szerint.
  - A fizikai változás lényege, a részecskék szerepe.
  - A keverékek összetevőikre való felbontása megfelelő módszerekkel: rostálás/szitálás, ülepítés és többszöri kimosás (dekantálás), szűrés, bepárlás, kristályosítás, lepárlás (desztilláció), lecsapódás (kondenzáció), felületen való megkötődés (adszorpció), kioldás (extrakció) stb. és ezek gyakorlati jelentősége.
  - A legfontosabb elválasztási eljárások alkalmazása a háztartásban.
  - Utalás gyakorlati, ipari alkalmazásokra (pl. a kőolaj feldolgozása).
- **Megértés szint:**
  - A keverékekben a komponensek között gyenge kapcsolatok alakulnak ki, szétválasztáskor ezeket könnyen meg lehet szüntetni.



- A szétválasztás alapjai: a részecskék méreteinek különbsége, az anyagok oldódása különböző oldószerekben, a komponensek sűrűségének, forráspontjának, oldékonyságának különbsége, a részecskék felületen való megkötődése, a mágneses sajátság.
  - A szétválasztási műveletek magyarázata a részecskemodell alkalmazásával.
  - Annak megértése, hogy mikor melyik szétválasztási eljárás alkalmazható és miért (esetleg a gazdaságossági kérdések figyelembevételével is).
- **Alkalmazás szint:** A tanuló...
    - tudjon különbséget tenni az anyag, a tulajdonság és a változás között.
    - legyen képes a fizikai folyamatok és a kémiai reakciók megkülönböztetésére.
    - ismerje fel, hogy a különböző fizikai tulajdonságok lehetőséget adnak a szilárd keverékek alkotórészekre történő szétválasztására.
  - **Magasabb rendű műveletek:** A tanuló...
    - legyen képes egy ismert összetevőkből álló keverék szétválasztásához a megfelelő eljárást kiválasztani az ismert anyagi tulajdonságok alapján.
    - tudjon kísérletet tervezni keverékek szétválasztására és tudja azt megmagyarázni a megszerzett ismeretek alapján.
    - tudja alkalmazni a megismert fizikai és kémiai tulajdonságokról, illetve fizikai és kémiai folyamatokról szerzett tudását komplex természettudományos problémamegoldáshoz.
    - legyen képes kísérletelemzésre, összehangolt tevékenységre csoportos munkában.

## 6. Módszertani megfontolások:

- A jelen feladatlapok alkalmazzák a természetismeret órákon elsajátított, majd a 7. osztályos kémia tananyagban ismételt és bővített ismereteket. A szükséges előzetes tudáshoz tartozik még a fizikai folyamatok és a kémiai reakciók megkülönböztetése. Ezek a feladatlapok tehát nem bevezetik, hanem csak ismétlik és rögzítik az ismert anyagok tulajdonságait.
- A természetismeret tantárgyban a halmazállapotok és halmazállapot-változások tárgyalásakor és az oldódásról szóló 3. feladatlapon már szó esett a részecskék között működő kölcsönhatásról, ezért úgy gondoljuk, hogy a keverékek szétválasztásának magyarázatakor építhetünk ezekre is.
- A 7. osztályos tananyagban olyan keverékek szerepelnek, amelyekben a felhasznált anyagok a tanulók számára ismertek a mindennapi életből, és olyan vegyszerek, amelyek ismerete a további tanulmányaikban fontos lesz.
- Törekszünk arra is, hogy az adott korosztály szintjén szabatosan használjuk az adott témakörben a kémiai szaknyelvet. Bár ebben az életkorban még célszerű kerülni az idegen szavak használatát, mégis javasoljuk néhány idegennek tűnő, de a mindennapi élet alapján könnyen érthető szakszó bevezetését. Ezeket az adott helyen a magyaros kifejezés mellett zárójelben adjuk meg. Már csak azért is alkalmazni kell néhány idegen szót, mert a mindennapi élet is ránk zúdítja ezeket, és a későbbi tanulmányaik során a biológia nem takarékoskodik az idegen kifejezések használatával.
- Olyan szétválasztási módszereket alkalmazunk, amelyek egyrészt alapvető fontosságúak, másrészt kellően rövidek és elég egyszerűen kivitelezhetőek ahhoz, hogy belőlük komplex elválasztási feladat felépíthető legyen.
- Törekedni kell a keverékek szétválasztásának lehetőleg szabályos és biztonságos végrehajtására.
- A kísérletek végrehajtása közben esetleg lehetőség adódik – a mindennapi életben való felhasználáshoz kapcsolódó – szélesebb körű információk átadására is (pl. kőolaj-finomítás, pálinkafőzés, orvosi szén, szilikagél, a levegő komponenseinek szétválasztása, étkezési só tengervízből történő előállítása, parti szűrésű ivóvízvezeték; továbbá az elválasztás mint a kémiai

elemzés kiinduló lépése stb.). Ezek egy részére a feladatlap tanári változatának megjegyzéseiben utalunk.

- A kipróbálás tapasztalatai szerint az osztály (tanulócsoporthoz) összetételétől és előképzettségétől függ az, hogy a feladatlapon lévő összes kísérlet elvégezhető-e egy tanórán.

## 7. Technikai segédlet:

- **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként)**
  - vaspor vagy vasreszelék
  - konyhasó (nátrium-klorid)
  - kimosott és megszáritott homok (vagy madárhomok)
  - tojásfesték (por, lehetőleg piros)
  - kénpor
  - réz(II)-szulfát gondosan elporítva
  - desztillált víz kis műanyag palackban vagy pohárban
  - benzin
  - zöld ételfesték (E102 tartazin, E131 patentkék) alkoholos-vizes oldata
  - alkoholos jóddoldat
  - barna filctoll (vízoldható)
  - orvosi széntabletta
  - mustármag
  
  - mágnes
  - A4 papírlapok
  - papírtörő
  - kémcső 6 db
  - szilikon dugó minden kémcsőhöz
  - kémcsőállvány
  - műanyag pohár (180 ml-es) 3 db
  - kis műanyag pohár (40 ml-es) 6 db
  - kiskanál
  - szűrőpapír a tölcsér méretére hajtogatva vagy teafilter a tölcsér méretére levágva
  - szűrőpapír a kromatográfiához (10 × 10 cm)
  - műanyag cseppentő
  - csempe (lehetőleg fehér és nem fényes)
  - kis konyhai szita
  - kis tölcsér (lehet konyhai műanyag is)
- **Megjegyzések az anyagok és eszközök beszerzéséhez és előkészítéshez**
  - A réz-szulfát és a kén valóban por alakú legyen.
  - A kísérletekhez lehetőleg vasreszeléket és ne vasport használjunk. A vasreszelék olajos lehet, ez esetben előzetesen benzinben át kell mosni. Ha a kipróbáláskor a vasreszeléket nem vonzza eléggé erősen magához a mágnes, akkor viszont vasport kell használni.
  - A homokot előzetesen vízzel alaposan és többször is át kell mosni, majd meg kell szárítani, hogy a víz hozzáadásakor ne képződjön a benne lévő iszapból zavaros kolloid. A homokot egy tányérra kiterítve és egy nagyobb tányérral, ill. erre a célra szolgáló műanyag fedővel lefedve célszerűen mikrohullámú melegítőben száríthatjuk meg. Használható azonban a kísérlethez tiszta madárhomok is, amikor a kimosási lépés elhagyható.
  - Javasolható zöld ételfesték: Szilas Max Color, zöld ételszínezék, Szilas Aroma Kft (alkoholtartalma kb. 15 %, ára kb. 80 Ft).
  - A tojásfesték por alakú legyen, hogy a keverék eléggé homogénnek tűnjék. Helyette por alakú ételfesték is használható (pl. „Édes Ízek Torta és Édességdekoráció” üzlet.).

Használható a bioboltokban kapható céklapor is (190 Ft/csomag). A tojásfestékből, ill. az ételfestékből csak nagyon kis mennyiséget szabad használni, mert különben nehezen mosható ki az elválasztási művelet során.

- Szűrőpapír helyett jól használható a boltokban kapható teafilter zacskó (pl. Profissimo Teefilter, kb. 600 Ft/100 db). A kávéfilter is jó lenne, de rendszerint csak barna színű kapható.
- Használhatunk konyhai eszközöket is. Kis konyhai szita műanyagboltokban kb. 150 Ft-ért kapható. A szitasűrűséget az adott anyagokkal ki kell próbálni. Javasoljuk kis műanyag tölcser használatát. Főzőpohár helyett célszerű átlátszó műanyag pohár használata. (40 ml-es 770 Ft/50 db, 180 ml-es 400 Ft/50 db)
- Mágnesként javasoljuk a Geomag mágneses építőjáték elemeit vagy a párban kapható „pattogtatós” mágnesgolyót is. Ez utóbbi beszerezhető pl. a Természettudományi Múzeumban. Ára: 990 Ft/2 db. Jól megfelel a rossz winchesterből kiserelt mágnes is. Ehhez kérjük az informatikus segítségét.



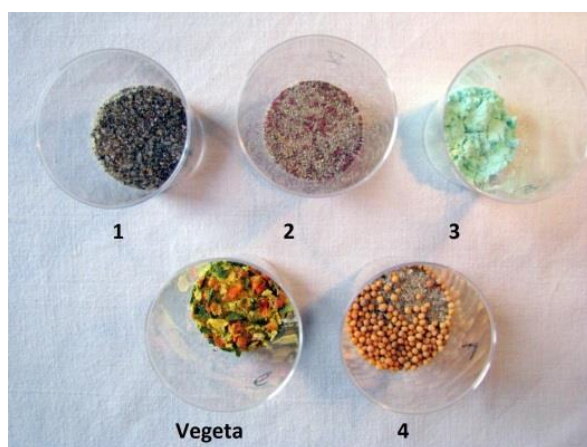
A kísérletekhez használható háztartási eszközök és mágnesek

#### • **Megjegyzések a tanóra előkészítéséhez**

- A tanári bevezető kísérletet (desztilláció) célszerű az előző órán bemutatni vagy a tanulókérdés órát követő tanórán a kísérletek során keletkező réz-szulfát-oldattal elvégezni. A feladatok megoldásához nincs rá szükség, csak az elválasztási módszerek minél szélesebb körének megismeréséhez kell.
- Hasonló a helyzet a házi feladatként kiadható két konyhai kísérlettel is (kioldás, centrifugálás). Ezeket a kísérleteket a feladatlapon nem tüntettük fel. Az ezekről készült videókat a tanulócsoporthoz a tanulókérdéses órát követő órán megnézhetik, és a tanulságokat (a kísérletező órán szereplő szerkezetben) a tanár irányításával feljegyezhetik.
- Szorosabban tartozik a tanulókérdéses kísérletekhez – azok folytatásaként – a színes oldat színtelenítése szénen történő adszorpcióval és a réz-szulfát-oldat (esetleg a Vegeta levének) bepárlása. Erre a tanórán nincs idő. Ezt a tanár végezze el, és mutassa be a tanulókérdéses órát követő órán. A tanulságokat (a kísérletező órán szereplő szerkezetben) a tanár irányításával a tanulók feljegyezhetik. Javasoljuk a bepárláshoz (a szokásos gázlángos melegítés helyett) a mikrohullámú melegítőben való bepárlást. Ez kényelmesebb, pótolja a vízfürdőt is. Természetesen csak olyan mikrohullámú melegítőt szabad használni, amelyet konyhai célra nem használunk.
- A feladatlapok kipróbálásainak a tapasztalatai szerint sajnos nem minden vízdoldható barna filctoll alkalmas az 1. Kísérlet **e)** részének a sikeres elvégzéséhez. Ezért ebben az esetben a kísérletet jóval a feladatlap megoldása előtt kell kipróbálni, hogy szükség esetén még legyen idő egy másik fajta filctoll beszerzésére. Buzdíthatjuk azokat a diákokat, akik nem csinálják meg a papírkromatográfiás elválasztást, hogy otthon végezzék el a kísérletet.
- A tanulókérdéses kísérleteket 3-4 fős csoportokban célszerű végeztetni.
- Az 1. Kísérlet **a) – e)** részeit a tanulócsoporthoz párhuzamosan végezzék el. Ez után a csoportok elmondják egymásnak, hogy milyen tapasztalatokat szereztek, és mit javasolnak

magyarázatnak, ezt a többiek lejegyzik a saját feladatlapjukra. Ez után következik a 2. Kísérlet (a típus szerint 2 változatban).

- A kipróbálás tapasztalatai szerint (ha a tanulócsoporthoz összetétele és előképzettsége megengedi) az 1. Kísérlet **a) – e)** részei közül akár kettő-kettő is végeztethető egy-egy csoporttal. A jód-ételfesték extrakciót, ill. a kromatográfiát érdemes párosítani egy kevésbé színes kísérlettel. Természetesen ebben az esetben több eszközre és anyagra van szükség.
- Nagy létszámú osztály esetében 2 vagy 3 csoport is végezheti párhuzamosan az 1. Kísérlet **a) – e)** részeit.
- Az osztály (tanulócsoporthoz) minden tagja számára ki kell nyomtatni az előzetes beosztásnak megfelelő típusú feladatlapot (a piros betűs szöveg törlése után) és 1 példányban a tanári változatot is. Az 1. Kísérlet **a) – e)** részei szerepeljenek minden tanuló feladatlapján.
- A kísérletekhez kiadandó keverékek (lásd a fényképet is):
  1. pohár: vaspórá és konyhasó kb. 1:1 arányú keveréke az 1. a) Kísérlethez
  2. pohár: homok (1 nagykanálnyi) és tojásfesték (1 késhegynyi) keveréke az 1. b) Kísérlethez
  3. pohár: kénpórá és réz-szulfát-pórá 1:1 arányú keveréke az 1. c) Kísérlethez
  4. pohár: vasreszelék, réz-szulfát, homok és mustármag 1:1 arányú keveréke a 2. Kísérlethez
- 1. kémcső: jód és ételfesték alkoholos-vizes oldata az 1. d) Kísérlethez (az arány az adott anyagokkal kipróbálandó úgy, hogy a szétválasztás után a szín jól látszódjék, lásd a fotót a feladatlap tanári változatában).



- **Balesetvédelem**

- A kísérletekhez általában nem használunk veszélyes anyagokat, eljárásokat.
- A benzin gyúlékony, de a kísérleteknél nem használunk lángot.
- A réz-szulfát a nehézfémion-tartalom miatt mérgező anyag.
- A használt háztartási eszközöket (tölcsér, szűrő, műanyag poharak, esetleg mikrohullámú melegítő) csak laboratóriumi célra szabad használni. Későbbi háztartási alkalmazásuk tilos.

- **Hulladékkezelés**

- A benzines kísérlet maradványát szerves gyűjtőbe kell önteni.
- A réz-szulfát maradványát a szervetlen hulladék gyűjtőbe kell tenni.
- A keletkező többi folyékony hulladék nagy hígításban veszélytelen, ezért ezek a laboratóriumi mosogatóba is kiönthetők.
- A szilárd hulladékok háztartási hulladékként kezelhetők.

### Segítsünk Hamupipőkének! (1. típus: receptszerű változat)

A mesében a gonosz mostoha ármánykodása okoz fölösleges munkát Hamupipőkének, de a galambok segítenek szétválasztani a lencsét az ehetetlen hamutól. A valóságban azonban környezetünk anyagai általában eleve **keverékek**. A **felhasználáshoz** ezeket gyakran **kémiaileg tiszta összetevőikre** (komponenseikre) **kell szétválasztanunk**. Más esetekben viszont a keverékek szétválasztásának célja az, hogy **megismerjük az összetevőiket (elemzés, analitika)**. Az elválasztás gyakran **fizikai** módszerekkel történik. Ehhez ismernünk kell az anyagok legfontosabb tulajdonságait. Az elválasztáshoz olyan **tulajdonságokat** kell keresnünk, amelyekben a keverékek egyes összetevői **különböznek** egymástól.

**1. Kísérlet:** Ezekben a kísérletekben megismerkedtek néhány fontos elválasztási módszerrel. Végezték el a kísérleteket, írták le a tapasztalatokat és a magyarázatokat a mondatok kiegészítésével vagy a **vastagon nyomtatott** szavak közül a **nem megfelelő áthúzásával**. A kísérletek közül – a tanárok utasítása szerint – csak egyet kell megcsinálnotok, a többit más csoportok végzik el. Ha készen vagytok vele, közösen beszéljétek meg minden kísérlet tapasztalatait és jegyezzétek fel a magyarázatokat is.

**a)** Az 1 jelű kis pohárban vaspor és konyhasó keveréke van. Öntsétek ki ezt egy tiszta A4-es papírlapra. Egy mágnest burkoljatok be konyhai papírtörülővel, majd nyomjátok bele a keverékbe. Szedjétek le a papírtörülőt a mágnesről egy másik tiszta A4-es papírlap felett. Nézzétek meg az egyik lapon maradt és a másik lapra összegyűlt anyagot.

**Tapasztalat:** A papírlapon..... színű por marad vissza, ez a .....

A másik papírlapra ..... színű por kerül, ez a .....

**Magyarázat:** A mágnes a ..... vonzza, a..... pedig nem.

**Az eljárás neve:** mágneses szétválasztás (szeperálás).

**b)** A 2 számú kis pohárban szürke por van. Ez homok és színes tojásfesték keveréke. 2-3 kiskanálnyi port tegyetek egy kémcsőbe, és öntsetek rá kb. 3 ujjnyi (kb. 5 cm magasságnyi) vizet. Dugaszoljátok be a kémcsövet és jól rázzátok össze a tartalmát. Várjátok meg, amíg a szilárd anyag leülepszik, és öntsétek le a folyadékot egy nagyobb műanyag pohárba. Ismételjétek meg ezt még kétszer-háromszor, amíg az összerázás után a vizes rész szintelen nem lesz. Tegyetek a pohárba 2 tablettát orvosi aktív szenet, és adjátok oda a poharat a tanároknak, aki ezzel később még egy számotokra is fontos műveletet fog végezni.

**Tapasztalat:** A víz az első összerázáskor ..... színű lesz, az ezt követő

összerázások után az oldat színe egyre ..... lesz.

**Magyarázat:** A tojásfesték vízben....., a homok vízben .....

oldódik. A homok sűrűsége **kisebb/nagyobb**, mint az oldaté, ezért a homok a kémcsőben mindig

..... gyűlik össze.

**Az eljárások neve:** kioldás (extrakció), üleptetés és többszöri kimosás (dekantálás).

**c)** Tegyetek egy kémcsőbe egy tölcserűt, és helyeztetek abba egy előkészített, megfelelő méretű szűrőpapírt vagy teafiltert. Állítsátok ezt a kémcsövet a kémcsőállványba. A 3 számú kis pohárban kénpor és rézgálicpor (réz-szulfát-por) zöldes színű keveréke van. 2-3 kiskanálnyi port tegyetek egy kémcsőbe, és öntsetek rá kb. 3 ujjnyi vizet. Dugaszoljátok be és jól rázzátok össze. Öntsétek a zavaros folyadékot a szűrőre. Ha az oldat lecsepegett, töltsétek az oldatot egy nagyobb pohárba, és

ismételjétek meg ezt még egyszer. Adjátok oda a poharat a tanárotoknak, aki később még egy számotokra fontos műveletet fog ezzel elvégezni.

**Tapasztalat:** A víz az összerázás után .....színű lesz, a szűrőpapíron ..... színű por marad vissza.

**Magyarázat:** A kék színű réz-szulfát **oldódik/nem oldódik** vízben. A sárga színű kénpor **oldódik/nem oldódik** vízben. Ezért a szűrőn a ..... marad vissza, az oldatban a ..... gyűlik össze.

**Az eljárások neve:** kioldás (extrakció), szűrés.

**d)** A 1 számmal megjelölt, ledugaszolt kémcsőben kevés barna színű folyadék van. Ez jód és zöld ételfesték alkoholos-vizes oldata. A 2 számmal megjelölt, ledugaszolt kémcsőben kevés benzín van. Töltsétek a benzint a színes elegyet tartalmazó kémcsőbe. Töltsetek rá ugyanennyi vizet, dugaszoljátok be, és jól rázzátok össze. Tegyétek a kémcsövet a kémcsőállványba, és várjatok kb. 2-3 percet.

**Tapasztalat:** A folyadék lassan ..... részre (fázisra) válik széjjel. Az alsó rész

..... színű, a felső rész ..... színű.

**Magyarázat:** Az ételfesték **jól oldódik/nem oldódik** vízben, a jód **oldódik/nem oldódik** vízben, de **jól oldódik/nem oldódik** benzinben. A víz sűrűsége **nagyobb/kisebb**, mint a benziné.

**Az eljárás neve:** kioldás (extrakció), sűrűség szerinti szétválás (szeparálódás)

**e)** A tálcán lévő szűrőpapírdarab közepére rajzoljatok vízzeloldható barna filctollal egy néhány mm-es foltot, és tegyétek ezt egy csempelapra. Műanyag cseppentővel tegyetek rá egy csepp vizet, és várjatok egy keveset. Lassan ismételjétek meg ezt még néhányszor. Figyeljétek meg, mi történik a festékfolttal.

**Tapasztalat:** A festékfolt lassan ..... a szűrőpapíron. A barna foltból

..... db színes gyűrű keletkezik. Ezek .....

színűek. Legtávolabbra a ..... színű festékgyűrű halad.

**Magyarázat:** A filctoll barna színe ..... összetevőből (komponensből) tevődik össze. Ezek külön

külön ....., ..... és..... színűek.

Ezeket látjuk együtt barnának. A .....festék kötődik meg legkevésbé a szűrőpapíron, ezért a vizes öblítéssel ez jut a **legmesszebb/legkevésbé messze** a szűrőpapíron.

**Az eljárás neve:** megkötődés (adszorpció), megkötődéses szétválasztás (kromatográfia)

## 2. Kísérlet: Összetett elválasztási kísérlet

Hamupipőke meséjében a gonosz mostoha szándékosan összekeverte a lencsét hamuval és más szeméttel, és abból kellett a szegény kis árvának az ehettől lencsét kiválogatnia. Egy még gonoszabb mostoha vasreszeléket (1), réz-szulfátot (2), homokot (3) és mustármagot (4) kevert össze. A galambok helyett Ti segítsetek Hamupipőkének szétválasztani a keveréket a megismert vegyészeti szétválasztási módszerek felhasználásával. Az eltérő fizikai tulajdonságaik alapján megfelelő sorrendben elvégezve az elválasztási műveleteket ki tudjátok nyerni az összetevőket ebből a keverékből. Ezeket a lépéseket – a szítálás kivételével – az előző kísérletekben már megismertétek. Használjátok a tálcákon lévő eszközöket és anyagokat.

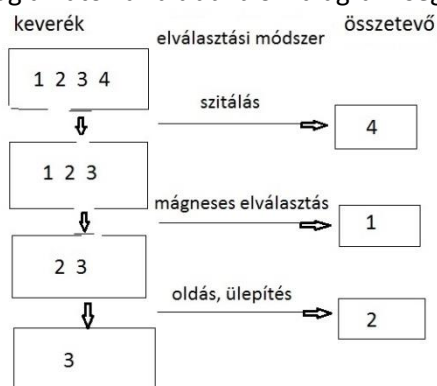
**1. lépés:** A konyhai szita segítségével válasszátok külön a mustármagot a keverék többi részétől, és tegyétek egy kis műanyag pohárba. A szítálást egy A4-es papírlap fölött végezzétek.

**2. lépés:** A papírtörölköző-darabba burkolt mágnes segítségével a papírlapról emeljétek ki a vasreszeléket a megmaradt keverékből, és tegyétek egy másik kis műanyag pohárba.

**3. lépés:** A megmaradt keveréket a papírlapról szórjátok egy kémcsőbe, kb. 1/3 részig töltsétek hozzá

vizet, dugaszoljátok be és erősen rázzátok össze. Rövid ülepités után a réz-szulfátos oldatot öntsétek a gyűjtőedénybe, és ismételjétek meg ezt a műveletet még egyszer.

Az egymás utáni lépések összefoglalhatók az alábbi blokkdiagram segítségével is.



### Megfigyelések és magyarázatok

**1. lépés:** A mustármag szitálással könnyen szétválasztható a többi összetevőtől a **nagyobb/kisebb** mérete miatt, és a szűrőn marad.

**2. lépés:** A mágnessel a vasreszelék átemelhető, mert a megmaradt három összetevő közül csak a ..... mágneses tulajdonságú.

**3. lépés:** Vízzel összekeverve a maradék két összetevőt, ..... színű oldat keletkezik, és a homok a főzőpohár aljára süllyed. Csak a ..... oldódik vízben, a ..... vízben nem oldható, és a **kicsi/nagy** sűrűsége miatt lesüllyed a főzőpohár aljára.

### Az óra után elvégezhető házi feladat:

Néhány kísérletet otthon végezhetek el a konyhában a szüleitek segítségével. Készítsetek mobiltelefonnal videofelvételt ezekről a műveletekről. Mutassátok meg a felvételeket az osztálytársaitoknak. A csoportbeosztást (aszerint, hogy ki mit tud otthon elvégezni) előzetesen beszéljétek meg a tanárokkal.

**a)** Készítsetek filteres kávét.

**Tapasztalat:** A kávé készítése során a ..... a pohárban gyűlik össze,

a ..... a szűrőben marad.

**Magyarázat:** Az őrölt kávé egyes alkotórészei a forró vízben **oldódnak/nem oldódnak**, és ez adja a kávéízt.

**Az eljárás neve:** kioldás (extrakció).

**b)** Készítsetek gyümölcslevet gyümölcscentrifugával.

**Tapasztalat:** A gyümölcs leve a ..... csorog, a gyümölcs rostjai a ..... maradnak.

**Magyarázat:** A centrifugában a tárgyra **kifele/befele** mutató erő (centrifugális erő) hat. A centrifugális erő nagy fordulatszámnál a nehézségi erőnél **kisebb/nagyobb** is lehet. A rostokat a centrifuga szitája felfogja, a folyadékot a centrifugális erő **sugár irányban kifele/befele** hajtja (hasonlóan a mosógépekhez).

**Az eljárás neve:** centrifugálás

### Segítsünk Hamupipókének! (2. típus: receptszerű változat + elméleti problémamegoldás)

A mesében a gonosz mostoha ármánykodása okoz fölösleges munkát Hamupipókének, de a galambok segítenek szétválasztani a lencsét az ehetetlen hamutól. A valóságban azonban környezetünk anyagai általában eleve **keverékek**. A **felhasználáshoz** ezeket gyakran **kémiaileg tiszta összetevőikre** (komponenseikre) **kell szétválasztanunk**. Más esetekben viszont a keverékek szétválasztásának célja az, hogy **megismerjük az összetevőiket (elemzés, analitika)**. Az elválasztás gyakran **fizikai** módszerekkel történik. Ehhez ismernünk kell az anyagok legfontosabb tulajdonságait. Az elválasztáshoz olyan **tulajdonságokat** kell keresnünk, amelyekben a keverékek egyes összetevői **különböznek** egymástól.

**1. Kísérlet:** Ezekben a kísérletekben megismerkedtek néhány fontos elválasztási módszerrel. Végezték el a kísérleteket, írták le a tapasztalatokat és a magyarázatokat a mondatok kiegészítésével vagy a **vastagon nyomtatott** szavak közül a **nem megfelelő áthúzásával**. A kísérletek közül – a tanárotok utasítása szerint – csak egyet kell megcsinálnotok, a többi más csoportok végzik el. Ha készen vagytok vele, közösen beszéljétek meg minden kísérlet tapasztalatait és jegyezzétek fel a magyarázatokat is.

**a)** Az 1 jelű kis pohárban vaspör és konyhasó keveréke van. Öntsétek ki ezt egy tiszta A4-es papírlapra. Egy mágneset burkoljatok be konyhai papírtörülővel, majd nyomjátok bele a keverékbe. Szedjétek le a papírtörülőt a mágnesről egy másik tiszta A4-es papírlap felett. Nézzétek meg az egyik lapon maradt és a másik lapra összegyűlt anyagot.

**Tapasztalat:** A papírlapon..... színű pör marad vissza, ez a .....

A másik papírlapra ..... színű pör kerül, ez a .....

**Magyarázat:** A mágnes a ..... vonzza, a..... pedig nem.

**Az eljárás neve:** mágneses szétválasztás (szeparálás).

**b)** A 2 számú kis pohárban szürke pör van. Ez homok és tojásfesték keveréke. 2-3 kiskanálnyi pört tegyetek egy kémcsőbe, és öntsetek rá kb. 3 ujjnyi (kb. 5 cm magasságnyi) vizet. Dugaszoljátok be a kémcsövet és jól rázzátok össze a tartalmát. Várjátok meg, amíg a szilárd anyag leülepszik, és öntsétek le a folyadékot egy nagyobb műanyag pohárba. Ismételjétek meg ezt még kétszer-háromszor, amíg az összerázás után a vizes rész színtelen nem lesz. Tegyetek a pohárba 2 tablettát orvosi aktív szenet, és adjátok oda a poharat a tanárotoknak, aki ezzel később még egy számotokra is fontos műveletet fog végezni.

**Tapasztalat:** A víz az első összerázáskor ..... színű lesz, az ezt követő összerázások után az oldat színe egyre ..... lesz.

**Magyarázat:** A tojásfesték vízben....., a homok vízben .....

oldódik. A homok sűrűsége **kisebb/nagyobb**, mint az oldaté, ezért a homok a kémcsőben mindig ..... gyűlik össze.

**Az eljárások neve:** kioldás (extrakció), ülepités és többszöri kimosás (dekantálás).

**c)** Tegyetek egy kémcsőbe egy tölcserűt, és helyeztetek abba egy előkészített, megfelelő méretű szűrőpapírt vagy teafiltert. Állítsátok ezt a kémcsövet a kémcsőállványba. A 3 számú kis pohárban kénpor és rézgálicpor (réz-szulfát-pör) zöldes színű keveréke van. 2-3 kiskanálnyi pört tegyetek egy kémcsőbe, és öntsetek rá kb. 3 ujjnyi vizet. Dugaszoljátok be és jól rázzátok össze. Öntsétek a zavaros folyadékot a szűrőre. Ha az oldat lecsepegett, töltsétek az oldatot egy nagyobb pohárba, és ismételjétek meg ezt még egyszer. Adjátok oda a poharat a tanárotoknak, aki később még egy számotokra fontos műveletet fog ezzel elvégezni.



**Tapasztalat:** A víz az összerázás után .....színű lesz, a szűrőpapíron ..... színű por marad vissza.

**Magyarázat:** A kék színű réz-szulfát **oldódik/nem oldódik** vízben. A sárga színű kénpor **oldódik/nem oldódik** vízben. Ezért a szűrőn a ..... marad vissza, az oldatban a ..... gyűlik össze.

**Az eljárások neve:** kioldás (extrakció), szűrés.

**d)** A 1 számmal megjelölt, ledugaszolt kémcsőben kevés barna színű folyadék van. Ez jód és zöld ételfesték alkoholos-vizes oldata. A 2 számmal megjelölt, ledugaszolt kémcsőben kevés benzín van. Töltsétek a benzint a színes elegyet tartalmazó kémcsőbe. Töltsetek rá ugyanennyi vizet, dugaszoljátok be, és jól rázzátok össze. Tegyétek a kémcsövet a kémcsőállványba, és várjatok kb. 2-3 percet.

**Tapasztalat:** A folyadék lassan ..... részre (fázisra) válik széjjel. Az alsó rész ..... színű, a felső rész ..... színű.

**Magyarázat:** Az ételfesték **jól oldódik/nem oldódik** vízben, a jód **oldódik/nem oldódik** vízben, de **jól oldódik/nem oldódik** benzinben. A víz sűrűsége **nagyobb/kisebb**, mint a benziné.

**Az eljárás neve:** kioldás (extrakció), sűrűség szerinti szétválás (szeparálódás)

**e)** A tálcán lévő szűrőpapírdarab közepére rajzoljatok vízoldható barna filctollal egy néhány mm-es foltot, és tegyétek ezt egy csempelapra. Műanyag cseppentővel tegyetek rá egy csepp vizet, és várjatok egy keveset. Lassan ismételjétek meg ezt még néhányszor. Figyeljétek meg, mi történik a festékfolttal.

**Tapasztalat:** A festékfolt lassan ..... a szűrőpapíron. A barna foltból ..... db színes gyűrű keletkezik. Ezek ..... színűek. Legtávolabbra a ..... színű festékgyűrű halad.

**Magyarázat:** A filctoll barna színe ..... összetevőből (komponensből) tevődik össze. Ezek külön-külön ..... és..... színűek.

Ezeket látjuk együtt barnának. A .....festék kötődik meg legkevésbé a szűrőpapíron, ezért a vizes öblítéssel ez jut a **legmesszebb/legkevésbé messze** a szűrőpapíron.

**Az eljárás neve:** megkötődés (adszorpció), megkötődéses szétválasztás (kromatográfia)

## 2. Kísérlet: Összetett elválasztási kísérlet

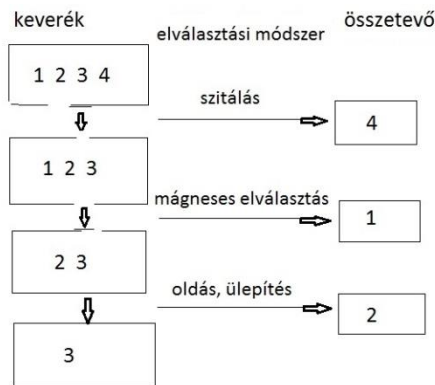
Hamupipőke meséjében a gonosz mostoha szándékosan összekeverte a lencsét hamuval és más szeméttel, és abból kellett a szegény kis árvának az ehétő lencsét kiválogatnia. Egy még gonoszabb mostoha vasreszeléket (1), réz-szulfátot (2), homokot (3) és mustármagot (4) kevert össze. A galambok helyett Ti segítsetek Hamupipőkének szétválasztani a keveréket a megismert vegyészeti szétválasztási módszerek felhasználásával. Az eltérő fizikai tulajdonságaik alapján megfelelő sorrendben elvégezve az elválasztási műveleteket ki tudjátok nyerni az összetevőket ebből a keverékből. Ezeket a lépéseket – a szitálás kivételével – az előző kísérletekben már megismertétek. Használjátok a tálcátokon lévő eszközöket és anyagokat.

**1. lépés:** A konyhai szita segítségével válasszátok külön a mustármagot a keverék többi részétől, és tegyétek egy kis műanyag pohárba. A szitálást egy A4-es papírlap fölött végezzétek.

**2. lépés:** A papírtörölköző-darabba burkolt mágnes segítségével a papírlapról emeljétek ki a vasreszeléket a megmaradt keverékből, és tegyétek egy másik kis műanyag pohárba.

**3. lépés:** A megmaradt keveréket a papírlapról szórjátok egy kémcsőbe, kb. 1/3 részig töltsétek hozzá vizet, dugaszoljátok be és erősen rázzátok össze. Rövid ülepítés után a réz-szulfátos oldatot öntsétek a gyűjtőedénybe, és ismételjétek meg ezt a műveletet még egyszer.

Az egymás utáni lépések összefoglalhatók az alábbi blokkdiagram segítségével is.



**Megfigyelések és magyarázatok**

**1. lépés:** A mustármag szitálással könnyen szétválasztható a többi összetevőtől a **nagyobb/kisebb** mérete miatt, és a szűrőn marad.

**2. lépés:** A mágnessel a vasreszelék átemelhető, mert a megmaradt három összetevő közül csak a ..... mágneses tulajdonságú.

**3. lépés:** Vízzel összekeverve a maradék két összetevőt, ..... színű oldat keletkezik, és a homok a főzőpohár aljára süllyed. Csak a ..... oldódik vízben, a ..... vízben nem oldható, és a **kicsi/nagy** sűrűsége miatt lesüllyed a főzőpohár aljára.

**Az óra után elvégezhető házi feladat:**

Néhány kísérletet otthon végezhetek el a konyhában a szüleitek segítségével. Készítsetek mobiltelefonnal videofelvételt ezekről a műveletekről. Mutassátok meg a felvételeket az osztálytársaitoknak. A csoportbeosztást (aszerint, hogy ki mit tud otthon elvégezni) előzetesen beszéljétek meg a tanárokkal.

**a) Készítsetek filteres kávét.**

**Tapasztalat:** A kávé készítése során a ..... a pohárban gyűlik össze, a ..... a szűrőben marad.

**Magyarázat:** Az őrölt kávé egyes alkotórészei a forró vízben **oldódnak/nem oldódnak**, és ez adja a kávéitalt.

**Az eljárás neve:** kioldás (extrakció).

**b) Készítsetek gyümölcslevet gyümölcscentrifugával.**

**Tapasztalat:** A gyümölcs leve a ..... csorog, a gyümölcs rostjai a ..... maradnak.

**Magyarázat:** A centrifugában a tárgyakra **kifele/befele** mutató erő (centrifugális erő) hat. A centrifugális erő nagy fordulatszámnál a nehézségi erőnél **kisebb/nagyobb** is lehet. A rostokat a centrifuga szitája felfogja, a folyadékot a centrifugális erő **sugár irányban kifele/befele** hajtja (hasonlóan a mosógépekhez).

**Az eljárás neve:** centrifugálás

**Gondolkodtató házi feladatok:**

**1.** A Vegeta ételízesítő főbb összetevői a következők: szárított zöldség, konyhasó, vízben oldódó ízfokozó vegyület, színező anyag. Gondold végig és írd le a saját füzetedbe, hogy a megismert módszerek közül melyek segítségével lehetne a keveréket minél jobban a komponenseire bontani.

**2.** A húsleveskockában az előzőek mellett, többek között még a húskivonatból és növényekből származó zsiradék is van. Milyen további elválasztási művelet kellene ennek az elkülönítéséhez? Gondoljál az oldódással kapcsolatos korábbi kísérleteidre is. Írd le a tervedet a saját füzetedbe.

### Segítsünk Hamupipókének! (3. típus: kísérlettervező változat)

A mesében a gonosz mostoha ármánykodása okoz fölösleges munkát Hamupipókének, de a galambok segítenek szétválasztani a lencsét az ehetetlen hamutól. A valóságban azonban környezetünk anyagai általában eleve **keverékek**. A **felhasználáshoz** ezeket gyakran **kémiaileg tiszta összetevőkre** (komponenseikre) **kell szétválasztanunk**. Más esetekben viszont a keverékek szétválasztásának célja az, hogy **megismerjük az összetevőiket (elemzés, analitika)**. Az elválasztás gyakran **fizikai** módszerekkel történik. Ehhez ismernünk kell az anyagok legfontosabb tulajdonságait. Az elválasztáshoz olyan **tulajdonságokat** kell keresnünk, amelyekben a keverékek egyes összetevői **különböznek** egymástól.

**1. Kísérlet:** Ezekben a kísérletekben megismerkedtek néhány fontos elválasztási módszerrel. Végezték el a kísérleteket, írták le a tapasztalatokat és a magyarázatokat a mondatok kiegészítésével vagy a **vastagon nyomtatott** szavak közül a **nem megfelelő áthúzásával**. A kísérletek közül – a tanárok utasítása szerint – csak egyet kell megcsinálnotok, a többit más csoportok végzik el. Ha készen vagytok vele, közösen beszéljétek meg minden kísérlet tapasztalatait és jegyezzétek fel a magyarázatokat is.

**a)** Az 1 jelű kis pohárban vaspor és konyhasó keveréke van. Öntsétek ki ezt egy tiszta A4-es papírlapra. Egy mágnest burkoljatok be konyhai papírtörölővel, majd nyomjátok bele a keverékbe. Szedjétek le a papírtörölőt a mágnestől egy másik tiszta A4-es papírlap felett. Nézzétek meg az egyik lapon maradt és a másik lapra összegyűlt anyagot.

**Tapasztalat:** A papírlapon..... színű por marad vissza, ez a .....

A másik papírlapra ..... színű por kerül, ez a .....

**Magyarázat:** A mágnes a ..... vonzza, a..... pedig nem.

**Az eljárás neve:** mágneses szétválasztás (szeparálás).

**b)** A 2 számú kis pohárban szürke por van. Ez homok és tojásfesték keveréke. 2-3 kiskanálnyi port tegyetek egy kémcsőbe, és öntsetek rá kb. 3 ujjnyi (kb. 5 cm magasságnyi) vizet. Dugaszoljátok be a kémcsövet és jól rázzátok össze a tartalmát. Várjátok meg, amíg a szilárd anyag leülepszik, és öntsétek le a folyadékot egy nagyobb műanyag pohárba. Ismételjétek meg ezt még kétszer-háromszor, amíg az összerázás után a vizes rész szintelen nem lesz. Tegyetek a pohárba 2 tablettát orvosi aktív szén, és adjátok oda a poharat a tanároknak, aki ezzel később még egy számotokra is fontos műveletet fog végezni.

**Tapasztalat:** A víz az első összerázáskor ..... színű lesz, az ezt követő összerázások után az oldat színe egyre ..... lesz.

**Magyarázat:** A tojásfesték vízben....., a homok vízben .....

oldódik. A homok sűrűsége **kisebb/nagyobb**, mint az oldaté, ezért a homok a kémcsőben mindig ..... gyűlik össze.

**Az eljárások neve:** kioldás (extrakció), üleptetés és többszöri kimosás (dekantálás).

**c)** Tegyetek egy kémcsőbe egy tölcserő, és helyeztetek abba egy előkészített, megfelelő méretű szűrőpapírt vagy teafiltert. Állítsátok ezt a kémcsövet a kémcsőállványba. A 3 számú kis pohárban kénpor és rézgálicpor (réz-szulfát-por) zöldes színű keveréke van. 2-3 kiskanálnyi port tegyetek egy kémcsőbe, és öntsetek rá kb. 3 ujjnyi vizet. Dugaszoljátok be és jól rázzátok össze. Öntsétek a zavaros folyadékot a szűrőre. Ha az oldat lecsepegett, töltsétek az oldatot egy nagyobb pohárba, és

ismételjétek meg ezt még egyszer. Adjátok oda a poharat a tanárotoknak, aki később még egy számotokra fontos műveletet fog ezzel elvégezni.

**Tapasztalat:** A víz az összerázás után .....színű lesz, a szűrőpapíron ..... színű por marad vissza.

**Magyarázat:** A kék színű réz-szulfát **oldódik/nem oldódik** vízben. A sárga színű kénpor **oldódik/nem oldódik** vízben. Ezért a szűrőn a ..... marad vissza, az oldatban a ..... gyűlik össze.

**Az eljárások neve:** kioldás (extrakció), szűrés.

**d)** A 1 számmal megjelölt, ledugaszolt kémcsőben kevés barna színű folyadék van. Ez jód és zöld ételfesték alkoholos-vizes oldata. A 2 számmal megjelölt, ledugaszolt kémcsőben kevés benzín van. Töltsétek a benzint a színes elegyet tartalmazó kémcsőbe. Töltsetek rá ugyanennyi vizet, dugaszoljátok be, és jól rázzátok össze. Tegyétek a kémcsövet a kémcsőállványba, és várjatok kb. 2-3 percet.

**Tapasztalat:** A folyadék lassan ..... részre (fázisra) válik széjjel. Az alsó rész

..... színű, a felső rész ..... színű.

**Magyarázat:** Az ételfesték **jól oldódik/nem oldódik** vízben, a jód **oldódik/nem oldódik** vízben, de **jól oldódik/nem oldódik** benzinben. A víz sűrűsége **nagyobb/kisebb**, mint a benziné.

**Az eljárás neve:** kioldás (extrakció), sűrűség szerinti szétválás (szeparálódás)

**e)** A tálcán lévő szűrőpapírdarab közepére rajzoljatok vízoldható barna filctollal egy néhány mm-es foltot, és tegyétek ezt egy csempelapra. Műanyag cseppentővel tegyetek rá egy csepp vizet, és várjatok egy keveset. Lassan ismételjétek meg ezt még néhányszor. Figyeljétek meg, mi történik a festékfolttal.

**Tapasztalat:** A festékfolt lassan ..... a szűrőpapíron. A barna foltból ..... db színes gyűrű keletkezik. Ezek ..... színűek. Legtávolabbra a ..... színű festékgyűrű halad.

**Magyarázat:** A filctoll barna színe ..... összetevőből (komponensből) tevődik össze. Ezek külön ..... és..... színűek.

Ezeket látjuk együtt barnának. A .....festék kötődik meg legkevésbé a szűrőpapíron, ezért a vizes öblítéssel ez jut a **legmesszebb/legkevésbé messze** a szűrőpapíron.

**Az eljárás neve:** megkötődés (adszorpció), megkötődéses szétválasztás (kromatográfia)

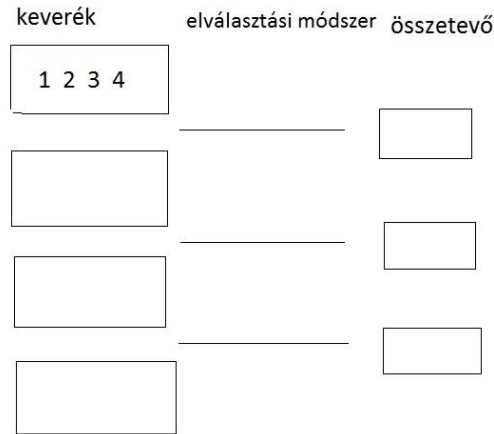
## 2. Kísérlet: Összetett elválasztási kísérlet és kísérlettervezés

Hamupipőke meséjében a gonosz mostoha szándékosan összekeverte a lencsét hamuval és más szeméttel, és abból kellett a szegény kis árvának az ehhez szükséges lencsét kiválogatnia. Egy még gonoszabb mostoha vasreszeléket (1), réz-szulfátot (2), homokot (3) és mustármagot (4) kevert össze. A galambok helyett Ti segítsetek Hamupipőkének szétválasztani a keveréket a megismert vegyészeti szétválasztási módszerek felhasználásával.

Beszéljétek meg, hogy az eltérő fizikai tulajdonságaik alapján, milyen szétválasztási műveleteket és milyen sorrendben elvégezve tudnátok kinyerni az összetevőket ebből a keverékből. Ezeket a lépéseket – egy kivételével – az előző kísérletekben már megismertétek. Használjátok a tálcákon lévő eszközöket és anyagokat. Kell egy olyan elválasztási lépés is, amelyik az előzőekben nem szerepelt, de ezt a rendelkezésre álló eszközök ismeretében könnyen kitalálhatjátok. Az alábbi ábra kiegészítésével készítsétek blokkdiagramot a tervezett lépésekről. Az üres mezőkbe írjátok be számokkal, hogy melyik összetevőt (komponenst) választjátok külön és milyen elválasztási módszert használtok (ehhez használjátok a megismert szakkifejezéseket). Az alatta lévő mezőbe pedig írjátok be a keverékben még

megmaradt komponensek számjelét. Az elválasztási tervet beszéljétek meg a tanárokkal, és a jóváhagyás után végezzétek is el a teljes műveletsort. Jegyezzétek le a megfigyeléseket és a magyarázatokat is.

### A kísérlet terve blokkdiagramban



### Megfigyelések és magyarázatok

1. lépés .....
- .....
2. lépés .....
- .....
3. lépés .....
- .....

### Az óra után elvégezhető házi feladat:

Néhány kísérletet otthon végezhetek el a konyhában a szüleitek segítségével. Készítsetek mobiltelefonnal videofelvételt ezekről a műveletekről. Mutassátok meg a felvételeket az osztálytársaitoknak. A csoportbeosztást (aszerint, hogy ki mit tud otthon elvégezni) előzetesen beszéljétek meg a tanárokkal.

**a)** Készítsetek filteres kávé.

**Tapasztalat:** A kávé készítése során a ..... a pohárban gyűlik össze,

a ..... a szűrőben marad.

**Magyarázat:** Az őrölt kávé egyes alkotórészei a forró vízben **oldódnak/nem oldódnak**, és ez adja a kávéitalt.

**Az eljárás neve:** kioldás (extrakció).

**b)** Készítsetek gyümölcslevet gyümölcscentrifugával.

**Tapasztalat:** A gyümölcs leve a ..... csorog, a gyümölcs rostjai a ..... maradnak.

**Magyarázat:** A centrifugában a tárgyra **kifele/befele** mutató erő (centrifugális erő) hat. A centrifugális erő nagy fordulatszámnál a nehézségi erőnél **kisebb/nagyobb** is lehet. A rostokat a centrifuga szitája felfogja, a folyadékot a centrifugális erő **sugár irányban kifele/befele** hajtja (hasonlóan a mosógépekhez).

**Az eljárás neve:** centrifugálás

### Segítsünk Hamupipőkének! (tanári változat)

A mesében a gonosz mostoha ármánykodása okoz fölösleges munkát Hamupipőkének, de a galambok segítenek szétválasztani a lencsét az ehetetlen hamutól. A valóságban azonban környezetünk anyagai általában eleve **keverékek**. A **felhasználáshoz** ezeket gyakran **kémiaileg tiszta összetevőikre** (komponenseikre) **kell szétválasztanunk**. Más esetekben viszont a keverékek szétválasztásának célja az, hogy **megismerjük az összetevőiket (elemzés, analitika)**. Az elválasztás gyakran **fizikai** módszerekkel történik. Ehhez ismernünk kell az anyagok legfontosabb tulajdonságait. Az elválasztáshoz olyan **tulajdonságokat** kell keresnünk, amelyekben a keverékek egyes összetevői **különböznek egymástól**.

#### Előzetes tanári kísérlet: desztilláció

Az elválasztási módszerek kísérleti megismertetése nem tehető teljessé ezen a tanórán. A feladatlapokon szereplő tanulókísérleteket **megelőző vagy azt követő** valamelyik kémiaórán a további érdeklődés felkeltése végett célszerű bemutatni az egyik legfontosabb elválasztási eljárást, a desztillációt. A bemutatás esetén ezt a kísérletet, a tapasztalatot és a magyarázatot a tanulónak a saját füzetébe kell lejegyezniük.

A berendezést mindenki a szertárja eszközeit felhasználva állíthatja össze. A desztillálható folyadék lehet ételfestékkel megszínezett híg alkohol-víz elegy (esetleg vörös bor) vagy a tanulókísérletek során keletkezett réz-szulfát-oldat. Így az elkülönítés jól bemutatható (a színes anyag a desztilláló edényben marad), a szedőbe összegyűlő folyadék színtelen, az alkoholt pl. a szagáról is felismerhetjük.

**Magyarázat:** A desztillálás egy folyadék szilárd oldott anyagról való lepárlására vagy két (esetleg több) egymással jól elegyedő, különböző forráspontú folyadék szétválasztására szolgáló eljárás. Utóbbi esetben forraláskor először döntően az alacsonyabb forráspontú folyadék válik gázhalmazállapotúvá, és ez távozik el a forraló lombikból. A magasabb forráspontú folyadék főleg a desztilláló edényben marad vissza. Pl. az alkohol forráspontja alacsonyabb (78 °C) mint a vízé (100 °C) ezért távozik előbb a folyadékelegyből. Az oldott szilárd anyag pedig egyáltalán nem párologtatható el.

#### Megjegyzések:

- *A desztilláció fontos elválasztási művelet, de a feladatlap megoldásához nincs rá közvetlen szükség. A diákok tájékoztatására azonban célszerű ezt a kísérleti óra előtt vagy után bemutatni.*
- *A tanár saját lehetőségei ismeretében bármilyen eszközzel történő (szabályosan végzett) desztillálást bemutathat.*
- *Jelen esetben fontos, hogy színes oldatot desztilláljunk, hogy a színes anyag a desztilláló lombikban maradjon. Célszerű, ha alkoholos oldatot desztillálunk, és az alkoholt kimutatjuk a desztillátumban valamilyen egyszerű kísérlettel, akár szaglással vagy meggyújtással (ld. 4. feladatlap kísérletei).*
- *A folyadékelegyet óvatosan és ne sokáig hevítjük, mert kis mennyiségű alkohol is jól mutatja az égetési próbát. A kísérlet vörös borral is elvégezhető.*
- *Felhívhatjuk a figyelmet a desztillálás közismert alkalmazásaira: kőolaj-finomítás, alkohollepárlás, desztillált víz készítése, a levegő alkotórészeire bontása (pl. oxigén előállítás) a cseppfolyós levegő desztillálásával.*

**1. Kísérlet:** Ezekben a kísérletekben megismerkedtek néhány fontos elválasztási módszerrel. Végezzétek el a kísérleteket, írtok le a tapasztalatokat és a magyarázatokat a mondatok kiegészítésével vagy a **vastagon nyomtatott** szavak közül a **nem megfelelő áthúzásával**. A kísérletek közül – a tanárotok utasítása szerint – csak egyet kell megcsinálnotok, a többit más csoportok végzik el. Ha készen vagytok velem, közösen beszéljétek meg minden kísérlet tapasztalatait és jegyezzétek fel a magyarázatokat is.

**a)** Az 1. jelű kis pohárban vaspár és konyhasó keveréke van. Öntsétek ki ezt egy tiszta A4-es papírlapra. Egy mágnest burkoljatok be konyhai papírtörülővel, majd nyomjátok bele a keverékbe. Szedjétek le a

papírtörlőt a mágnesről egy másik tiszta A4-es papírlap felett. Nézzétek meg az egyik lapon maradt és a másik lapra összegyűlt anyagot.

**Tapasztalat:** A papírlapon fehér színű por marad vissza, ez a konyhasó (nátrium-klorid). A másik papírlapra szürke színű por kerül, ez a vas.

**Magyarázat:** A mágnes a vasat vonzza, a konyhasót pedig nem.

**Az eljárás neve:** Mágneses szétválasztás (szeparálás).

**Megjegyzések:**

- **A tanulók által beírandó vagy kiválasztott helyes ill. lehetséges válaszokat aláhúzással jelöljük.**
- *Célszerű ehhez a mágneset előbb konyhai papírtörlővel beburkolni, mert így a papírlap fölé téve, majd a mágneset a konyhai papírtörlőből kivéve, a vaspór (vagy vasreszelék) a papírlapra hullik. Enélkül viszont nagyon nehéz a vaspórt a mágnesről lekaparni.*
- *Az ipari hulladékból is így válogatják ki a vasat. Itt elektromágneset használnak, az áram kikapcsolásával a mágnes a szemétből kiemelt vasat a megfelelő gyűjtőedény fölé érve elengedi.*

**b)** Az 2. számú kis pohárban szürke por van. Ez homok és tojásfesték keveréke. 2-3 kiskanálnyi port tegyetek egy kémcsőbe, és öntsetek rá kb. 3 ujjnyi (kb. 5 cm magasságnyi) vizet. Dugaszoljátok be a kémcsövet és jól rázzátok össze a tartalmát. Várjátok meg, amíg a szilárd anyag leülepszik, és öntsétek le a folyadékot egy nagyobb műanyag pohárba. Ismételjétek meg ezt még kétszer-háromszor, amíg az összerázás után a vizes rész szintelen nem lesz. Tegyetek a pohárba 2 tableta orvosi aktív szenet, és adjátok oda a poharat a tanároknak, aki ezzel később még egy számotokra is fontos műveletet fog végezni.

**Tapasztalat:** A víz az első kirázáskor piros színű lesz, az ezt követő kirázások után az oldat színe egyre világosabb lesz.

**Magyarázat:** A tojásfesték vízben oldódik, a homok vízben nem oldódik. A homok sűrűsége kisebb/nagyobb, mint az oldaté, ezért a homok a kémcsőben mindig alul gyűlik össze.

**Az eljárások neve:** Kioldás (extrakció), többszöri kimosás (dekantálás).

**Megjegyzések:**

- *Piros tojásfestékekkel a kísérlet jó sikerül. Megfelelő keverékarány esetén háromszori dekantálással a homok – legalább is szemre – festékmentesre mosható. Más színű festékekkel is elvégezhető a kísérlet, de a szénen történő adszorpcióját előzetesen ki kell próbálni.*
- *A kísérlet céklaportal is jól elvégezhető. A céklaportal bioboltokban kapható (190 Ft/zacskó).*

**Az 1. b) tanuló kísérlet későbbi folytatása tanári kísérletként:**

A további kísérletek hosszú időt igényelnek, ezért ezeket nem lehet elvégezni a tanórán. A kísérletben nyert színes oldatot (tojásfestéket) tartalmazó pohárba csoportonként 2 tableta orvosi aktív szenet tettek. Ezt a poharat óraüveggel lefedve a következő kémiaóráig nyugodt helyen állni hagyjuk, és néhány nap múlva megmutatjuk a kísérlet eredményét.

**Tapasztalat:** A szénpor leülepedett a pohár aljára és a folyadék szintelen lett.

**Magyarázat:** Az ételfesték megkötődött a nagy felületű, úgynevezett aktív (orvosi) szénporon.

**Az eljárás neve:** felületi megkötődés (adszorpció) és kiülepedés (szedimentáció)

**Megjegyzések:**

- *Az adszorpció tulajdonképpen nagyon hamar (1-2 perc) bekövetkezik, de a jó minőségű (nagyon apró szemcsés) orvosi szén nagyon nehezen ülepedik le, kb. 1 napot vesz igénybe. Rendszerint nem is szűrhető, átmegy a legtöbb szűrőpapíron. Általában nincs forgalomban olyan szűrőpapír, ami a tablettából keletkező finom szénport kiszűrné. Durvább szemcséjű (és ezért jól szűrhető) szénnel az adszorpció kétséges.*
- *Ez a kísérlet nem feltétlenül kell a feladatok megoldásához, de pl. a 2. típusú feladatlapon található (gondolkodtató) feladatoknál felvetődhet, hogy a leveskocka, ill. a Vegeta színes anyagait aktív szén elválasztással kössük meg.*

**c)** Tegyetek egy kémcsőbe egy tölcserűt, és helyeztetek abba egy előkészített, megfelelő méretű szűrőpapírt vagy teafiltert. Állítsátok ezt a kémcsövet a kémcsőállványba. A 3. számú kis pohárban

kénpor és rézgálicpor (réz-szulfát-por) zöldes színű keveréke van. 2-3 kiskanálnyi port tegyetek egy kémcsőbe, és öntsetek rá kb. 3 ujjnyi vizet. Dugaszoljátok be és jól rázzátok össze. Öntsétek a zavaros folyadékot a szűrőre. Ha az oldat lecsepegett, töltsétek az oldatot egy nagyobb pohárba, és ismételjétek meg ezt még egyszer. Adjátok oda a poharat a tanárotnak, aki később még egy számotokra fontos műveletet fog ezzel elvégezni.

**Tapasztalat:** A víz az összerázás után **kék** színű lesz, a szűrőpapíron **sárga** színű por marad vissza.

**Magyarázat:** A kék színű réz-szulfát oldódik/nem-oldódik vízben. A sárga színű kénpor oldódik/nem oldódik vízben. Ezért a szűrőn a **kén** marad vissza, az oldatban a **réz-szulfát** gyűlik össze.

**Az eljárások neve:** Kioldás (extrakció), szűrés.

**Megjegyzések:**

- A teafilter zacskót a tölcser méretére kell levágni.
- A réz-szulfát-oldatokat a tanár gyűjtse egy közös főzőpohárban a későbbi – általa elvégzendő – bepárlás, esetleg desztilláció) céljából.
- A szövegben végig réz-szulfát formát használjuk, és nem jelöljük a réz vegyértékét, mert a gyerekek számára ebben a korban ez nem értelmezhető. Kivételt képez (az egyértelműség kedvéért) az anyagjegyzék. A tanulói szövegrészekben viszont a köznap ri rézgálic elnevezést is használjuk.
- A kísérlet frontális megbeszélésekor megemlíthető, hogy mindkét anyag használatos a szőlőtermesztésben, ill. a borászatban. A rézgálic növényvédő permetezőszerek alapvető összetevője. A kénport (papírlapokra rögzített formában) elégetve hordók fertőtlenítésére használják.

**Az 1. c) tanulókísérlet későbbi folytatása tanári kísérletként:**

A további kísérlet hosszú időt igényel, ezért nem lehet elvégezni a tanórán. A kísérletben elvégzett elválasztás után az összegyűjtött réz-szulfát-oldatot porcelán tálba tesszük, és gyenge melegítéssel elforraljuk a víz jelentős részét. Néhány nap múlva megmutatjuk a bepárlás és kikristályosodás eredményét a tanulóknak.

**Tapasztalat:** A porcelán tál alján **szép kék kristályok** láthatók.

**Magyarázat:** Az oldatból elpárologtattuk az oldószert, és vissza maradt a szilárdan az oldott anyag.

**Az eljárás neve:** bepárlás, kristályosítás

**Megjegyzések:**

- Ez a kísérletrész a feladatlapok megoldásához nem feltétlenül szükséges, de a réz-szulfát tényleges elválasztása a diákok számára akkor válik érzékelhetően véglegesé, ha azt kristályos formában ki is nyerjük.
- Egy másik kísérlet megtervezésénél, pl. a 2. típusú feladatlap on található (gondolkodtató) feladatoknál felvetődhet, hogy a Vegeta és a leveskocka sótartalmát ki is kristályosíthatjuk.
- A szűrletet bepárlótálban Bunsen-égővel vagy borszeszégővel kerámias dróthálón melegítve az eredeti térfogatának egy kis részére bepároljuk. Célszerű ezt addig végezni, amíg az első pici kék kristályok megjelennek az edény falán, közvetlenül a folyadékfelszín fölött. Vízfürdőt alkalmazva lassabb, de kíméletesebb a bepárlás. Utána hagyjuk lehűlni, majd szűrjük le és szárítsuk meg kristályos réz-szulfátot ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ).
- A túl intenzív bepárláskor az edény szélén keletkező réz-szulfát kristályok a hő hatására történő a kristályvíz elvesztése miatt kifehéredhetnek.
- Javasoljuk a mikrohullámú melegítővel történő bepárlást.
- Érdemes megemlíteni, hogy az ivóvíz előállításánál fontos művelet a szűrés (pl. parti szűrésű kutak a Duna mentén).
- Tengervízből bepárlással sókat (konyhasót is) állítanak elő.





Tengeri só lepárlása az Adriánál (Foto: Riedel Miklós)

**d)** A 1 számmal megjelölt, ledugaszolt kémcsőben kevés barna színű folyadék van. Ez jódtól és zöld ételfestéktől alkoholos-vizes oldata. A 2 számmal megjelölt, ledugaszolt kémcsőben kevés benzint tartalmazó színes elegyet tartalmazó kémcsőbe. Töltsetek rá ugyanennyi vizet, dugaszoljátok be, és jól rázzátok össze. Tegyétek a kémcsövet a kémcsőállványba, és várjatok kb. 2-3 percet.

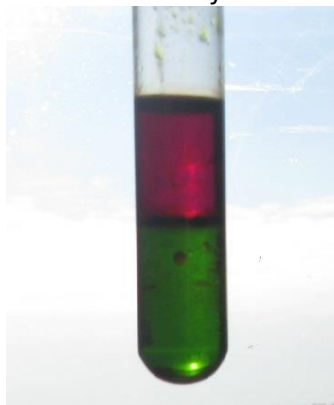
**Tapasztalat:** A folyadék lassan **két** részre (fázisra) válik széjjel. Az alsó rész **zöld** színű, a felső rész **lila** színű.

**Magyarázat:** Az ételfesték **jól oldódik/nem oldódik** vízben, a jódtól **oldódik/nem oldódik** vízben, de **jól oldódik/nem oldódik** benzinben. A víz sűrűsége **nagyobb/kisebb**, mint a benziné.

**Az eljárás neve:** Kioldás (extrakció), sűrűség szerinti szétválás (szeparálódás).

**Megjegyzések:**

- A kísérlet bármely vízzeloldható ételfestékkal jól megy, de zöld színnel a színkontraszt a leglátványosabb.
- Az ajánlott ételfesték két összetevője (tartazin és patentkék) vízzeloldható anyagok (<https://hu.wikipedia.org/wiki/Tartrazin>, ill. [https://hu.wikipedia.org/wiki/Patentkék](https://hu.wikipedia.org/wiki/Patentk%C3%A9k) V) elegyüket zöld ételfestékként híg (15 %-os) alkoholos oldat formájában forgalmazzák (2017. 07. 28.). A tanulónak kiadott anyag az ételfesték és jódtól közös alkoholos-vizes oldata. A vizes-benzines kirázáskor a vízzeloldható festékek a vizes fázisba, a benzinben jól oldódó jódtól a benzines fázisba kerül. A kiindulási anyagban lévő kevés alkohol megoszlik a vizes és a benzines fázis között.
- A kémcsőben valóban kevés elegyet adjunk ki, különben a színek túl sötétek lesznek, mert túl tömény oldatok keletkeznek.
- A kémcső tartalma hosszas rázásakor fölmelegedhet, és benne a benzint intenzív párolgása miatt megnőhet a nyomás, és ez kilőheti a dugót. Célszerű előre figyelmeztetni a diákokat, hogy ne rázzák túl sokáig az elegyet. Rázás közben a hüvelykujjukkal szorítsák a dugót a kémcsőbe, majd a kémcsőállványba téve óvatosan mozgassák meg a dugót.
- Betadinnel a kísérlet nem megy, a szervesanyag-tartalom miatt tartós hab képződik.
- A nagyobb áruházakban kaphatók zsirolható ételfestékek is. Ez külön rájuk van írva.



A két szétválasztott fázis kémcsőben

e) A tálcán lévő szűrőpapírdarab közepére rajzoljatok vízoldható barna filctollal egy néhány mm-es foltot, és tegyétek ezt egy csempelapra. Műanyag cseppentővel tegyetek rá egy csepp vizet, és várjatok egy keveset. Lassan ismételjétek meg ezt még néhányszor. Figyeljétek meg, mi történik a festékfolttal.

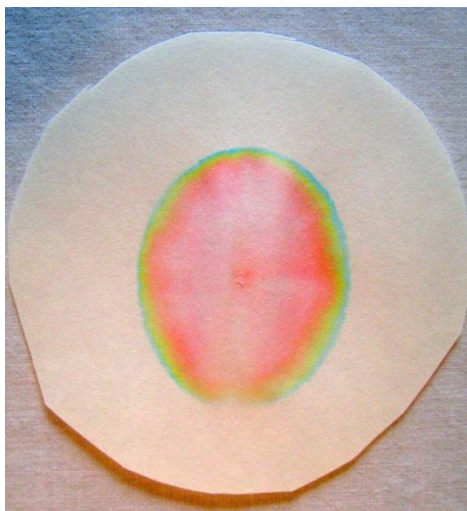
**Tapasztalat:** A festékfolt lassan **széttérjed** a szűrőpapíron. A barna foltból **3** db színes gyűrű keletkezik. Ezek **kék, sárga, piros** színűek. Legtávolabbra a **kék** színű festékgyűrű halad.

**Magyarázat:** A filctoll barna színe **3** összetevőből (komponensből) tevődik össze. Ezek külön-külön **kék, sárga** és **piros** színűek. Ezeket látjuk együtt barnának. A **kék** festék kötődik meg legkevésbé a szűrőpapíron, ezért a vizes öblítéssel ez jut a **legmesszebb/legkevésbé messze** a szűrőpapíron.

**Az eljárás neve:** Megkötődés (adszorpció), megkötődéses szétválasztás (kromatográfia).

**Megjegyzések:**

- A vizet nagyon apró cseppekben és lassan kell adagolni. Az alkalmazott szűrőpapírtól függően kb. 3-4 csepp után indul meg a színek szétválása.
- Megjegyezhető, hogy a kromatográfiát – műszeres eljárássá fejlesztve – ma rendkívül elterjedten használják a kémiai vizsgálatokban. Ez a módszer a folyadék-, ill. gázkromatográfia.
- Az adszorpciót használják a gázálcokban is az egészségre káros gázok megkötésére (elválasztására), az orvosi gyakorlatban pedig az emésztőrendszerbe jutott vagy ott keletkező egészségre ártalmas anyagok megkötésére („széntabletta”).
- Ha nincs lehetőség a kromatográfias szétválasztási kísérlet elvégzésére, célszerű a látványos és tanulságos egy kromatogramot a csoportoknak megmutatni. Ez lehet a tanár által korábban készített lap bemutatása is.



A barna filctoll kromatogramja

## 2. Kísérlet: Összetett elválasztási kísérlet [Csak az 1. és a 2. típusú csoportoknak!]

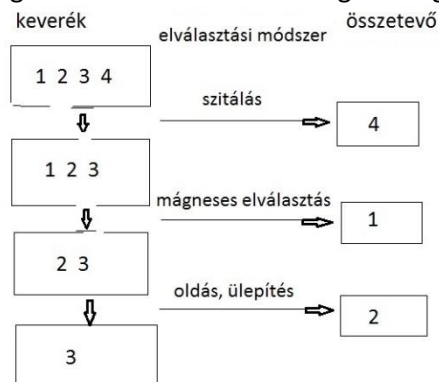
Hamupipőke meséjében a gonosz mostoha szándékosan összekeverte a lencsét hamuval és más szeméttel, és abból kellett a szegény kis árvának az ehető lencsét kiválogatnia. Egy még gonoszabb mostoha vasreszeléket (1), réz-szulfátot (2), homokot (3) és mustármagot (4) kevert össze. A galambok helyett Ti segítsetek Hamupipőkének szétválasztani a keveréket a megismert vegyészeti szétválasztási módszerek felhasználásával. Az eltérő fizikai tulajdonságaik alapján megfelelő sorrendben elvégezve az elválasztási műveleteket ki tudjátok nyerni az összetevőket ebből a keverékből. Ezeket a lépéseket – a szitálás kivételével – az előző kísérletekben már megismertétek. Használjátok a tálcákon lévő eszközöket és anyagokat.

**1. lépés:** A konyhai szita segítségével válasszátok külön a mustármagot a keverék többi részétől, és tegyétek egy kis műanyag pohárba. A szitálást egy A4-es papírlap fölött végezzétek.

**2. lépés:** A papírtörölköző-darabba burkolt mágnes segítségével a papírlapról emeljétek ki a vasreszeléket a megmaradt keverékből, és tegyétek egy másik kis műanyag pohárba.

**3. lépés:** A megmaradt keveréket a papírlapról szórjátok egy kémcsőbe, kb. 1/3 részig töltsetek hozzá vizet, dugaszoljátok be és erősen rázzátok össze. Rövid ülepités után a réz-szulfátos oldatot öntsétek a gyűjtőedénybe, és ismételjétek meg ezt a műveletet még egyszer.

Az egymás utáni lépések összefoglalhatók az alábbi blokkdiagram segítségével is.



### Megfigyelések és magyarázatok

**1. lépés:** A mustármag szitálással könnyen szétválasztható a többi összetevőtől a **nagyobb/kisebb** mérete miatt, és a szűrőn marad.

**2. lépés:** A mágnessel a vasreszelék átemelhető, mert a megmaradt három összetevő közül csak a **vas** mágneses tulajdonságú.

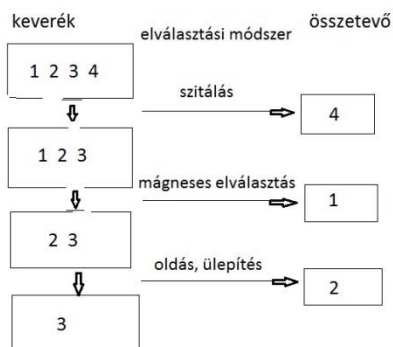
**3. lépés:** Vízzel összekeverve a maradék két összetevőt, **világoskék** színű oldat keletkezik, és a homok a főzőpohár aljára süllyed. Csak a **réz-szulfát** oldódik vízben, a **homok** vízben nem oldható, és a **kicsi/nagy** sűrűsége miatt lesüllyed a főzőpohár aljára.

### 2. Kísérlet: Összetett elválasztási kísérlet és kísérlettervezés [Csak a 3. típusú csoportoknak!]

Hamupipőke meséjében a gonosz mostoha szándékosan összekeverte a lencsét hamuval és más szeméttel, és abból kellett a szegény kis árvának az ehető lencsét kiválogatnia. Egy még gonoszabb mostoha vasreszeléket (1), réz-szulfátot (2), homokot (3) és mustármagot (4) kevert össze. Galambok helyett segítetek Hamupipőkének szétválasztani a keveréket a megismert vegyészeti módszerek felhasználásával.

Beszélgétek meg, hogy az eltérő fizikai tulajdonságaik alapján, milyen szétválasztási műveleteket és milyen sorrendben elvégezve tudnátok kinyerni az összetevőket ebből a keverékből. Ezeket a lépéseket – egy kivételével – az előző kísérletekben már megismertétek. Használjátok a tálcákon lévő eszközöket és anyagokat. Kell egy elválasztási lépés is, amelyik az előzőekben nem szerepelt, de ezt a rendelkezésre álló eszközök ismeretében könnyen kitalálhatjátok. Az alábbi ábra kiegészítésével készíttetek blokkdiagramot a tervezett lépésekről. Az üres mezőkbe írájatok be számokkal, hogy melyik komponenst választjátok külön és milyen elválasztási módszert használtok (ehhez használjátok a megismert szakkifejezéseket). Az alatta lévő mezőbe pedig írájatok be a keverékben még megmaradt komponensek számjelét. Az elválasztási tervet beszéljétek meg a tanárokkal, és a jóváhagyás után végezzétek is el a teljes műveletsort. Jegyezzétek le a megfigyeléseket és a magyarázatokat is.

#### A kísérlet terve blokkdiagramban



### Megfigyelések és magyarázatok

1. lépés: A mustármag szitálással könnyen szétválasztható a többi összetevőtől a nagyobb mérete miatt. A konyhai szita segítségével egy papírlap fölött különválasztjuk a mustármagot a keverék többi részétől, és egy kis műanyag pohárba tesszük.

2. lépés: A megmaradt három összetevő közül csak a vas mágnese tulajdonságú. Egy papírtörölköző-darabba burkolt mágnes segítségével a papírlapon megmaradt keverékből kiemeljük a vasreszeléket. Ezt egy másik kis műanyag pohárba tesszük.

3. lépés: A megmaradt keverékből csak a réz-szulfát oldódik vízben. A homok vízben nem oldható. A keveréket a papírlapról egy kémcsőbe szórjuk. Vízet töltünk hozzá, bedugaszoljuk és erősen összerázzuk. Világoskék színű oldat keletkezik, és a homok a nagy sűrűsége miatt a főzőpohár aljára süllyed. Leüleptítjük a homokot, és a réz-szulfátos oldatot egy gyűjtőedénybe öntjük.

### Megjegyzések:

- Az eltérő fizikai tulajdonságaik alapján megfelelő sorrendben elvégezve az elválasztási műveleteket a tanulók ki tudják nyerni az összetevőket ebből a keverékből. Ezeket a lépéseket – a szitálás kivételével – az előző kísérletekben már megismerték. A tálcan lévő szita azonban gondolatébresztő lehet.
- A dekantáláskor az oldhatatlan homok a kémcső alján gyűlik össze. Egy esetleges szűréskor a homok a szűrőpapírra kerül, amelyről száradás után lekaparható.
- Az összegyűjtött réz-szulfát-oldatot a tanár a következő órára bepárolja, és megmutatja a diákoknak.
- A kísérlettervezésnél bármilyen megoldás elfogadható, ami jó eredményre vezet, akár a találgatás is. Azonban, bár a keverék vízzel való összekeverése is szétválasztaná a mustármagot (a víz felszínére gyűlik össze), ez esetben azonnal lejátszódik a réz-szulfát és a vas közötti redoxreakció, és kiválik a vas felületére az elemi réz, miközben a vas oldatba megy. Tehát ez a megoldás nem vezet sikerre. Tanulságos, ha az egyik csoport ki is próbálja ezt.
- A kísérlet elvégzése után – ha erre van idő – célszerű összehasonlítani az osztályban született terveket, és értékelni azok előnyeit, ill. hátrányait.



(Hamupipőke, diafilm, Rajz: Győrffy Anna, szöveg: Vihar Béla, Magyar Diafilmgyártó Vállalat, 1964)

### Az óra után elvégezhető házi feladat:

Néhány kísérletet otthon végezhetnek el a konyhában a szüleik segítségével. Készítsetek mobiltelefonnal videofelvételt ezekről a műveletekről. Mutassátok meg a felvételeket az osztálytársaitoknak. A csoportbeosztást (aszerint, hogy ki mit tud otthon elvégezni) előzetesen beszéljétek meg a tanárokkal.

a) Készítsetek filteres kávé.

**Tapasztalat:** A kávé készítése során a **kávéal** a pohárban gyűlik össze, a **zacc** a szűrőben marad.

**Magyarázat:** Az őrölt kávé egyes alkotórészei a forró vízben **oldódnak/nem oldódnak**, és ez adja a kávéal.

**Az eljárás neve:** kioldás (extrakció)

b) Készítsetek gyümölcslevet gyümölcscentrifugával.

**Tapasztalat:** A gyümölcs leve a **pohárba** csorog, a gyümölcs rostjai a **szűrőn** maradnak.

**Magyarázat:** A centrifugában a tárgyra **kifele/befele** mutató erő (centrifugális erő) hat. A centrifugális erő nagy fordulatszámnál a nehézségi erőnél **kisebb/nagyobb** is lehet. A rostokat a centrifuga szitája felfogja a folyadékot a centrifugális erő **sugár irányban kifele/befele** hajtja (hasonlóan a mosógépekhez).

**Az eljárás neve:** centrifugálás

**Megjegyzések:**

- Ezekre a kísérletekre nincs feltétlenül szükség a kísérletező tanórai munka elvégzéséhez. De elvégzésük célszerű, mert megmutatja az elválasztási módszerek mindennapi alkalmazását is.
- Az **a)** kísérlet kávé helyett teával is elvégezhető.
- Az extrakció gyakran alkalmazott elválasztási művelet. Így készülnek egyebek mellett bizonyos gyógyszerek (növényi kivonatok), likőrök és az illatszerek egy része is az illatos növényi részekből (pl. virágokból) is. Esetleg lehet ilyen kiselőadás témákat kijelölni a következő órára. Ehhez természetesen szükség van megfelelő, az ilyen korú diákok számára is megérthető ismereteket tartalmazó források kijelölésére és a feldolgozási szempontok megadására is.
- Lehet egy érdekes szorgalmi házi feladatot adni a parfümkészítésről („Készítetek kiselőadást arról, hogyan készültek régen és most a parfümök!”) vagy az aranymosásról: Ennek kapcsán további elválasztási technikákkal is megismerkedhetnek a diákok, pl. vízgőz-desztilláció, digerálás. Használható forrásanyag pl. (2017. 07. 28.):

[http://www.chem.elte.hu/w/pr/alkimia\\_2009\\_2010/alkimia\\_Majer.pdf](http://www.chem.elte.hu/w/pr/alkimia_2009_2010/alkimia_Majer.pdf)

<http://www.chemgeneration.com/hu/news/a-parf%C3%BCm%C3%B6k-k%C3%A9sz%C3%A9s%C3%A9ge.html>



Illóolaj kinyerése rózsaszirmokból zsíros táblával való extrahálással egy franciaországi illatszergyárban (Foto Riedel Miklós)

- A centrifugálás is gyakori elválasztási módszer. Egyebek mellett gyors centrifugákkal választják szét orvosi célra a vér különböző alkotórészeit, és centrifugákat használnak az uránizotópok szétválasztására (izotópdúsítás) az atomreaktorok fűtőelemei céljára. Mindennapos használati eszközünk a mosógépekbe beépített centrifuga is. A tanulóknak közvetlen tapasztalataik is lehetnek a centrifugális erővel kapcsolatban pl. a körhinta esetében. A centrifugális erő és a nehézségi erő előzetes fizikai tárgyalására nincs szükség.
- Az elválasztási műveletek a részecskemodell alkalmazásával történő magyarázatához lehet olyan kis rajzokat is készíttetni a tanulókkal, mint amilyen az előtesztben a desztillációt bemutató kiegészítendő ábraként szerepelt.

**Gondolkodtató házi feladatok [Csak a 2. típusú csoportoknak!]**

**1.** A Vegeta ételízesítő főbb összetevői a következők: szárított zöldség, konyhasó, vízben oldódó ízfokozó vegyület, színező anyag. Gondold végig, hogy a megismert módszerek közül melyek segítségével lehetne a keveréket minél jobban a komponenseire bontani.

**Válasz: A Vegetát vízben oldjuk és leszűrjük. A szűrőben fennmaradnak a zöldségdarabok, a vízoldható komponensek oldatba mennek. A színező anyagokat aktív szénnel megkötjük, és végül a sókat (döntően a konyhasót) kikristályosítjuk.**

2. A húsleveskockában az előzőek mellett, többek között még a húskivonatból és növényekből származó zsiradék is van. Milyen további elválasztási művelet kellene ennek az elkülönítéséhez? Gondoljál az oldódással kapcsolatos korábbi kísérleteidre is.

**Válasz: A húsleveskockákban lévő növényi és állati zsírok első lépésként pl. benzinnel kivonhatók (extrahálhatók). A vízoldható, illetve az oldhatatlan rész a Vegetához hasonlóan tovább bontható.**

**Megjegyzések:**

- A Vegeta szétválasztása kísérletileg is elvégezhető más alkalommal. Erre a célra a gyári készítmény helyett jobb a kisipari módszerrel készült „házi” ételízesítő. Ebben a szárított zöldség általában durvább szemű (lásd a fotót a bevezetőben).
- A húsleveskocka feldolgozásánál emlékeztetni kell a tanulókat az oldódással kapcsolatos korábbi (3.) feladatlagra.
- A tényleges kísérlethez legjobb a tyúkhúsleves-kocka. A közvetlen vizes feldolgozásnál a zsíros anyag is a szűrőpapíron marad. A leszűrt oldatból a sók kikristályosíthatók.
- Az ételízesítőben a vízoldható sók döntően nátrium-klorid és ízfokozók (pl. nátrium-glutamát, E621)
- A sárga színező anyag rendszerint riboflavin (E101).
- Érdekességként megemlíthetjük, hogy a húsleves-kivonatot Justus Liebig találta fel 1840 körül az éhínségek leküzdésére, később az amerikai pusztákon is népszerű lett. Ennek kereskedelmi előállítására 1866-ban céget is alapított. Erről további információk a következő oldalakon olvashatók (2017. 07. 28.):

[https://hu.wikipedia.org/wiki/Justus\\_von\\_Liebig](https://hu.wikipedia.org/wiki/Justus_von_Liebig)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Fleischextrakt>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Liebig's\\_Extract\\_of\\_Meat\\_Company](https://en.wikipedia.org/wiki/Liebig's_Extract_of_Meat_Company)



A Vegetából kikristályosított szilárd összetevők (főleg konyhasó és riboflavin)

## 6. feladatlap: Fekete, fehér, igen, nem...

(Az első változatot készítette: Dancsó Éva, Ferenczné Molnár Márta és Tóthné Tarsoly Zita)

### Módszertani útmutató

**1. Téma:** Összegző feladatlap: keverékek szétválasztása, oldatok kémhatása, egyszerű anyagok kimutatása (gyakorló óra)

**2. Felhasználás:** 7. osztály, 45 perces tanóra

#### 3. Szükséges előzetes ismeretek:

- Egyszerű laboratóriumi eszközök használata
- Balesetvédelmi ismeretek
- Fizikai és kémiai változások
- Vizes oldatok kémhatása, fenolftaleinindikátor színváltozása
- Vízben és zsírokban oldódó anyagok, a „hasonló a hasonlóban oldódik” elv
- Egyszerű gázok (szén-dioxid, hidrogén és oxigén) kimutatása

#### 4. Célok:

- A kémia fontosságának és hasznosságának megerősítése azáltal, hogy hétköznapi anyagokat vizsgálunk, azonosítunk.
- A mindennapi életből ismert anyagok kémiai vizsgálata.
- A motiváció erősítése a játék, kitalálás, felfedezés örömeivel.
- A hetedik osztályban tanult néhány ismeret összefoglalása.
- A logikus, algoritmikus gondolkodás fejlesztése.

#### 5. Tananyag

- **Ismeret szint:**
  - Összefoglaló feladatlapként az év során tanult, és az előző öt feladatlap elvégzése során szerzett ismeretek, különös tekintettel a „Szükséges előzetes ismeret” fejezetcím alatt említettekre.
- **Megértésszint:**
  - A kémiai analízis (elemzés) fogalma.
  - A különböző anyagok oldódása.
  - Algoritmusok készítése.
- **Alkalmazásszint:**
  - A leírt kísérletek elvégzése, tapasztalatok leírása.
  - Az előző feladatlapok tapasztalatainak alkalmazása.
- **Magasabb rendű műveletek:** A tanuló...
  - legyen képes anyagok azonosítására kémiai tulajdonságaik alapján.
  - legyen képes „ismeretlen anyag” azonosítására a 1. és a 2. típusú feladatlap esetén a 3. kísérlet során, az előtte elvégzett 1. és 2. kísérlet, valamint az előzetes ismeretek alapján.
  - a 2. típusú feladatlap esetén legyen képes az otthonában talált anyagok közül kiválasztani, amelyeket az ismeretei alapján azonosítani tudna.

- tudja alkalmazni az év során szerzett kémiai ismereteit, és a szerzett tudás alapján tudjon összetett feladatokat megoldani.
- legyen képes kísérletelemzésre, összehangolt tevékenységre csoportos munkában.
- a 3. típusú (kísérlettervező) feladatlapot megoldó tanulók tudjanak kísérletet tervezni anyagok analizésére, tudják azt megmagyarázni a megszerzett ismeretek alapján.

## 6. Módszertani megfontolások:

- A jelen feladatlap, mint az év utolsó feladatlapja az év során tanult néhány ismeret összegzésére törekszik: kémiai változások, oldódási ismeretek, vizes oldatok kémhatása, szétválasztási műveletek, egyszerű anyagok kimutatása, sav és bázis reakciója, égés, sav és fém reakciója. Felhasználja az eddigi feladatlapok elvégzésekor szerzett elméleti ismereteket, gyakorlati készségeket, az algoritmikus gondolkozást.
- A boltokban, gyógyszerárakban beszerezhető anyagokkal való kísérletezés módszertani célja, hogy megerősítse a diákokban a kémiai ismereteik hasznosságát és a mindennapi élettel való kapcsolatát. A fehér porok felhasználását a feladatlapok balesetvédelmi okok miatt eleve tartalmazzák. Azonban a kísérletek elvégzése után röviden meg kell beszélni a tanulókkal azt is, hogy az azonosított fekete/szürke porok közül melyik mire használható:
  - Cinkkel pl. vasból készült ereszcsonnákat, vödröket, locsolókannákat védhetünk meg a rozsdásodás ellen.
  - A grafit pl. ceruzabélnek alkalmas.
  - A jó d oldata pl. fertőtlenítőszerként használható.
- A kísérletek elvégzése után érdemes példákat keresni arra, hogy miért lehet szükség az anyagok azonosítására. (Például nyilvánvaló, hogy súlyos balesetet okozna, ha duguláselhárító porból készítenénk toroköblögető oldatot a Hyperol tableta helyett.)
- Cél a kísérletek gyakorlása során a kémiai eszközök használatának gyakorlása, a manuális készségek fejlesztése is.
- A 3. típusú (kísérlettervező) feladatlapot megoldó tanulók esetében módszertani cél a természettudományos gondolkodás fejlesztése a kísérletsorozatok megtervezése révén.
- **Az „előkísérleteket” a „Fekete, fehér, igen, nem...” című feladatlap megoldását megelőző órán kell elvégeztetni azokban az osztályokban, ahol ezek a kísérletek az év folyamán még nem kerültek bemutatásra és tanulókísérletként sem szerepeltek.**
- **Annak érdekében, hogy a kísérletek biztosan befejezhetőek legyenek a 45 perces tanórán, az osztály tanulócsoportjainak egyik fele a fekete porokat, a tanulócsoportok másik fele pedig a fehér porokat vizsgálja.** A kísérleteket tempósan, a tanulókat nem siettetve, de az idő vesztegetését sem megengedve kell elvégeztetni ahhoz, hogy a feladatlap az órán befejezhető legyen. A terem elrendezésekor törekedni kell arra, hogy minden, a fekete porokat vizsgáló tanulócsoport közelében legyen fehér porokat vizsgáló tanulócsoport. Így a frontális megbeszéléskor könnyen meg tudják mutatni egymásnak a kísérleteik még látható eredményeit. Ilyen munkaszervezéssel biztosan marad idő az óra végén az összes kísérlet tapasztalatainak és magyarázatainak megbeszélésére, valamint a feladatlapra való rögzítésére, illetve a 3. típusú (kísérlettervező) feladatlapot megoldó osztályok esetében a különféle megoldási stratégiák összevetésére is.
- **A három gáz (szén-dioxid, hidrogén és oxigén) kimutatása nem történhet ugyanazon az órán, amikor a „Fekete, fehér, igen, nem...” című feladatlap megoldása zajlik, mert égő gyújtópálcát és benzint tűzvédelmi okokból nem használhatnak egyszerre a diákok.** Ezért a „Fekete, fehér, igen, nem...” című feladatlapon található 4. feladat csak e gázok tulajdonságainak, illetve kimutatási módjának ismételtesére vonatkozó kérdéseket tartalmaz. Így a 4. feladat időhiány esetén házi feladatként is föladható, amelynek megoldását ebben az esetben a következő órán kell frontálisan (osztályszinten) ellenőrizni.

## 7. Technikai segédlet:



**A boltban, illetve gyógyszerárban megvásárolandó kísérleti anyagok:**

- szóda-bikarbóna (az élelmiszerboltok többségében beszerezhető);
- „Hyperol” tabletta (vízben való oldásakor hidrogén-peroxid-oldat keletkezik, gyógyszerárban beszerezhető, 555 Ft/20 db);
- duguláselhárító por (nátrium-hidroxidot tartalmaz, hipermarketben vagy drogériákban beszerezhető, pl. a DM-ben „Lefolyócső tisztító” néven, 699 Ft/250 g).

Fénykép a boltban, illetve gyógyszerárban megvásárolandó anyagokról:



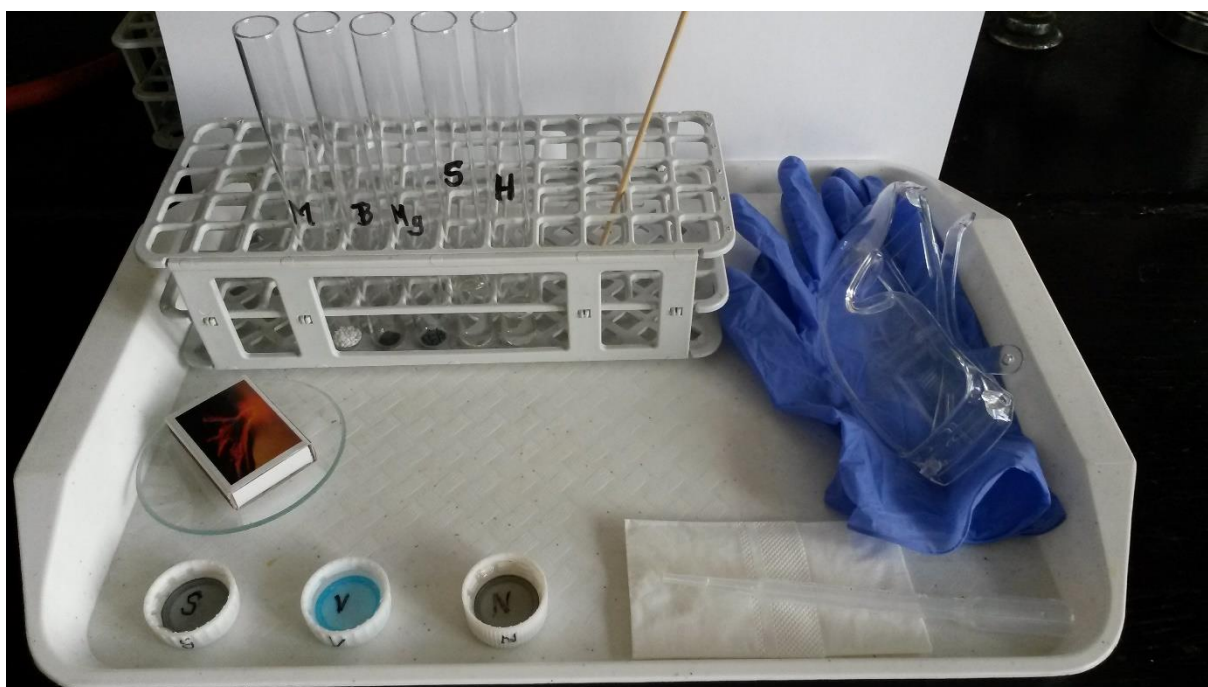
**Anyagok és eszközök** (csoportonként, a tálcák előkészítésének lehetséges módjait fényképekkel illusztrálva)

**A „Fekete, fehér, igen, nem...” című feladatlap megoldását megelőző órán végzett előkísérletekhez:**

- mézskő
- barnakőpor
- magnéziumpor vagy magnéziumreszelék
- sósav ( $2 \text{ mol/dm}^3$ )
- hidrogén-peroxid-oldat ( $w = 5\%$ )
- nátrium-hidroxid-oldat ( $2 \text{ mol/dm}^3$ )
- desztillált víz
- fenolftaleinindikátor
- gyújtópálca
- gyufa (óraüvegen, porcelántálon vagy hamutálcán, ahová az elhasznált gyufaszál tehető)
- kémcső, 5 db
- fehér üdítőspalack kupak, 3 db
- cseppentő
- védőszemüveg
- gumikesztyű
- papírtörölő vagy papírzsebkendő

**Megjegyzések:**

- A kémhatásvizsgálatokhoz a sósav, a desztillált víz és a nátrium-hidroxid-oldatok a fehér üdítőspalack kupakokban, a fenolftaleinindikátor pedig papírtörőre vagy papírzsebkendőre fektetett cseppentőbe fölszívva is kiadhatók (az elmosogatandó kémcsövek számának csökkentése érdekében).
- A gázok fejlesztése, vizsgálata és kimutatása csak kémcsövekben végezhető. A sósav és a hidrogén-peroxid-oldat lehet kis cseppentős üvegben vagy más, feliratozott edényben is, amelyekből külön cseppentőkkel adagolhatók.
- Célszerű a mészkőport, a barnakőport és a magnéziumport eleve kémcsőben kiadni, mert így a megfelelő oldatokat rájuk öntve vagy csöpögtetve fejleszthetők és kimutathatók a gázok.
- Úgy is ki lehet adni az anyagokat a gázfejlesztéshez, hogy két kémcsőben van sósav, egy kémcsőben pedig hidrogén-peroxid-oldat, és feliratozott óraüvegeken vagy üdítőspalack kupakokban vannak a szilárd anyagok, amelyeket vegyszereskanalakkal vagy ferdén metszett szívószállal lehet a kémcsövekbe adagolni.
- A gázfejlesztéshez mindenképpen szükséges **védőkesztyűt és védőszemüveget** viselni.
- **Előzetesen ki kell próbálni a kísérleteket, hogy meghatározható legyen minden anyagból a lehető legkevesebb mennyiség, amelyekkel a kísérletek még sikeresen végrehajthatók.**
- A további tudnivalókat ld. alább, az „Előkészítés” címszó alatt.
- **Ha a tálca másként van előkészítve, mint ahogyan az az alábbi fényképen látható, akkor az előkísérletekről szóló feladatlapot annak megfelelően kell módosítani.**



**A receptszerű (1. és a 2. típusú) feladatlapok alapján a fekete porokat vizsgáló tanulócsoporthoz:**

- cinkpor
- grafitpor
- porított jód
- sósav,  $2 \text{ mol/dm}^3$
- benzin
- kémcső, 5 db
- dugó, 4 db
- cseppentő, 1 db
- vegyszereskanál (vagy levágott szívószáll), 4 db
- óraüveg (vagy üdítőspalack kupak), 4 db

- kiürült gyógyszeres tablettatartó (vagy megfelelő számú fehér műanyag italospalack kupak)
- védőszemüveg
- gumikesztyű

#### Megjegyzések:

- Az óraüvegek helyettesíthetők különböző színű üdítőspalack kupakkal (a színek jelentésének megadása mellett), a vegyszereskanalak pedig különböző színű, ferdén elvágott szívószáldarabokkal.
- A sósavas kísérletek végezhetők kémcsövek helyett cseppkísérletként, kiürült gyógyszeres tablettatartó mélyedéseiben is, mivel itt a gázok fejlődésének csak a tényét (a pezsgést) kell megállapítani, a gázok kimutatására nincs szükség (és lehetőség sem, mivel a benzín jelenléte miatt az égő gyújtópálca használata tilos). Ebben az esetben elegendő a 4 db, sósavat tartalmazó kémcső helyett 1 db, és hozzá 1 db cseppentő.
- A benzint fölhasználó kísérleteket mindenképpen jól záró dugóval ellátott kémcsövekben kell végezni.
- A további tudnivalókat ld. alább, az „Előkészítés” címszó alatt.
- **Ha a tálca másként van előkészítve, mint ahogyan az az alábbi fényképen látható, akkor a feladatlap szövegét annak megfelelően kell módosítani.**



#### **A receptszerű (1. és a 2. típusú) feladatlapok alapján a fehér porokat vizsgáló tanulócsoporthoz:**

- szódabikarbóna (nátrium-hidrogén-karbonát)
- Hyperol tabletták elporítva (oldásakor hidrogén-peroxid-oldat keletkezik)
- duguláselhárításra alkalmas szilárd lefolyótisztító (apró szemcsés granulátum, amelynek fő összetevője a nátrium-hidroxid)
- desztillált víz
- fenolftaleinoldat
- sósav (2 mol/dm<sup>3</sup>)
- barnakőpor (mangán-dioxid)
- óraüveg, 1 db
- vegyszereskanál (vagy levágott szívószál), 1 db
- kémcső, 5 db
- cseppentő, 4 db

- papír törölő vagy papír zsebkendő
- kiürült gyógyszeres tablettatartó
- védőszemüveg
- gumikesztyű

#### Megjegyzések:

- Ha nincs elegendő óraüveg, akkor a mangán-dioxid kiadható egy üdítőspalack kupakban is.
- A fehér porokból olyan oldatokat kell készíteni, amelyeket azután 3-3 alkalommal is használni kell, így ezeket célszerű kémcsövekben kiadni.
- Az összes kísérlet végezhető kémcsövek helyett cseppkísérletként kiürült gyógyszeres tablettatartó mélyedéseiben, mivel itt a gázok fejlődésének csak a tényét kell megállapítani, a gázok kimutatására nincs szükség. Ehhez azonban 3 cseppentőt is a tálcára kell tenni.
- A további tudnivalókat ld. alább, az „Előkészítés” címszó alatt.
- **Ha a tálca másként van előkészítve, mint ahogyan az az alábbi fényképen látható, akkor a feladatlap szövegét annak megfelelően kell módosítani.**



#### **A kísérlettervező (3. típusú) feladatlap alapján a fekete porokat vizsgáló tanulócsoporthoz:**

- cinkpor
- grafitpor
- porított jód
- sósav, 2 mol/dm<sup>3</sup>
- benzin
- kémcső, 4 db
- dugó, 3 db
- cseppentő, 2 db
- vegyszereskanál (vagy levágott szívószál), 3 db
- óraüveg (vagy üdítőspalack kupak), 3 db
- kiürült gyógyszeres tablettatartó (vagy megfelelő számú fehér műanyag üdítőspalack kupak)

- védőszemüveg
- gumikesztyű

#### Megjegyzések:

- Az óraüvegek helyettesíthetők különböző színű üdítőspalack kupakkal (a színek jelentésének megadása mellett), a vegyszereskanalak pedig ferdén elvágott szívószál-darabokkal.
- A sósavas kísérletek végezhetők kémcsövek helyett cseppkísérletként, kiürült gyógyszeres tablettatartó mélyedéseiben is, mivel itt a gázok fejlődésének csak a tényét kell megállapítani (a pezsgést), a gázok kimutatására nincs szükség (és lehetőség sem, mivel a benzin jelenléte miatt az égő gyújtópálca használata tilos). Ebben az esetben csoportonként kettővel kevesebb kémcsőre van szükség, mint akkor, ha a sósavas kísérleteket is kémcsövekben végzik a tanulók. Ilyenkor viszont mindenképpen cseppentőt kell tenni a sósavat tartalmazó kémcső mellé.
- A benzint fölhasználó kísérleteket kizárólag jól záró dugóval ellátott kémcsövekben szabad végezni.
- A további tudnivalókat ld. alább, az „Előkészítés” címszó alatt.
- **Ha a tálca másként van előkészítve, mint ahogyan az az alábbi fényképen látható, akkor a feladatlap szövegét annak megfelelően kell módosítani.**



#### **A kísérlettervező (3. típusú) feladatlap alapján a fehér porokat vizsgáló tanulócsoportoknak:**

- szódadikarbóna (nátrium-hidrogén-karbonát)
- Hyperol tablettá elporítva (oldásakor hidrogén-peroxid-oldat keletkezik)
- duguláselhárításra alkalmas szilárd lefolyótisztító (apró szemcsés granulátum, amelynek fő összetevője a nátrium-hidroxid)
- desztillált víz
- fenolftaleinoldat
- sósav (2 mol/dm<sup>3</sup>)
- barnakőpor (mangán-dioxid)
- óraüveg, 1 db
- vegyszereskanál (vagy levágott szívószál), 1 db
- kémcső, 4 db
- cseppentő, 5 db
- papír törülő vagy papír zsebkendő

- kiürült gyógyszeres tablettatartó (vagy megfelelő számú fehér műanyag üdítőspalack kupak)
- védőszemüveg
- gumikesztyű

#### Megjegyzések:

- Ha nincs elegendő óraüveg, akkor a mangán-dioxid kiadható egy üdítőspalack kupakban is.
- A fehér porokból olyan oldatokat kell készíteni, amelyeket azután több alkalommal is használni kell, így ezeket célszerű kémcsövekben kiadni.
- A kísérletek végezhetők kémcsövek helyett cseppkísérletként kiürült gyógyszeres tablettatartó mélyedéseiben, mivel itt a gázok fejlődésének csak a tényét kell megállapítani (a pezsgést), a gázok kimutatására nincs szükség. Ha ez sem áll rendelkezésre, akkor a kémcsövek megfelelő számú, feliratozott fehér műanyag üdítőspalack kupakkal is helyettesíthetők.
- A további tudnivalókat ld. alább, az „Előkészítés” címszó alatt.
- **Ha a tálca másként van előkészítve, mint ahogyan az az alábbi fényképen látható, akkor a feladatlap szövegét annak megfelelően kell módosítani.**



**Előkészítés:** Az egyes feladatlap-típusoknak megfelelően, a fekete, illetve a fehér porokat vizsgáló csoportok tálcáinak előkészítéséről ld. fentebb az „**Anyagok és eszközök**” címszó alatti listák végén olvasható megjegyzéseket és fényképeket. Alább csak a minden csoportra érvényes, általános tudnivalókat soroljuk föl.

#### **A receptszerű (1. típusú feladatlap) és elméleti problémamegoldó (2. típusú feladatlap) változatokhoz:**

- Az anyagok nevére utaló, a megfelelő feladatlapokon szereplő jelzéseket fel kell tüntetni a kémcsöveken/óraüvegeken/üdítőspalack kupakokon.
- Ha a jód kiadásához óraüvegeket vagy üdítőspalack kupakot használunk, akkor (a jelentős szublimáció elkerülése érdekében) lehetőleg ne sokkal a tanóra előtt készítsük ki. Ha erre nincs lehetőség, akkor zárt edényben vagy bedugaszolt kémcsőben kell a tálcára helyezni, **és ennek megfelelően kell megváltoztatni a feladatlapok szövegét.**
- A benzín és a benzines oldatok csak gumidugóval lezárt kémcsövekben tarthatók.
- A nem gyúlékony oldatokkal nyitott kémcsövekben, üdítőspalack kupakokban vagy kiürült gyógyszeres tablettatartókban is lehet kísérletezni.

- A fehér porokat célszerű (feliratozott) kémcsövekbe tenni, így további átöntés nélkül készíthető belőlük a vizes oldat.
- A fehér porok esetében az oldatkészítéshez sem szükséges bedugaszolni a kémcsöveket, hiszen csak kis térfogatú (max. 3 ujjnyi) oldatokat kell készíteni. Így ezen kémcsövek tartalma dugók nélkül is biztonságosan összerázható.
- A duguláselhárításra alkalmas szilárd lefolyótisztító háztartási boltokban vagy drogériákban, ill. hipermarketekben megvásárolható fehér, apró szemcsés granulátum, amelynek fő összetevője a nátrium-hidroxid. Ezt nem szükséges az előkészítéskor tovább porítani (és nem is ajánlott, még védőfelszerelésben sem). Higroszkóposága miatt közvetlenül a tanóra előtt adagoljuk ki. Ha erre nincs lehetőség, akkor bedugaszolva kb. 1-2 óráig eltárolható feltűnő elfolyósodás nélkül. Levegőn állva viszont nem csak elfolyósodik, hanem el is színeződhet.
- A Hyperol tablettából csoportonként felet számítsunk és törjük össze.

### **A kísérlettervező változathoz (3. típusú feladatlap):**

- Természetesen itt a porok nevét nem tüntetjük fel, hanem megszámozzuk a kémcsöveket/óraüvegeket és a tanulóknak kell azonosítaniuk az anyagokat a kísérleteik alapján.
- **Balesetvédelem:**
  - A kísérletek előtt nyomatékosan föl kell hívni a diákok figyelmét arra, hogy bármilyen vegyszert megízlelni, szájba venni, kézzel megfogni szigorúan tilos.
  - A nátrium-hidroxid maró anyag, bőrre, szembe kerülve irritációt okoz, ezért védőszemüveg és gumikesztyű használata kötelező.
  - A Hyperol oldata a kísérletben szereplő töménységben nem jelent komoly veszélyt, de ennek is kerüljük a bőrre, szembe jutását.
  - A Hyperol oldatában barnakőpor hatására olyan heves gázfejlődés indulhat meg, hogy az oldat kifuthat a kémcsőből. Ezért célszerű erre előzetesen felhívni a diákok figyelmét. Továbbá ezt a kísérletet célszerű állva végezteni, hogy a közelben tartózkodó diákok arca minél távolabb legyen a kémcsőtől.
  - A benzín gyúlékony, tűzveszélyes anyag, ezért az ezzel végzett munka során láng nem lehet a közelben.
  - A benzines kémcsövek rázogatasakor érdemes a dugót óvatosan megmozgatva „levegőztetni” azok tartalmát. Enélkül a kézmelegetől elpárolgott benzingőz „kilóheti” a dugót.

- **Hulladékkezelés:**

A kísérletek befejezésekor a jódot nem tartalmazó benzines fázisokat, a benzines jóddoldatot, illetve a cinket és a mangánt tartalmazó vizes fázisokat a tanulók az osztályban alkalmas helyre kitett külön-külön edényekbe öntsék. Ezek tartalmát az óra után rendre a halogénmentes, illetve a halogéntartalmú szerves gyűjtőbe, valamint a szervesetlen gyűjtőbe kell önteni. A többi oldat hígítva (előzetesen semlegesítve) a lefolyóba önthető.

## Előkísérletek (a „Fekete, fehér, igen, nem...” című feladatlap elvégzését megelőző órára)

### 1. előkísérlet: A fenolftaleinindikátor színe különböző kémhatású oldatokban

Kísérlet: Az előttekették lévő három fehér üdítő kupak közül az „S” jelűben sósav, a „V” jelűben deszillált víz, az „N” jelűben nátrium-hidroxid-oldat van. Csöppentsetek mindegyik üdítő kupakba 1-2 csöppet a cseppentőben lévő fenolftaleinindikátorból! Jegyezzétek fel az alábbi táblázatba az indikátor színét mindhárom oldatban! Magyarázzátok meg a tapasztalataitokat!

Tapasztalatok:

|                                | sósav | deszillált víz | nátrium-hidroxid-oldat |
|--------------------------------|-------|----------------|------------------------|
| fenolftaleinindikátor<br>színe |       |                |                        |

Magyarázatok: A fenolftalein indikátor színe a savas és semleges oldatokban .....,

a lúgos kémhatású oldatokban .....

### 2. előkísérlet: Három színtelen, szagtalan gáz kimutatása gyújtópálca segítségével

a) A **szén-dioxid** kimutatása:

Kísérlet: Az „M” jelű kémcsőben lévő mészkődarabkákra (amelyek fő összetevője a kalcium-karbonát) öntsétek rá az „S” jelű kémcsőben lévő sósav felét! Pezsgést tapasztaltok, ez gázfejlődést jelent, ami ebben az esetben a színtelen, szagtalan szén-dioxid-gáz (amiről óvatos szaglással meggyőződhetek). Tartsatok égő gyújtópalcát a kémcsőben keletkezett **szén-dioxid-gáz**ba!

Tapasztalat:.....

Magyarázat:.....

b) Az **oxigén** kimutatása:

Kísérlet: A „H” jelű kémcsőben lévő hidrogén-peroxid-oldatba szórjátok bele a „B” jelű kémcsőben lévő barnakőport! A hidrogén-peroxid bomlásakor színtelen, szagtalan gáz keletkezik, ami ebben az esetben oxigén. Tartsatok parázsló gyújtópalcát a kémcsőben keletkezett **oxigéngáz**ba!

Tapasztalat:.....

Magyarázat:.....

c) A **hidrogén** kimutatása:

Kísérlet: Az „Mg” jelű kémcsőben lévő magnéziumdarabkára öntsétek rá az „S” jelű kémcsőben lévő sósav másik felét! Amikor a keletkezett színtelen szagtalan **hidrogéngáz** megtölti a kémcsövet (kb. 1 perc), tartsatok égő gyújtópalcát a kémcső nyílásához!

Tapasztalat:.....

Magyarázat:.....

Írjátok föl az égő gyújtópálca hatására a hidrogéngáz és a levegő oxigénje között lejátszódott kémiai reakció egyenletét szavakkal és/vagy kémiai jelekkel is:

.....

.....



## Fekete, fehér, igen, nem... (1. típus: receptszerű változat)

Biztosan sokan ismeritek a „Fekete, fehér, igen, nem” kérdezz-felelek játékot, amelyben a válaszadónak tilos használnia a címbeli szavakat. Most egy másik játékra szeretnénk meghívni benneteket. Ebben az eddigi kémiai ismereteiteket felhasználva és kibővítve három fekete, illetve három fehér por tulajdonságait, valamint más anyagokkal való változatos viselkedését figyelhetitek meg. Megtapasztalhatjátok, hogy a fekete és a fehér (meg a kémia) egyáltalán nem unalmas. Az anyagok alapos megismerése pedig akkor is segít, ha egy ismeretlen anyag azonosítása vagy egy keverék összetevőinek meghatározása a cél. Ezt a tudományterületet – amelyet **kémiai analízisnek**, **elemzésnek** neveznek – próbálhatjátok ki az alábbi munka során.

### 1. kísérlet: „Fekete...”

Három feliratozott óraüvegen a következő fekete (sötétszürke) porok találhatóak: **cinkpor („C”)**, **grafitpor („G”)** és elporított **jód („J”)**. A dugóval lezárt kémcsövekben **benzin („B”)** van. Szórjatok egy-egy késhegynyi mennyiséget a fenti 3 szilárd anyagból külön-külön három benzines kémcsőbe. Dugaszoljátok be újra a kémcsöveket és óvatosan rázzátok össze! A nyitott kémcsőben **sósav („S”)** van. Csöppentsetek sósavat a kiürült gyógyszeres tablettatartó három mélyedésébe és szórjatok azokba is egy-egy késhegynyi a 3 szilárd anyagból! Megfigyeléseiteket az alábbi táblázatba írájátok be!

#### Tapasztalatok:

| szilárd →<br>↓ folyadék | + cink („C”) | + grafit („G”) | + jód („J”) |
|-------------------------|--------------|----------------|-------------|
| benzin                  |              |                |             |
| sósav                   |              |                |             |

**Magyarázatok:** Húzzátok át ~~(egy)~~ a vastag betűs szavak közül azokat, amelyek **nem valók oda**, illetve írájátok be a pontozott vonalakra a hiányzó kifejezéseket, hogy ezek után értelmes szöveget kapjatok. A cink és a grafit benzinben **oldódik/nem oldódik**. A jód benzinben **jól/rosszul** oldódik, eredményül ..... színű oldatot kapunk. A jód benzinben való oldódása **fizikai/kémiai** folyamat. Sósavban a jód **nem/gyengén/jól** oldódik, a grafit **nem/gyengén/jól** oldódik. A cink sósavban való oldódását ..... képződése kíséri, tehát a termékek között van szobahőmérsékleten ..... halmazállapotú anyag, aminek színe: ....., szaga: ..... A cink sósavban való oldódása **fizikai/kémiai** folyamat. Ha tudjátok, írájátok le ennek a folyamatnak a lényegét szavakkal vagy reakcióegyenlettel:.....

### 2. kísérlet: „...fehér...”

A három feliratozott kémcsőben **szódabikarbóna („Sz”)**, elporított **„Hyperol” („H”)** tableta és **duguláselhárító por („D”)** van. A szódabikarbónát (nátrium-hidrogén-karbonát) gyomorégésre szokták javasolni, mert megköti a felesleges gyomorsavat. A „Hyperol” tablettából készült híg vizes hidrogén-peroxid-oldatot fertőtlenítésre lehet használni, mert a belőle keletkező oxigén elpusztítja a kórokozókat. A duguláselhárító porban lévő, **maró** hatású nátrium-hidroxid reagál a lefolyót eltömítő anyagokkal. Egyik fehér porhoz se nyúljatok kézzel! **Használjátok gumikesztyűt és védőszemüveget!**

Desztillált vízzel készítenek mindhárom porból 2-3 ujjnyi magasságú vizes oldatot a kémcsövekben. A kiürült tablettatartó 3 mélyedésébe sorra cseppentsetek mindhárom oldatból és adjátok hozzájuk 1-2 csepp fenolftaleinindikátort. A kémcsövekben lévő oldatok második részleteihez a tablettatartó másik 3 mélyedésében cseppentsetek néhány csepp sósavat. A kémcsőben lévő 3 oldat maradékához tegyetek 1-1 késhegynyi barnakőport. Jegyezzétek le a túloldalon lévő táblázatba a megfigyeléseiteket!

**Tapasztalatok:** Jegyezzétek le a táblázatba a megfigyeléseiteket!

|                | Szódabikarbóna oldata<br>(nátrium-hidrogén-karbonát-<br>oldat) | Hyperol oldata<br>(hidrogén-peroxid-<br>oldat) | Duguláselhárító por<br>oldata<br>(nátrium-hidroxid-oldat) |
|----------------|--|--|---|
| + fenolftalein |  |  |   |
| + sósav        |  |  |   |
| + barnakőpor   |  |  |   |

**Magyarázatok:** Egészítsétek ki a szöveget!

A fenolftaleinindikátor savas és semleges közegben .....színű, lúgos közegben .....színű. A fenti három fehér por közül a ..... és a..... vizes oldata lúgos kémhatású. Az oldatokba sósavat csepegtetve a .....por esetén pezsgést tapasztalunk, ami gázképződést jelent. A keletkező gáz színe:....., szaga:..... A barnakőport a .....por vizes oldatába szórva pezsgést tapasztalunk. A keletkező gáz színe:....., szaga:.....

### 3. kísérlet: „...igen, nem?”...

Az előző kísérletek tapasztalatait felhasználva határozzátok meg, a három fekete vagy három fehér por közül melyiket tartalmazza a tálcákon lévő „ismeretlen” („I”) feliratú óraüveg vagy kémcső! Ehhez az ismeretlen porral is el kell végeznetek a vele azonos színű porokkal előbb már végrehajtott kísérleteket, majd kiválasztani, melyik vizsgált anyaghoz hasonlít a legjobban a viselkedése.

**Magyarázatok:** Egészítsétek ki a szöveget!

Az ismeretlenként kapott.....színű por a.....volt, mert.....

### 4. „...mit vettél a pénzeden?...”

Kísérleteink során három esetben is gázfejlődést tapasztaltunk (egy fekete és két fehér por esetén). Mindhárom esetben színtelen, szagtalan gáz keletkezett. A három gáz mégis különböző. Gondolkozzatok el azon, hogy gyújtópálca segítségével, hogyan lehet kimutatni a három különböző gázt. A következő szövegben **húzzátok át a nem megfelelő** szavakat, illetve egészítsétek ki a szöveget.

Sósav és cink egymásra hatásakor .....gáz, sósav és szódabikarbóna reakciójában ..... gáz fejlődik. Barnakőpor hozzáadására a ..... oldatából ..... gáz fejlődik. A(z) **oxigén/szén-dioxid/hidrogén** nem éghető, de táplálja az égést, így parázsló gyújtópalcát a gázba tartva a parázsló gyújtópálca ..... A(z) **oxigén/szén-dioxid/hidrogén** nem éghető és nem táplálja az égést, így égő gyújtópalcát a gázba tartva a gyújtópálca ..... A(z) **oxigén/szén-dioxid/hidrogén** éghető, így égő gyújtópalcát óvatosan a gázba tartva .....

## Fekete, fehér, igen, nem... (2. típus: receptszerű változat+ elméleti problémamegoldás)

Biztosan sokan ismeritek a „Fekete, fehér, igen, nem” kérdezz-felelek játékot, amelyben a válaszadónak tilos használnia a címbeli szavakat. Most egy másik játékra szeretnénk meghívni benneteket. Ebben az eddigi kémiai ismereteiteket felhasználva és kibővíve három fekete, illetve három fehér por tulajdonságait, valamint más anyagokkal való változatos viselkedését figyelhetitek meg. Megtapasztalhatjátok, hogy a fekete és a fehér (meg a kémia) egyáltalán nem unalmas. Az anyagok alapos megismerése pedig akkor is segít, ha egy ismeretlen anyag azonosítása vagy egy keverék összetevőinek meghatározása a cél. Ezt a tudományterületet – amelyet **kémiai analízisnek, elemzésnek** neveznek – próbálhatjátok ki az alábbi munka során.

### 1. kísérlet: „Fekete...”

Három feliratozott óraüvegen a következő fekete (sötétszürke) porok találhatóak: **cinkpor („C”), grafitpor („G”) és elporított jód („J”).** A dugóval lezárt kémcsövekben **benzin („B”) van.** Szórjatok egy-egy késhegynyi mennyiséget a fenti 3 szilárd anyagból külön-külön három benzines kémcsőbe. Dugaszoljátok be újra a kémcsöveket és óvatosan rázzátok össze! A nyitott kémcsőben **sósav („S”) van.** Csöppentsetek sósavat a kiürült gyógyszeres tablettatartó három mélyedésébe és szórjatok azokba is egy-egy késhegynyi a 3 szilárd anyagból! Megfigyeléseiteket az alábbi táblázatba írátk be!

#### Tapasztalatok:

| szilárd→<br>↓folyadék | + cink | + grafit | + jód |
|-----------------------|--------|----------|-------|
| benzin                |        |          |       |
| sósav                 |        |          |       |

**Magyarázatok:** Húzzátok át ~~(egy)~~ a vastag betűs szavak közül azokat, amelyek **nem valók oda**, illetve írátk be a pontozott vonalakra a hiányzó kifejezéseket, hogy ezek után értelmes szöveget kapjatok. A cink és a grafit benzinben **oldódik/nem oldódik.** A jód benzinben **jól/rosszul** oldódik, eredményül ..... színű oldatot kapunk. A jód benzinben való oldódása **fizikai/kémiai** folyamat. Sósavban a jód **nem/gyengén/jól** oldódik, a grafit **nem/gyengén/jól** oldódik. A cink sósavban való oldódását ..... képződése kíséri, tehát a termékek között van szobahőmérsékleten ..... halmazállapotú anyag, aminek színe: ....., szaga: ..... A cink sósavban való oldódása **fizikai/kémiai** folyamat. Ha tudjátok, írátk le ennek a folyamatnak a lényegét szavakkal vagy reakcióegyenlettel:.....

### 2. kísérlet: „...fehér,...”

A három feliratozott kémcsőben **szódabikarbóna**, elporított **„Hyperol”** tabletták és **duguláselhárító por** van. A szódabikarbónát (nátrium-hidrogén-karbonát) gyomorégésre szokták javasolni, mert megköti a felesleges gyomorsavat. A „Hyperol” tablettából készült híg vizes hidrogén-peroxid-oldatot fertőtlenítésre lehet használni, mert a belőle keletkező oxigén elpusztítja a kórokozókat. A duguláselhárító porban lévő, **maró** hatású nátrium-hidroxid reagál a lefolyót eltömítő anyagokkal. Egyik fehér porhoz se nyúljatok kézzel! **Használjatok gumikesztyűt és védőszemüveget!**

Desztillált vízzel készíthetitek mindhárom porból 2-3 ujjnyi magasságú vizes oldatot a kémcsövekben. A kiürült tablettatartó 3 mélyedésébe sorra cseppentsetek mindhárom oldatból és adjatok hozzájuk 1-2 csepp fenolftaleinindikátort. A kémcsövekben lévő oldatok második részleteihez a tablettatartó másik 3 mélyedésében cseppentsetek néhány csepp sósavat. A kémcsőben lévő 3 oldat maradékához tegyetek 1-1 késhegynyi barnakőport. Jegyezzétek le a túloldalon lévő táblázatba a megfigyeléseiteket!

**Tapasztalatok:** Jegyezzétek le a táblázatba a megfigyeléseiteket!

|                | Szódabikarbóna oldata<br>(nátrium-hidrogén-karbonát-<br>oldat) | Hyperol oldata<br>(hidrogén-peroxid-<br>oldat) | Duguláselhárító por<br>oldata<br>(nátrium-hidroxid-oldat) |
|----------------|--|--|---|
| + fenolftalein |  |  |   |
| + sósav        |  |  |   |
| + barnakőpor   |  |  |   |

**Magyarázatok:** Egészítsétek ki a szöveget!

A fenolftaleinindikátor savas és semleges közegben .....színű, lúgos közegben .....színű. A fenti három fehér por közül a ..... és a ..... vizes oldata lúgos kémhatású. Az oldatokba sósavat csepegtetve a .....por esetén pezsgést tapasztalunk, ami gázképződést jelent. A keletkező gáz színe:....., szaga:..... A barnakőport a .....por vizes oldatába szórva pezsgést tapasztalunk. A keletkező gáz színe:....., szaga:.....

### 3. kísérlet: „...igen, nem?”...

Az előző kísérletek tapasztalatait felhasználva határozzátok meg, a három fekete vagy három fehér por közül melyiket tartalmazza a tálcákon lévő „ismeretlen” („I”) feliratú óraüveg vagy kémcső! Ehhez az ismeretlen porral is el kell végeznetek a vele azonos színű porokkal előbb már végrehajtott kísérleteket, majd kiválasztani, melyik vizsgált anyaghoz hasonlít a legjobban a viselkedése.

**Magyarázatok:** Egészítsétek ki a szöveget!

Az ismeretlenként kapott.....színű por a.....volt, mert.....

### 4. „...mit vettél a pénzeden?...”

Kísérleteink során három esetben is gázfejlődést tapasztaltunk (egy fekete és két fehér por esetén). Mindhárom esetben színtelen, szagtalan gáz keletkezett. A három gáz mégis különböző. Gondolkozzatok el azon, hogy gyújtópálca segítségével, hogyan lehet kimutatni a három különböző gázt. A következő szövegben **húzzátok át a nem megfelelő** szavakat, illetve egészítsétek ki a szöveget.

Sósav és cink egymásra hatásakor .....gáz, sósav és szódabikarbóna reakciójában ..... gáz fejlődik. Barnakőpor hozzáadására a ..... oldatából ..... gáz fejlődik. A(z) **oxigén/szén-dioxid/hidrogén** nem éghető, de táplálja az égést, így parázsló gyújtópalcát a gázba tartva a parázsló gyújtópálca ..... A(z) **oxigén/szén-dioxid/hidrogén** nem éghető és nem táplálja az égést, így égő gyújtópalcát a gázba tartva a gyújtópálca ..... A(z) **oxigén/szén-dioxid/hidrogén** éghető, így égő gyújtópalcát óvatosan a gázba tartva .....

**Gondolkodtató házi feladat:**

Sorolj fel a háztartásban található egy fehér és egy fekete port, amelyek nem szerepeltek az órai munka során, és amelyeket azonosítani tudnál bármilyen tanult fizikai folyamattal vagy kémiai reakcióval! Írd le, hogyan tervezed ezeket az azonosításokat! **(Mégkóstolni nem szabad a porokat!)**

1. fehér por:.....

Az azonosítás módja:.....

.....

2. fekete por:.....

Az azonosítás módja:.....

.....

### Fekete, fehér, igen, nem... (3. típus: kísérlettervező változat)

Biztosan sokan ismeritek a „Fekete, fehér, igen, nem” kérdezz-felelek játékot, amelyben a válaszadónak tilos használnia a címbeli szavakat. Most egy másik játékra szeretnénk meghívni benneteket. Ebben az eddigi kémiai ismereteiteket felhasználva és kibővítve három fekete, illetve három fehér por tulajdonságait, valamint más anyagokkal való változatos viselkedését figyelhetitek meg. Megtapasztalhatjátok, hogy a fekete és a fehér (meg a kémia) egyáltalán nem unalmas. Az anyagok alapos megismerése pedig akkor is segít, ha egy ismeretlen anyag azonosítása vagy egy keverék összetevőinek meghatározása a cél. Ezt a tudományterületet – amelyet **kémiai analízisnek, elemzésnek** neveznek – próbálhatjátok ki az alábbi munka során.

#### 1. kísérlet: „Fekete...”

A három számozott óraüvegen a következő fekete (szürke) porok találhatóak: **cinkpor**, **grafitpor** és elporított **jód**. Az „S” jelű nyitott kémcsőben **sósav**, a „B” jelű, dugóval lezárt kémcsőben **benzin** van. **E két reagens segítségével** állapítsátok meg, hogy melyik óraüvegen melyik anyag lehet! (A grafit kimutatásához nem használhattok papírt és a szaglás sem elegendő a jód azonosításához!)

A cink a magnéziumhoz hasonlóan reagál sósavval. A grafit részecskéi között pedig hasonlóan erős kötések vannak, mint a homok részecskéi között. A kísérletezés előtt gondoljátok át, milyen változások észlelhetők az azonosítandó anyagok és a reagensek egymásra hatásakor, majd egy külön papíron készítsetek „stratégiai” tervet! A benzines kísérleteket a dugóval lezárt kémcsövekben végezhetitek el. A sósavval a kiürült gyógyszeres tablettatartó mélyedéseiben kísérletezhetek. Jegyezzétek föl és magyarázzátok meg a tapasztalatokat! Külön dicséretet kap az a (szerencsés és okos) tanulócsoporthoz, amelyiknek **a legkevesebb lépésben** sikerül azonosítania a három port!

Az **1. lépés** kísérlete:.....

Tapasztalat:.....

Magyarázat:.....

A **2. lépés** kísérlete:.....

Tapasztalat:.....

Magyarázat:.....

A **3. lépés** kísérlete:.....

Tapasztalat:.....

Magyarázat:.....

A **4. lépés** kísérlete:.....

Tapasztalat:.....

Magyarázat:.....

#### 2. kísérlet: „...fehér...”

A három számozott kémcsőben **szódabikarbóna**, elporított „**Hyperol**” tabletták és **duguláselhárító por** van. A szódabikarbónát (nátrium-hidrogén-karbonát) gyomorégésre szokták javasolni, mert megköti a felesleges gyomorsavat. A „Hyperol” tablettából készült híg vizes hidrogén-peroxid-oldatot fertőtlenítésre lehet használni, mert a belőle keletkező oxigén elpusztítja a kórokozókat. A duguláselhárító porban lévő, **maró** hatású nátrium-hidroxid reagál a lefolyót eltömítő anyagokkal. Egyik fehér porhoz se nyúljatok kézzel! **Használjatok gumikesztyűt és védőszemüveget!**

Deszillált vízzel készítsetek mindhárom porból 2-3 ujjnyi magasságú vizes oldatot a kémcsövekben. Hogyan tudnátok eldönteni hogy melyik kémcső melyik anyagot tartalmazza? Rendelkezésre áll a papír zsebkendőn lévő cseppentőben **fenolftaleinindikátor**, az „**S**” jelű kémcsőben **sósav és az óraüvegen barnakőpor**. Külön papíron tervezzétek meg a kísérletsorozatot úgy, hogy a **lehető legkevesebb lépésben** sikerüljön az azonosítás. **Minden anyagot rá jellemző kísérlettel** mutassatok ki! Ha kész a terv, végezzétek is el a kísérleteket, írjátok le a tapasztalatokat és magyarázatokat.

Az **1. lépés** kísérlete:.....

Tapasztalat:.....

Magyarázat:.....

A **2. lépés** kísérlete:.....

Tapasztalat:.....

Magyarázat:.....

A **3. lépés** kísérlete:.....

Tapasztalat:.....

Magyarázat:.....

A **4. lépés** kísérlete:.....

Tapasztalat:.....

Magyarázat:.....

Az **5. lépés** kísérlete:.....

Tapasztalat:.....

Magyarázat:.....

Az **6. lépés** kísérlete:.....

Tapasztalat:.....

Magyarázat:.....

### **3. „...mit vettél a pénzeden?...”**

Kísérleteink során három esetben is gázfejlődést tapasztaltunk (egy fekete és két fehér por esetén). Mindhárom esetben színtelen, szagtalan gáz keletkezett. A három gáz mégis különböző. Gondolkozzatok el azon, hogy gyújtópálca segítségével, hogyan lehetne kimutatni a három különböző gázt. A következő szövegben **húzzátok át a nem megfelelő** szavakat, illetve egészítsétek ki a szöveget.

Sósav és cink egymásra hatásakor .....gáz, sósav és szódabikarbóna reakciójában

..... gáz fejlődik. Barnakőpor hozzáadására a ..... oldatából

..... gáz fejlődik. A(z) **oxigén/szén-dioxid/hidrogén** nem éghető, de táplálja az

égést, így parázsló gyújtópalcát a gázba tartva a parázsló gyújtópálca .....

A(z) **oxigén/szén-dioxid/hidrogén** nem éghető és nem táplálja az égést, így égő gyújtópalcát a gázba

tartva a gyújtópálca ..... A(z) **oxigén/szén-dioxid/hidrogén** éghető, így

égő gyújtópalcát óvatosan a gázba tartva .....

## Előkísérletek (tanári változat)

### 1. előkísérlet: A fenolftaleinindikátor színe különböző kémhatású oldatokban

Kísérlet: Az előttetek lévő három fehér üdítős kupak közül az „S” jelűben sósav, a „V” jelűben deszillált víz, az „N” jelűben nátrium-hidroxid-oldat van. Csöppentsetek mindegyik üdítős kupakba 1-2 csöppet a cseppentőben lévő fenolftaleinindikátorból! Jegyezzétek fel az alábbi táblázatba az indikátor színét mindhárom oldatban! Magyarazzátok meg a tapasztalataitokat!

Tapasztalatok:

|                             | sósav            | deszillált víz   | nátrium-hidroxid-oldat |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------------|
| fenolftaleinindikátor színe | <b>színtelen</b> | <b>színtelen</b> | <b>lila/rózsaszín</b>  |

Magyarázatok: A fenolftaleinindikátor színe a savas és semleges oldatokban **színtelen**, a lúgos kémhatású oldatokban **lila/rózsaszín**.

### 2. előkísérlet: Három színtelen gáz kimutatása gyújtópálca segítségével

#### a) A szén-dioxid kimutatása:

Kísérlet: Az „M” jelű kémcsőben lévő mészkődarabkákra (amelyek fő összetevője a kalcium-karbonát) öntsétek rá az „S” jelű kémcsőben lévő sósav felét! Pezsgést tapasztaltok, ez gázfejlődést jelent, ami ebben az esetben a színtelen, szagtalan szén-dioxid-gáz (amiről óvatos szaglással meggyőződhetnek). Tartsatok égő gyújtópálcát a kémcsőben keletkezett **szén-dioxid-gázba**!

Tapasztalat: **Az égő gyújtópálca elalszik.**

Magyarázat: **A szén-dioxid nem éghető és az égést nem táplálja.**

#### b) Az oxigén kimutatása:

Kísérlet: A „H” jelű kémcsőben lévő hidrogén-peroxid-oldatba szórjátok bele a „B” jelű kémcsőben lévő barnakőport! A hidrogén-peroxid bomlásakor színtelen, szagtalan gáz keletkezik, ami ebben az esetben oxigén. Tartsatok parázsló gyújtópálcát a kémcsőben keletkezett **oxigéngázba**!

Tapasztalat: **A parázsló gyújtópálca lángra lobban.**

Magyarázat: **Az oxigén nem éghető, de az égést táplálja.**

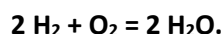
#### c) A hidrogén kimutatása:

Kísérlet: Az „Mg” jelű kémcsőben lévő magnéziumdarabkára öntsétek rá az „S” jelű kémcsőben lévő sósav másik felét! Amikor a keletkezett színtelen szagtalan **hidrogéngáz** megtölti a kémcsövet (kb. 1 perc), tartsatok égő gyújtópálcát a kémcső nyílásához!

Tapasztalat: **A keletkező gáz kékes lánggal, halk pukkanás közben elég.**

Magyarázat: **A hidrogén éghető.**

Írjátok föl az égő gyújtópálca hatására a hidrogéngáz és a levegő oxigénje között lejátszódott kémiai reakció egyenletét szavakkal és/vagy kémiai jelekkel is: **hidrogén + oxigén = víz**



Megjegyzések:

1. Ezeket az előkísérleteket csak akkor kell a **Fekete, fehér, igen, nem...** című feladatlap előtti órán elvégeztetni, ha a tanév során korábban nem szerepeltek tanári demonstrációs vagy tanulókísérletként.

2. A **Fekete, fehér, igen, nem...** című feladatlappal azonos órán nemcsak idő hiányában nem végeztethetők el ezek a kísérletek, hanem azért sem, mert ezek során égő gyújtópálca alkalmazására van szükség, ami a benzin használata mellett kizárt.

3. Az, hogy a hidrogén az **égést nem táplálja**, akkor látszik, amikor (durranógáz próba után) megtöltve vele egy fejjel lefelé tartott gázfelfogó hengert, abba tartva az égő gyújtópálca elalszik.



## Fekete, fehér, igen, nem... (tanári változat)

Biztosan sokan ismeritek a „Fekete, fehér, igen, nem” kérdezz-felelek játékot, amelyben a válaszadónak tilos használnia a címbeli szavakat. Most egy másik játékra szeretnénk meghívni benneteket. Ebben az eddigi kémiai ismereteiteket felhasználva és kibővítve három fekete, illetve három fehér por tulajdonságait, valamint más anyagokkal való változatos viselkedését figyelhetitek meg. Megtapasztalhatjátok, hogy a fekete és a fehér (meg a kémia) egyáltalán nem unalmas. Az anyagok alapos megismerése pedig akkor is segít, ha egy ismeretlen anyag azonosítása vagy egy keverék összetevőinek meghatározása a cél. Ezt a tudományterületet – amelyet **kémiai analízisnek**, **elemzésnek** neveznek – próbálhatjátok ki az alábbi munka során.

### 1. kísérlet: „Fekete...”

Három feliratozott óraüvegen a következő fekete (sötétszürke) porok találhatóak: **cinkpor** („C”), **grafitpor** („G”) és elporított **jód** („J”). A dugóval lezárt kémcsövekben **benzin** („B”) van. Szórjatok egy-egy késhegynyi mennyiséget a fenti 3 szilárd anyagból külön-külön három benzines kémcsőbe. Dugaszoljátok be újra a kémcsöveket és óvatosan rázzátok össze! A nyitott kémcsőben **sósav** („S”) van. Csöppentsetek sósavat a kiürült gyógyszeres tablettatartó három mélyedésébe és szórjatok azokba is egy-egy késhegynyi a 3 szilárd anyagból! Megfigyeléseiteket az alábbi táblázatba írátk be!

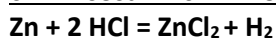
#### Tapasztalatok:

| szilárd→<br>↓folyadék | + cink                  | + grafit           | + jód  |
|-----------------------|-------------------------|--------------------|--|
| benzin                | <b>nem oldódik</b>      | <b>nem oldódik</b> | <b>jól oldódik, lila színű lesz az oldat</b> |
| sósav                 | <b>oldódik, pezsgés</b> | <b>nem oldódik</b> | <b>kissé oldódik, halványsárga szín</b>      |

**Magyarázatok:** Húzzátok át (~~egy~~) a vastag betűs szavak közül azokat, amelyek **nem valók oda**, illetve írátk be a pontozott vonalakra a hiányzó kifejezéseket, hogy ezek után értelmes szöveget kapjatok.

A cink és a grafit benzinben ~~oldódik~~/**nem oldódik**. A jód benzinben ~~jól/rosszul~~ oldódik, eredményül **lila** színű oldatot kapunk. A jód benzinben való oldódása ~~fizikai/kémiai~~ folyamat. Sósavban a jód ~~nem/gyengén/jól~~ oldódik, a grafit ~~nem/gyengén/jól~~ oldódik. A cink sósavban való oldódását **buborékok** képződése kíséri, tehát a termékek között van szobahőmérsékleten **gáz**-halmazállapotú anyag, aminek színe: **színtelen**, szaga: **szagtalan**. A cink sósavban való oldódása ~~fizikai/kémiai~~ folyamat. Ha tudjátok, írátk le ennek a folyamatnak a lényegét szavakkal vagy reakcióegyenlettel:

**cink + sósav = cink-klorid + hidrogén**



### 2. kísérlet: „...fehér...”

A három feliratozott kémcsőben **szódabikarbóna**, elporított **„Hyperol”** tabletták és **duguláselhárító por** van. A szódabikarbónát (nátrium-hidrogén-karbonát) gyomorégésre szokták javasolni, mert megköti a felesleges gyomorsavat. A „Hyperol” tablettából készült híg vizes hidrogén-peroxid-oldatot fertőtlenítésre lehet használni, mert a belőle keletkező oxigén elpusztítja a kórokozókat. A duguláselhárító porban lévő, **maró** hatású nátrium-hidroxid reagál a lefolyót eltömítő anyagokkal. Egyik fehér porhoz se nyúljatok kézzel! **Használjatok gumikesztyűt és védőszemüveget!**

Desztillált vízzel készítsetek mindhárom porból 2-3 ujjnyi magasságú vizes oldatot a kémcsövekben. A kiürült tablettatartó 3 mélyedésébe sorra cseppentsetek mindhárom oldatból és adjatok hozzájuk 1-2 csepp fenolftaleinindikátort. A kémcsövekben lévő oldatok második részleteihez a tablettatartó másik 3 mélyedésében cseppentsetek néhány csepp sósavat. A kémcsőben lévő 3 oldat maradékához tegyetek 1-1 késhegynyi barnakőport. Jegyezzétek le a túloldalon lévő táblázatba a megfigyeléseiteket!

**Tapasztalatok:**

|                | Szódabikarbóna oldata<br>(nátrium-hidrogén-karbonát-<br>oldat) | Hyperol oldata<br>(hidrogén-peroxid-<br>oldat) | Duguláselhárító por<br>oldata<br>(nátrium-hidroxid-oldat) |
|----------------|--|--|---|
| + fenolftalein | <u>lila/rózsaszín</u>  | <u>színtelen</u>                               | <u>lila/rózsaszín</u>                                     |
| + sósav        | <u>pezsgés</u>   | <u>nincs változás</u>                          | <u>nincs változás</u>                                     |
| + barnakőpor   | <u>nincs változás</u>  | <u>pezsgés</u>                                 | <u>nincs változás</u>                                     |

**Magyarázatok:** Egészítsétek ki a szöveget!

A fenolftaleinindikátor savas és semleges közegben színtelen színű, lúgos közegben lila/rózsaszín/ciklámen/bíbor színű. A fenti három fehér por közül a szódabikarbóna/nátrium-hidrogén-karbonát és a duguláselhárító por/nátrium-hidroxid vizes oldata lúgos kémhatású. Az oldatokba sósavat csepegtetve a szódabikarbóna/nátrium-hidrogén-karbonát por esetén pezsgést tapasztalunk, ami gázképződést jelent. A keletkező gáz színe: színtelen, szaga: szagtalan. A barnakőport a Hyperol por vizes oldatába szórva pezsgést tapasztalunk. A keletkező gáz színe: színtelen, szaga: szagtalan.

**3. kísérlet: „...igen, nem?”...**

Az előző kísérletek tapasztalatait felhasználva határozzátok meg, a három fekete vagy három fehér por közül melyiket tartalmazza a tálcákon lévő „ismeretlen” („I”) feliratú óraüveg vagy kémcső! Ehhez az ismeretlen porral is el kell végeznetek a vele azonos színű porokkal előbb már végrehajtott kísérleteket, majd kiválasztani, melyik vizsgált anyaghoz hasonlít a legjobban a viselkedése.

**Magyarázatok:** Egészítsétek ki a szöveget!

Az ismeretlenként kapott fekete/szürke színű por a cink volt, mert benzinben nem oldódott és sósavval reagáltatva gáz fejlődött.

Az ismeretlenként kapott fekete/szürke színű por a grafit volt, mert sem benzinen sem sósavban nem oldódott.

Az ismeretlenként kapott fekete/szürke színű por a jód volt, mert benzinben lila színnel oldódott, sósavban pedig rosszul, halvány sárga színnel oldódott.

Az ismeretlenként kapott fehér színű por a szódabikarbóna (nátrium-hidrogén-karbonát) volt, mert lúgos kémhatású oldatát sósavval reagáltatva gáz fejlődött.

Az ismeretlenként kapott fehér színű por a Hyperol volt, mert oldata nem lúgos és mangán-dioxiddal reagáltatva gáz fejlődött.

Az ismeretlenként kapott fehér színű por a duguláselhárító/nátrium-hidroxid volt, mert lúgos kémhatású oldatához sósavat, ill. mangán-dioxidot adva egyik esetben sem fejlődött gáz.

**4. „...mit vettél a pénzeden?...”**

Kísérleteink során három esetben is gázfejlődést tapasztaltunk (egy fekete és két fehér por esetén). Mindhárom esetben színtelen, szagtalan gáz keletkezett. A három gáz mégis különböző. Gondolkozzatok el azon, hogy gyújtópálca segítségével, hogyan lehet kimutatni a három különböző gázt. A következő szövegben húzzátok át a nem megfelelő szavakat, illetve egészítsétek ki a szöveget.

Sósav és cink egymásra hatásakor **hidrogéngáz**, sósav és szódabikarbóna reakciójában **szén-dioxid-gáz** fejlődik. Barnakőpor hozzáadására a **Hyperol** oldatából **oxigéngáz** fejlődik. A(z) **oxigén/szén-dioxid/hidrogén** nem éghető, de táplálja az égést, így parázsló gyújtópálcát a gázba tartva a parázsló gyújtópálca **lángra lobban**. A(z) **oxigén/szén-dioxid/hidrogén** nem éghető és nem táplálja az égést, így égő gyújtópálcát a gázba tartva a gyújtópálca **elalszik**. A(z) **oxigén/szén-dioxid/hidrogén** éghető, így égő gyújtópálcát óvatosan a gázba tartva **a gáz kékes lánggal halk pukkanás közben elég**.

Megjegyzések:

1. A tanulók által beírandó vagy kiválasztott helyes ill. lehetséges válaszokat aláhúzással jelöljük.

2. A csoportok kb. fele vizsgálhatja a fekete porokat, a másik fele pedig a fehér porokat. Célszerű egy-egy fekete porokat, illetve fehér porokat vizsgáló csoportot egymás közelébe ültetni, hogy lássák egymás kísérleteinek a tapasztalatait is. Utána a közös, frontális megbeszélés során töltik ki a diákok a feladatlap azon részeit, amelyek a másik színű por vizsgálatáról szólnak. Ez időtakarékos megoldás, és az óra után sokkal kevesebb a mosogatnivaló is.

3. A kiürült tablettatartó és az üdítőspalack kupakok használata is azt a célt szolgálja, hogy a lehető legkevesebb mosogatnivaló kémcső keletkezzen.

4. A gázok kimutatásáról kitöltendő szöveg (a 4. pontban) a korábban (pl. az előkísérletek során) szerzett ismeretek ismétlése. Ezért ha nem jut idő az órán a 4. feladat kitöltésére, akkor ez lehet házi feladat is.

### Gondolkodtató házi feladat [Csak a 2. típusú csoportoknak!]

Sorolj fel a háztartásban található egy fehér és egy fekete port, amelyek nem szerepeltek az órai munka során, és amelyeket azonosítani tudnál bármilyen tanult fizikai folyamattal vagy kémiai reakcióval! Írd le, hogyan tervezed ezeket az azonosításokat! (Mégkóstolni nem szabad a porokat!)

Fehér porok a háztartásban:

- **Mosópor, azonosítása: oldódik vízben, közben hó szabadul föl.**
- **Porcukor, azonosítása: melegítés hatására karamellizálódik.**
- **Szalalkáli, azonosítása: oldódik vízben, sav hatására pezseg.**
- **Liszt, azonosítása: hideg vízben nem oldódik, csak csirizt képez. Meleg vízben enyhén oldódik, opálos oldatot képez.**
- **Konyhasó, azonosítása: oldódik vízben. Oldatát a gáztűzhely lángjába juttatva (pl.: ha kifut a sózott leves a tűzhelyen) a lángot sárgára festi.**

Fekete porok a háztartásban:

- **A hűtőszekrény szagtalanító töltete, azonosítása: sem vízben, sem savban nem oldódik. A doboz tartalma aktív szén.**
- **Orvosi széntabletta, azonosítása: sem vízben, sem savban nem oldódik. A doboz tartalma aktív szén.**

### Kísérlettervező feladatok [Csak a 3. típusú csoportoknak!]

#### 1. kísérlet: „Fekete...”

A három számozott óraüvegen a következő fekete (szürke) porok találhatóak: **cinkpor**, **grafitpor** és elporított **jód**. Az „S” jelű nyitott kémcsőben **sósav**, a „B” jelű, dugóval lezárt kémcsőben **benzin** van. **E két reagens segítségével** állapítsátok meg, hogy melyik óraüvegen melyik anyag lehet! (A grafit kimutatásához nem használhattok papírt és a szaglás sem elegendő a jód azonosításához!)

A cink a magnéziumhoz hasonlóan reagál sósavval. A grafit részecskéi között pedig hasonlóan erős kötések vannak, mint a homok részecskéi között. A kísérletezés előtt gondoljátok át, milyen változások észlelhetők az azonosítandó anyagok és a reagensek egymásra hatásakor, majd egy külön papíron készítsetek „stratégiai” tervet! A benzines kísérleteket a dugóval lezárt kémcsövekben végezhetitek el. A sósavval a kiürült gyógyszeres tablettatartó mélyedéseiben kísérletezhettek. Jegyezzétek föl és magyarázzátok meg a tapasztalatokat! Külön dicséretet kap az a (szerencsés és okos) tanulócsoporthoz, amelyeknek a **legkevesebb lépésben** sikerül azonosítani a három port!

**Az alábbi megoldás egy lehetséges gondolatmenetet mutat.**

**1. lépés: benzin + 1. minta**

**a) ha lila oldat, akkor az 1. minta jó**

**b) ha nincs oldódás, akkor az 1. minta cink vagy grafit**

**2. lépés: ha az 1. minta benzinben nem oldható, akkor sósav + 1. minta**

**a) ha van gázfejlődés, akkor az 1. minta cink**

**b) ha nincs gázfejlődés, akkor az 1. minta grafit**

**3. lépés: ha az 1. minta jó, akkor sósav + 2. minta**

**a) ha van gázfejlődés, akkor az 2. minta cink és a 3. minta grafit**

**b) ha nincs gázfejlődés, akkor az 2. minta grafit és a 3. minta cink.**

**2. kísérlet: „...fehér,...”**

A három számozott kémcsőben **szódabikarbóna**, elporított „Hyperol” tabletták és **duguláselhárító por** van. A szódabikarbónát (nátrium-hidrogén-karbonát) gyomorégésre szokták javasolni, mert megköti a felesleges gyomorsavat. A „Hyperol” tablettából készült híg vizes hidrogén-peroxid-oldatot fertőtlenítésre lehet használni, mert a belőle keletkező oxigén elpusztítja a kórokozókat. A duguláselhárító porban lévő, **maró** hatású nátrium-hidroxid reagál a lefolyót eltömítő anyagokkal. Egyik fehér porhoz se nyúljatok kézzel! **Használjatok gumikesztyűt és védőszemüveget!**

Desztillált vízzel készítsetek mindhárom porból 2-3 ujjnyi magasságú vizes oldatot a kémcsövekben. Hogyan tudnátok eldönteni, hogy melyik kémcső melyik anyagot tartalmazza? Rendelkezésre áll a papír zsebkendőn lévő cseppentőben **fenolftaleinindikátor**, az „S” jelű kémcsőben **sósav** és az óraüvegen **barnakőpor**. Külön papíron tervezzétek meg a kísérletsorozatot úgy, hogy a **lehető legkevesebb lépésben** sikerüljön az azonosítás. **Minden anyagot rá jellemző kísérlettel** mutassatok ki! Ha kész a terv, végezzétek is el a kísérleteket, írájatok le a tapasztalatokat és magyarázatokat.

**Az alábbi megoldás egy lehetséges gondolatmenetet mutat.**

**1. lépés: 1. minta + fenolftalein**

**a) ha az oldat színtelen, akkor az 1. minta „Hyperol”**

**b) ha az oldat lila vagy rózsaszín, akkor az 1. minta szódabikarbóna vagy duguláselhárító por**

**2. lépés: ha az 1. minta + fenolftalein színtelen, akkor a barnakőpor hatására bekövetkező pezsgéssel igazolható, hogy az 1. minta „Hyperol”**

**3. lépés: ha az 1. minta lila vagy rózsaszín, akkor 1. minta + sósav**

**a) ha van gázfejlődés, akkor az 1. minta szódabikarbóna**

**b) ha nincs gázfejlődés, akkor az 1. minta duguláselhárító por**

**4. lépés: ha az 1. minta Hyperol, akkor 2. minta + sósav**

**a) ha van gázfejlődés, akkor az 2. minta szódabikarbóna és a 3. minta duguláselhárító por**

**b) ha nincs gázfejlődés, akkor az 2. minta duguláselhárító por és a 3. minta szódadibikarbóna.**

**Megjegyzések:**

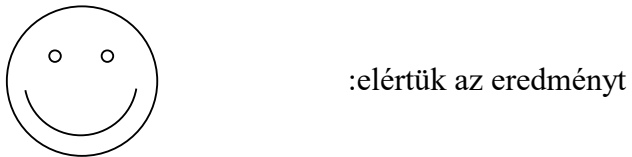
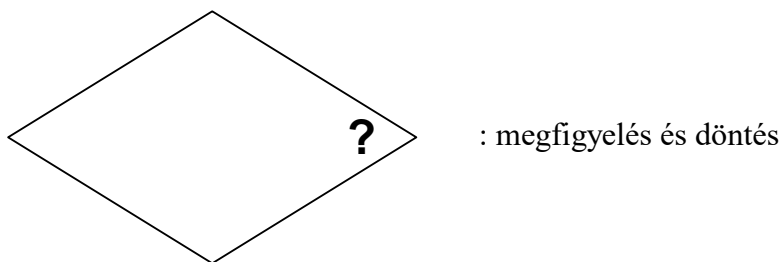
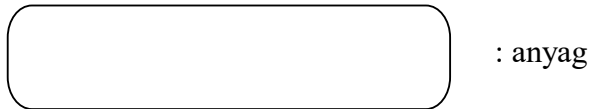
- Bár a fekete porok meghatározásakor a feladat szövegében szerepel, külön is föl kell hívni a tanulók figyelmét, hogy papír nem használható a meghatározáshoz. Máskülönben előfordulhat, hogy abból a célból, hogy más kísérleti lépéseket takarítsanak meg, a grafitot a papíron hagyott fekete, a jódot a papíron hagyott sárga nyoma alapján határozzák meg. Ez egyébként dicséretes ötlet, de most az a cél, hogy a tanulók a kémia tudásukat használják az anyagok azonosítására.
- Előfordulhat, hogy a fekete porokról ránézésre is „megállapítható”, hogy mit kapott a csoport ismeretlennek. Ezért a tanulók azt mondják, hogy nem is kell elvégezniük a kísérleteket, mert már tudják a megoldást. Ekkor meg kell beszélni a diákokkal, hogy amit gondolnak, az egyelőre csak egy feltételezés (a tudományban úgy hívják, hogy „hipotézis”), amelyet kísérletekkel is bizonyítani kell. Előfordulhat ugyanis az, hogy kinézetre nagyon különböző anyagok kémiai összetétele azonos (pl. hópehely, vízcsepp és vízgőz) vagy hasonló külsejű anyagok más-más összetételűek (pl. málnaszörp, vörösbor és piros ételszínezékkel festett víz).
- Föl kell hívni a diákok figyelmét arra, hogy minden változást figyeljenek meg és jegyezzenek le, ne csak az oldódást vagy a színváltozást. A feladatlap kipróbálása során előfordult, hogy az egyik tanuló a „buborékolást” (a sósav és a szódadibikarbóna-oldat reakciójakor bekövetkező gázfejlődést) nem tekintette érdemi változásnak.
- A kísérlettervező tanuló csoportban a kísérlettervek kialakulása után megkérhetjük a diákokat, hogy kísérleteiket és tapasztalataikat a jelen feladatlap mellékletében található blokkdiagramok valamelyikén is ábrázolják. Ez jó tantárgyi koncentráció, és segíti az analitikai kémiában célszerű algoritmikus gondolkodás kialakítását, illetve fejlődését. Lényegében véve itt egy, néhány programnyelvben (pl.: Visual Basic) létező „for each” ciklus magját ábrázoljuk. Ez a ciklus egy halmaz elemeire hajtandó végre, jelen esetben a halmaz elemei a meghatározandó minták. Azt, hogy melyik ábrát adja oda a tanár a diákoknak, attól függ, hogy milyen kísérletterv született. A blokkdiagramok úgy készültek, hogy ahol csak lehetséges, ne egyszerű kizárással állapítsák meg a tanulók a harmadik anyag mibenlétét, hanem igazolják is azt egy reagens alkalmazásával. Természetesen az a csoport, amelyik először kimutatja a Hyperolt, azután sósavval a szódadibikarbónát, már nem alkalmazhatja a fenoltaleinindikátort, hiszen a sósavval való reakció után a reagensek arányának függvényében az oldat bármilyen kémhatású lehet. Itt meg kell elégedni a NaOH kizárásos alapon történő meghatározásával.
- Amennyiben a kollégák a leírtaktól eltérő kimutatási utakat is el tudnak képzelni, szabadon bővíthetik a blokkdiagramok gyűjteményét. Ha esetleg a diákok mindannyiunknál találékonyabbak, akkor sajnos a blokkdiagramos feladat elmarad.
- A kollégák legjobb belátásuk szerint kioszthatják a teljesen üres blokkdiagram ábrákat, vagy azokat, amelyekben segítségül olvashatóak a döntési kritériumok (pezseg, lila).
- A szükséges kémcsövek, illetve lépések számának megadásakor úgy képzeltük el a feladatot, hogy a mintákat tartalmazó kémcsöveket nem kell bele számolni ebbe. Azonban azután minden kísérleti lépést, a szilárd anyaggal végzetteket is, kémcsövekben kell végrehajtani, amelyek már beszámítandók a szükséges kémcsövek számába. A minták (a mosogatás könnyítése érdekében) helyettesíthetők kiürült gyógyszeres tablettatartók mélyedéseivel. Ha ez sem áll rendelkezésre, akkor a kémcsövek megfelelő számú, feliratozott fehér műanyag üdítőspalack kupakkal is helyettesíthetők. A színváltozások és a pezsgések ugyanis cseppkísérletben is jól láthatók.
- Ahol az „oldat/minta másik részéhez” szöveg olvasható, újabb kémcső (vagy cseppkísérletek esetén pl. a kiürült gyógyszeres tablettatartó újabb mélyedésének) használatára van szükség. A szükséges kémcsövek számának megadásakor figyelembe kell venni, hogy mindhárom mintát meg kell vizsgálni, és nem elég a harmadikat kizárásos alapon azonosítani.

- *Ha a kollégák tartanak attól, hogy a blokkdiagrammok felépülésének magyarázata miatt a kísérletekre esetleg nem maradna elég idő, akkor az egyes gondolatmeneteket ábrázoló blokkdiagrammok készítése a feladatlap megoldása után történhet. (Akár a következő kémiaórán, akár az informatikatanár kollégával egyeztetve, az informatikaórán is szánható erre idő.)*
- **A blokkdiagrammok alkalmazása opcionális (csak lehetőség, és nem kötelező).**

## Melléklet

Ebben a feladatban az informatikai programok logikai felépítését szemléltető rajzot (blokkdiagram) alkalmazzuk egy analitikai probléma megoldási menetének ábrázolására. Az átalatok tervezett módszer végrehajtását és a tapasztalatokat ebben rajzban is rögzítsétek!

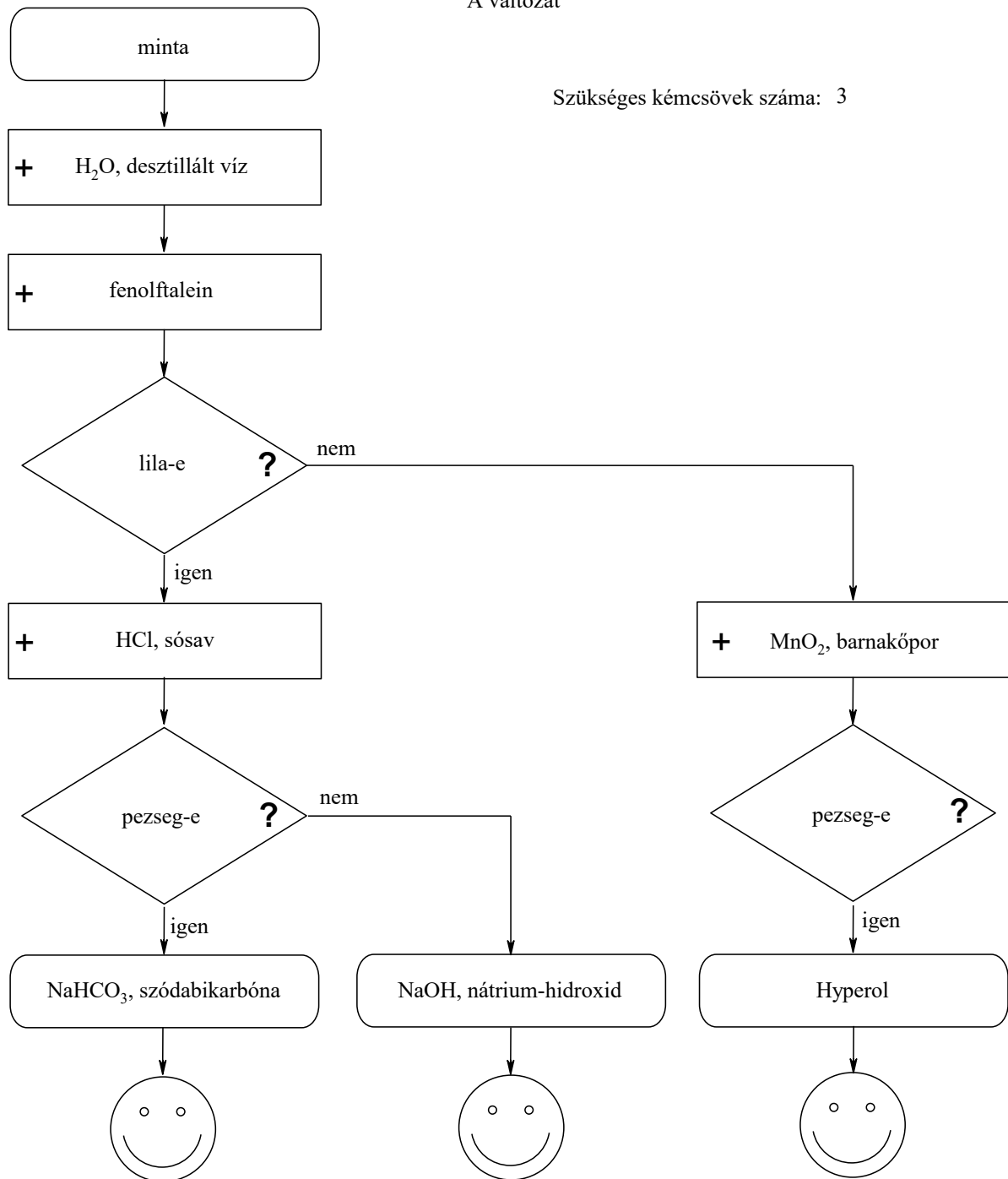
Jelmagyarázat:



I. Tanári változat

A változat

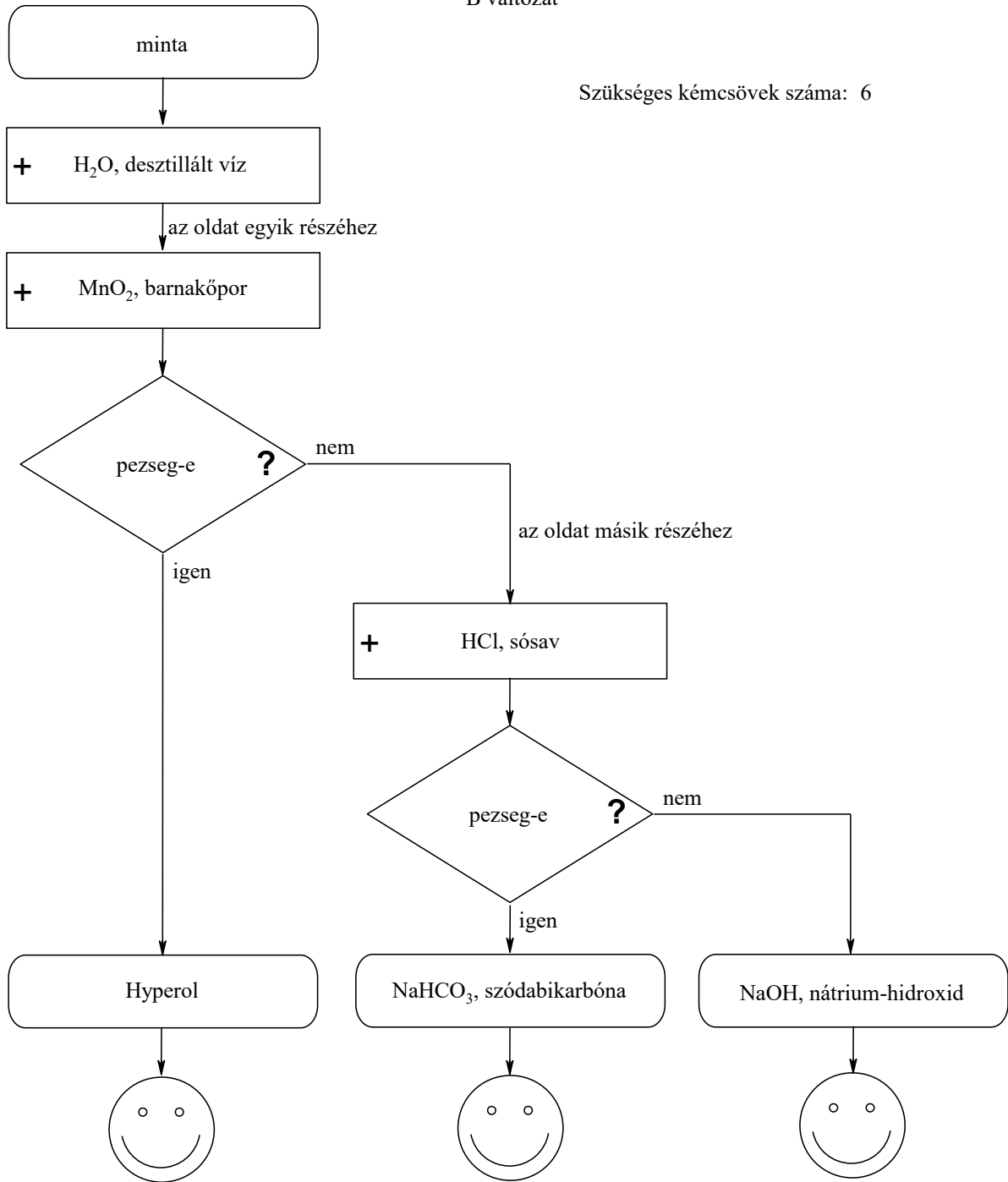
Szükséges kémcsövek száma: 3

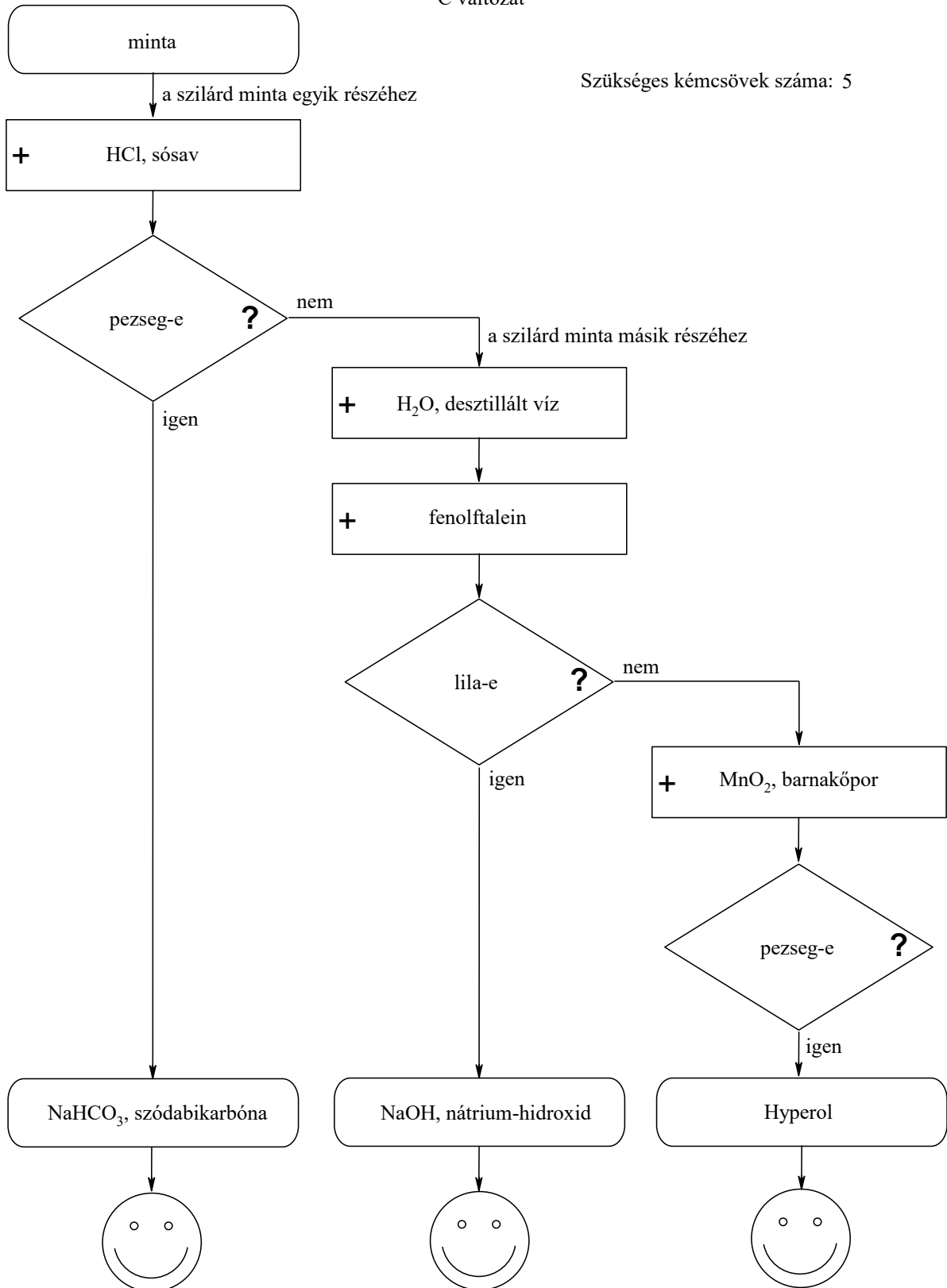




B változat

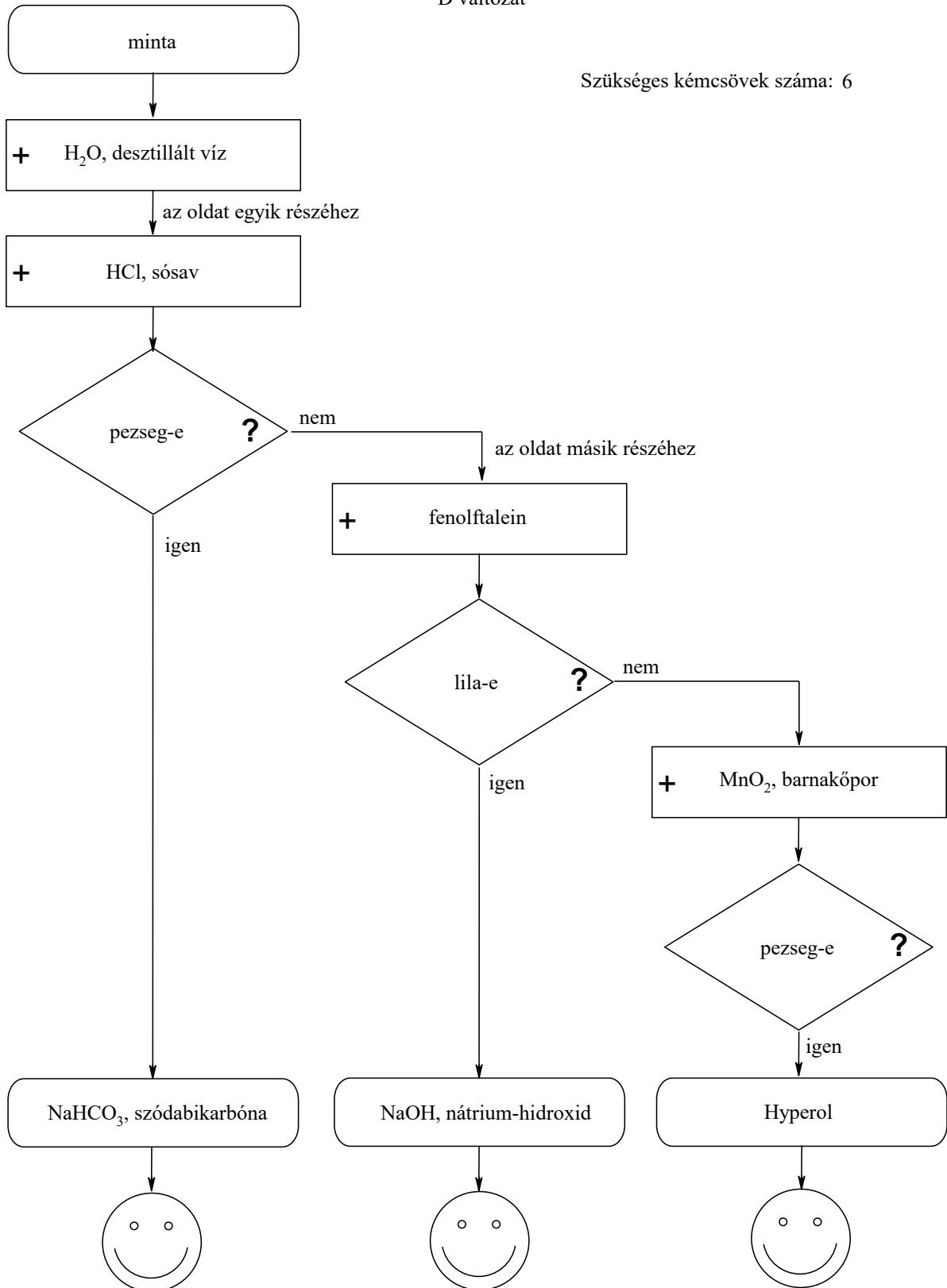
Szükséges kémcsövek száma: 6





D változat

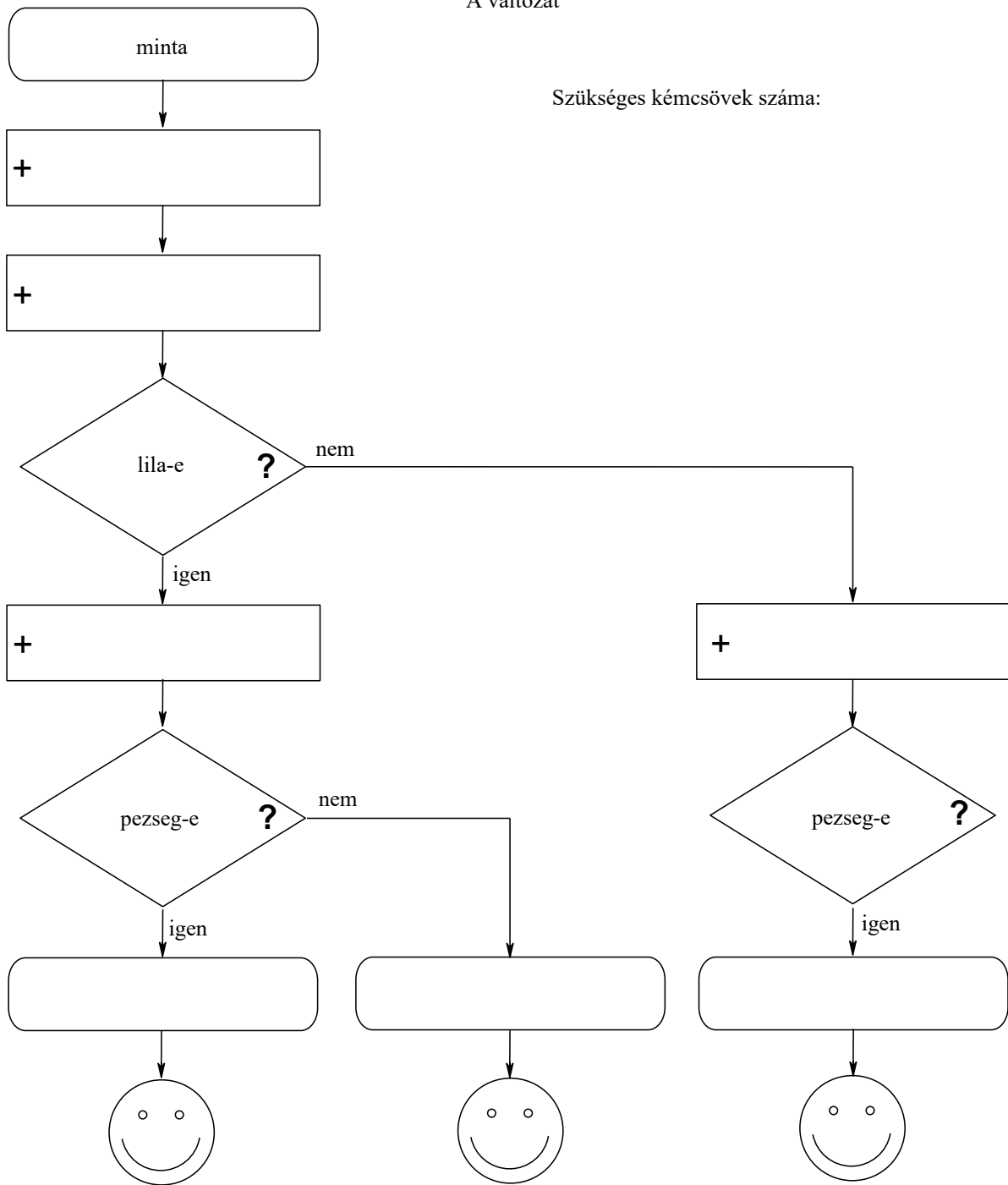
Szükséges kémcsövek száma: 6



## II. Könnyített diákváltozat

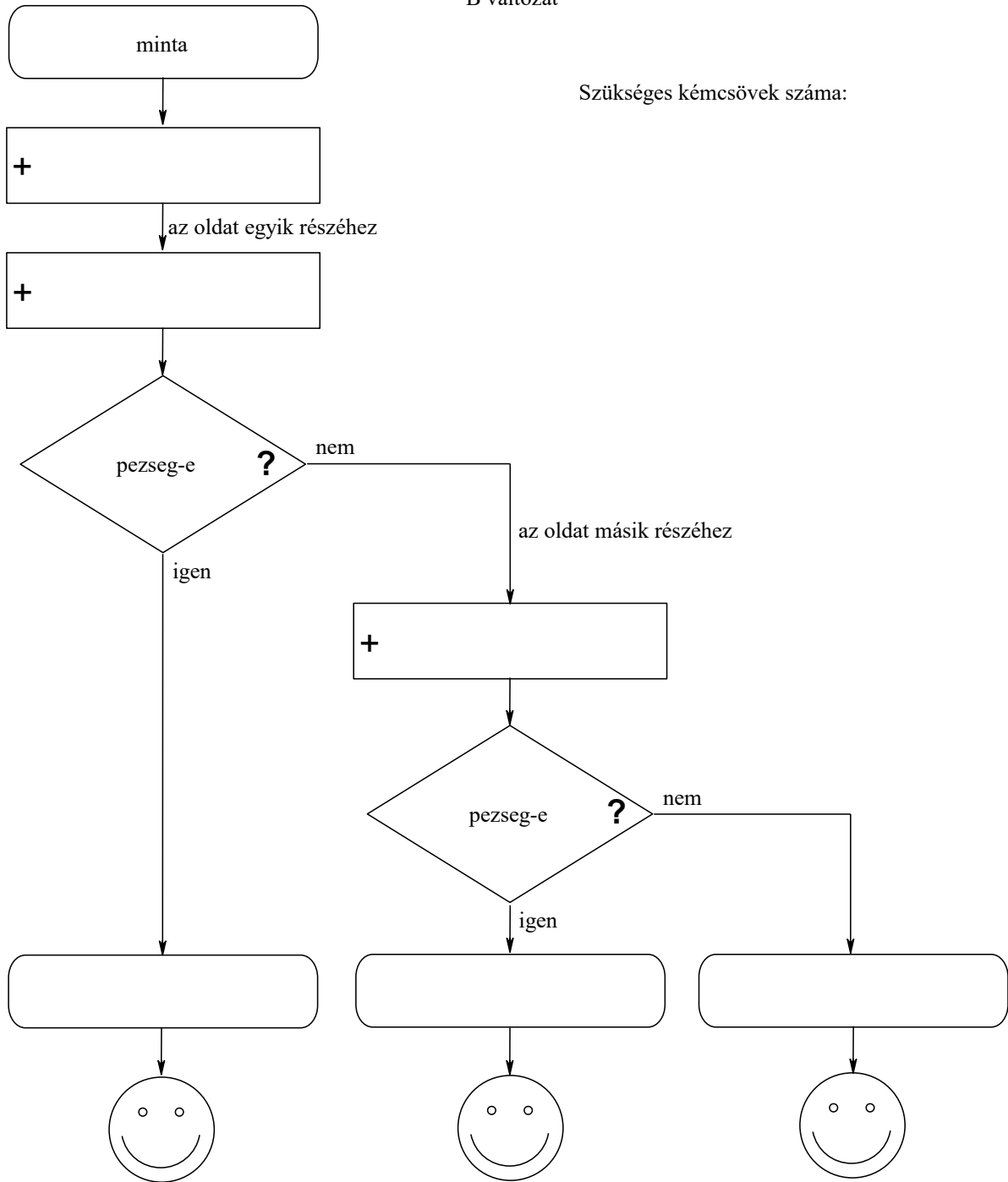
A változat

Szükséges kémcsövek száma:



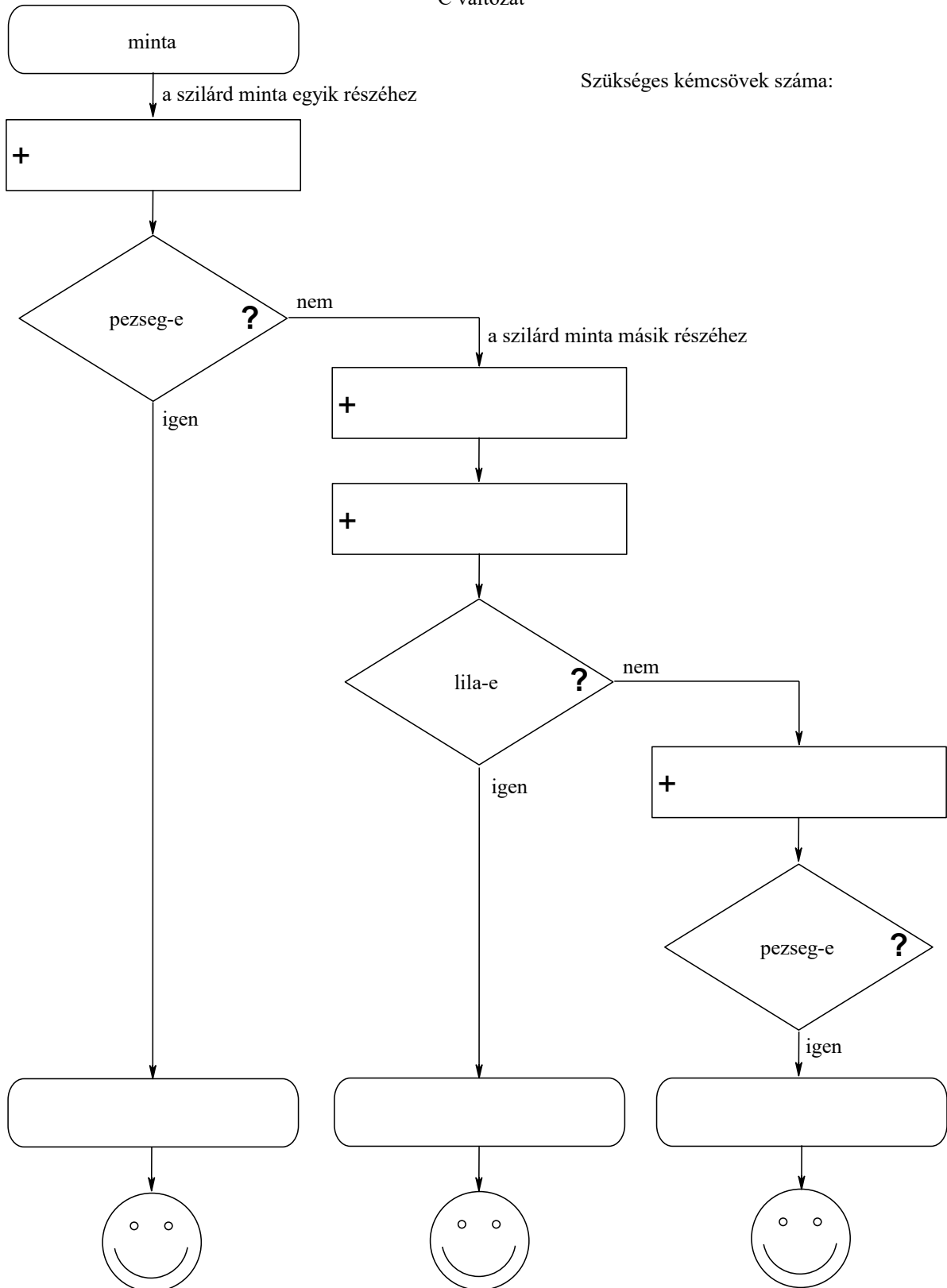
B változat

Szükséges kémcsövek száma:



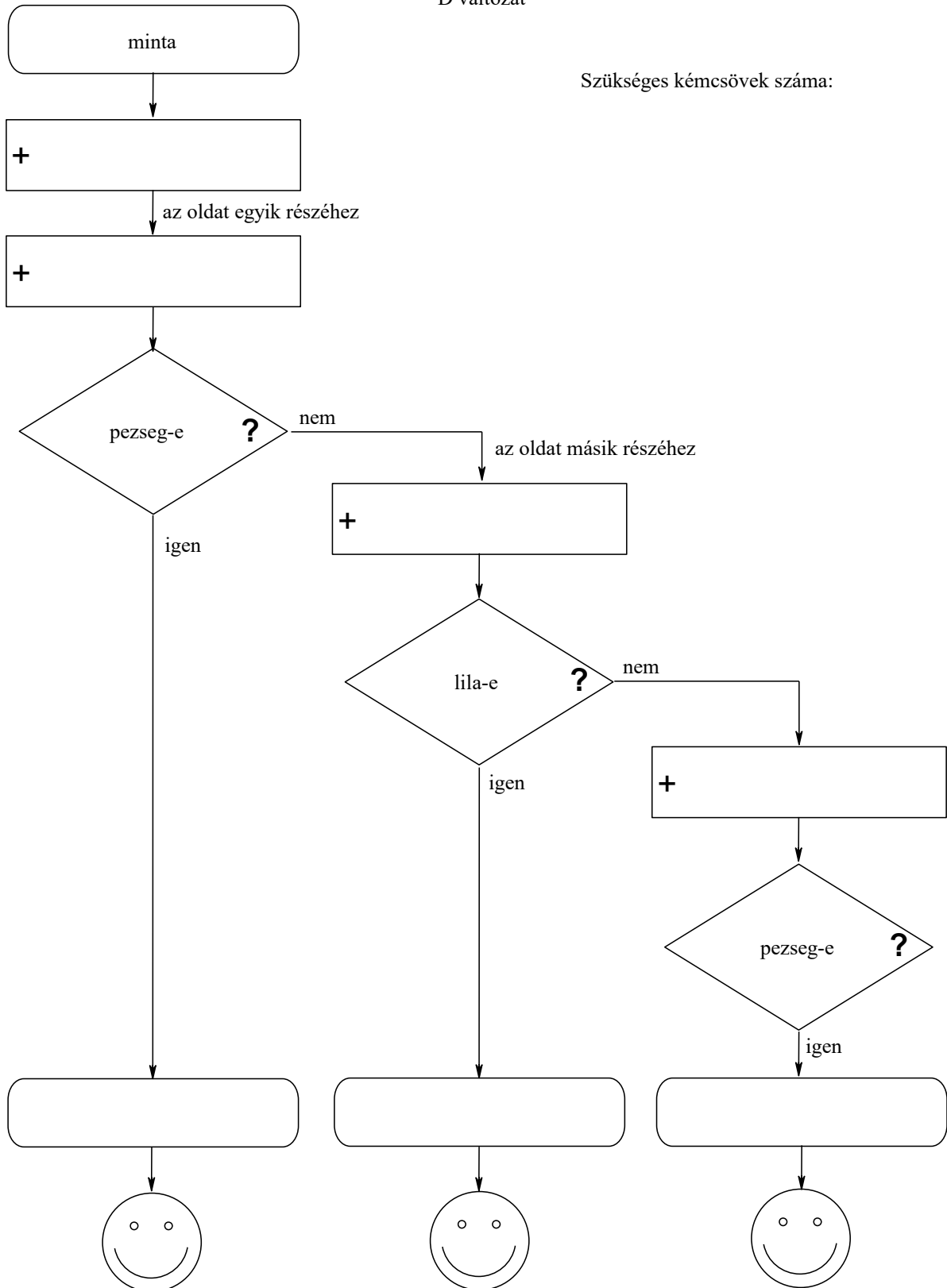
C változat

Szükséges kémcsövek száma:



D változat

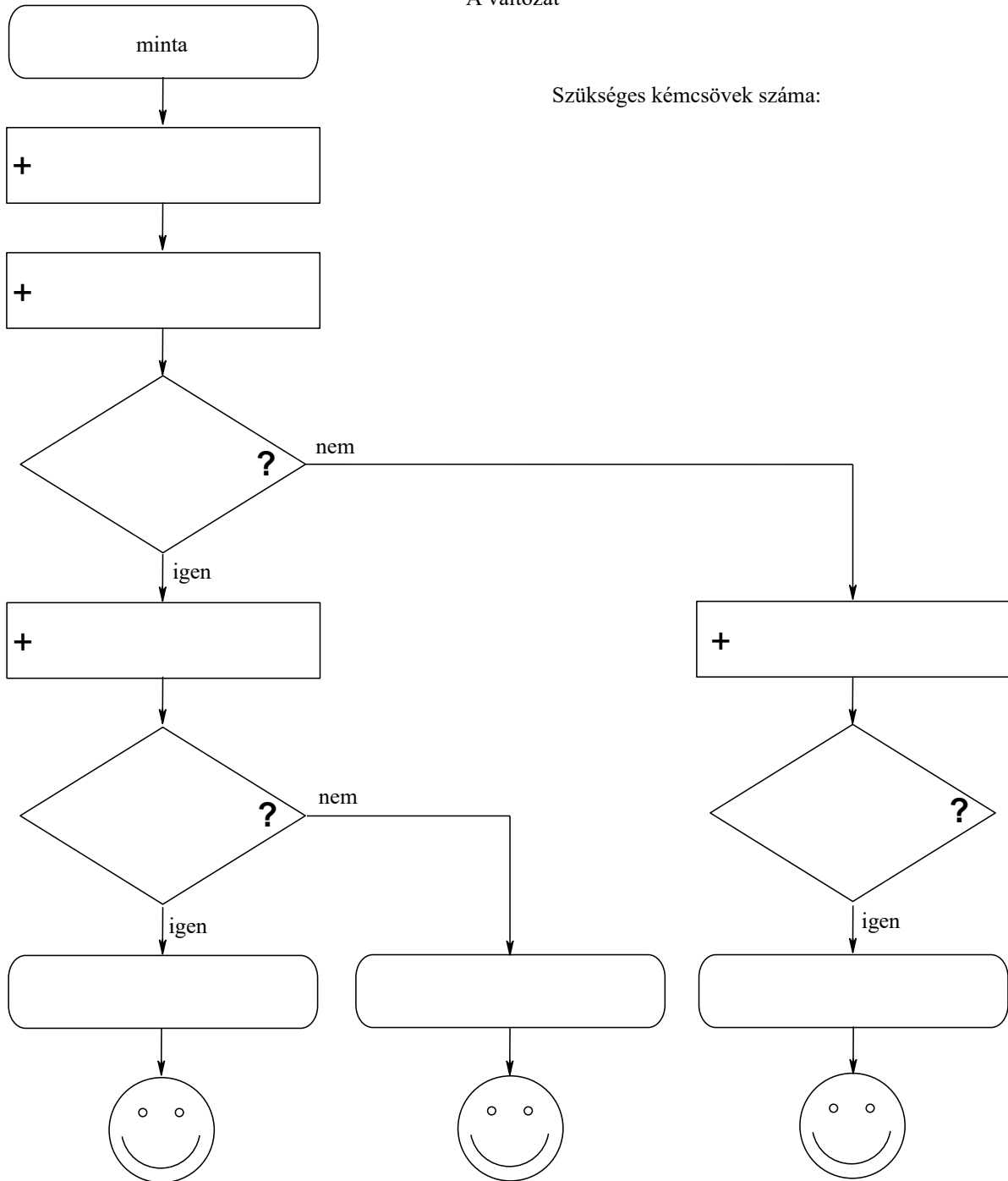
Szükséges kémcsövek száma:



### III. Nehezebb diákváltozat

A változat

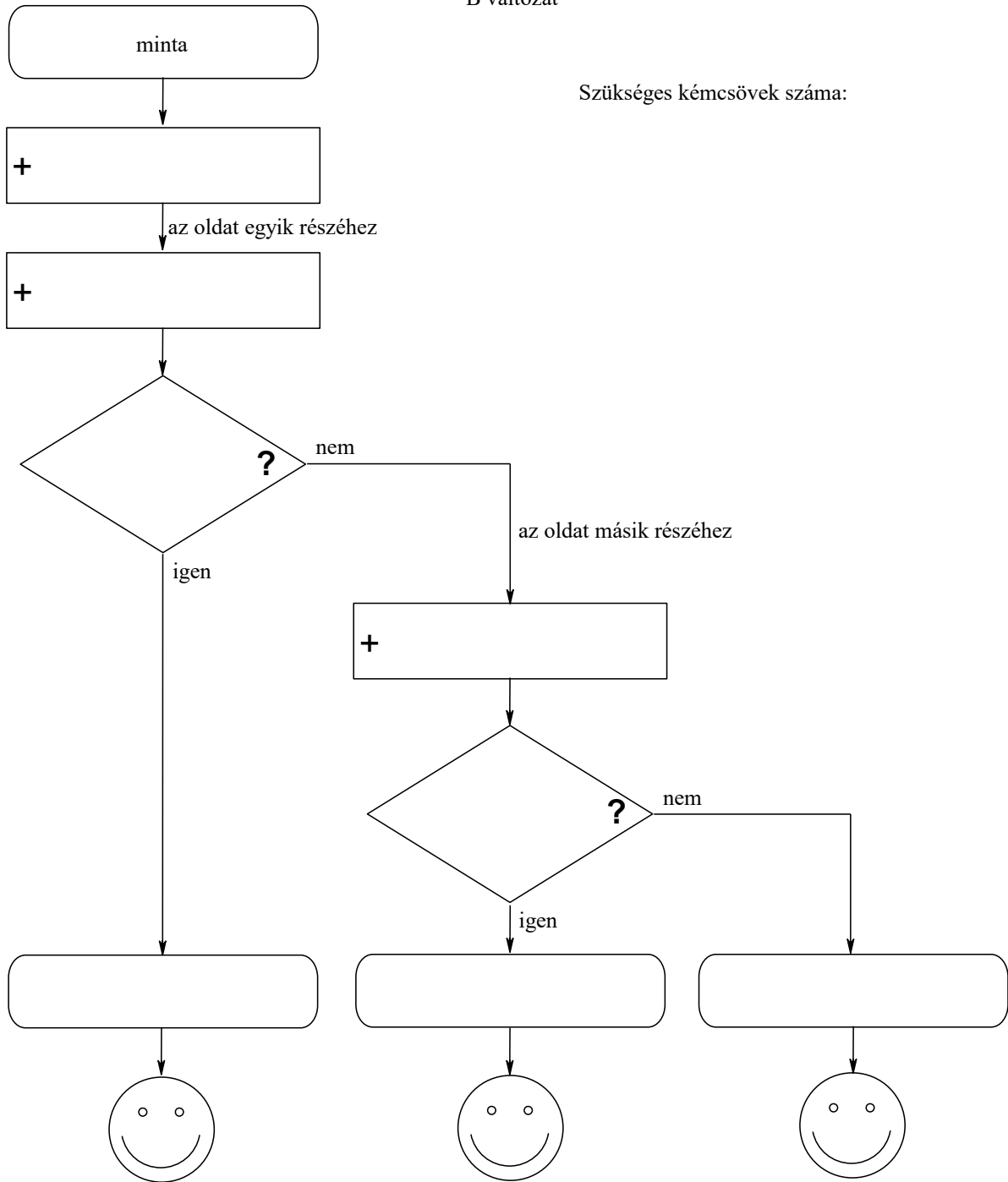
Szükséges kémcsövek száma:





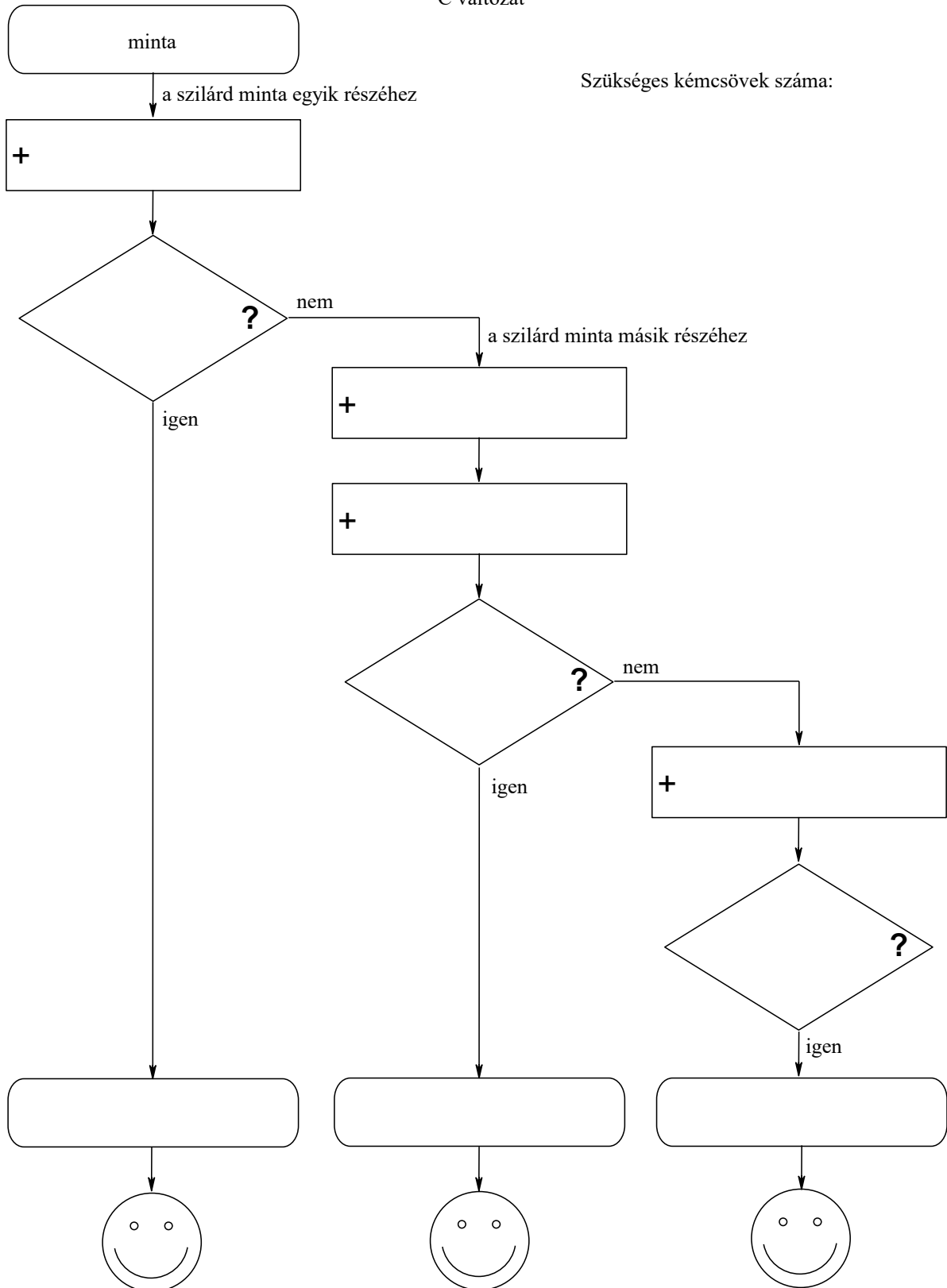
B változat

Szükséges kémcsövek száma:



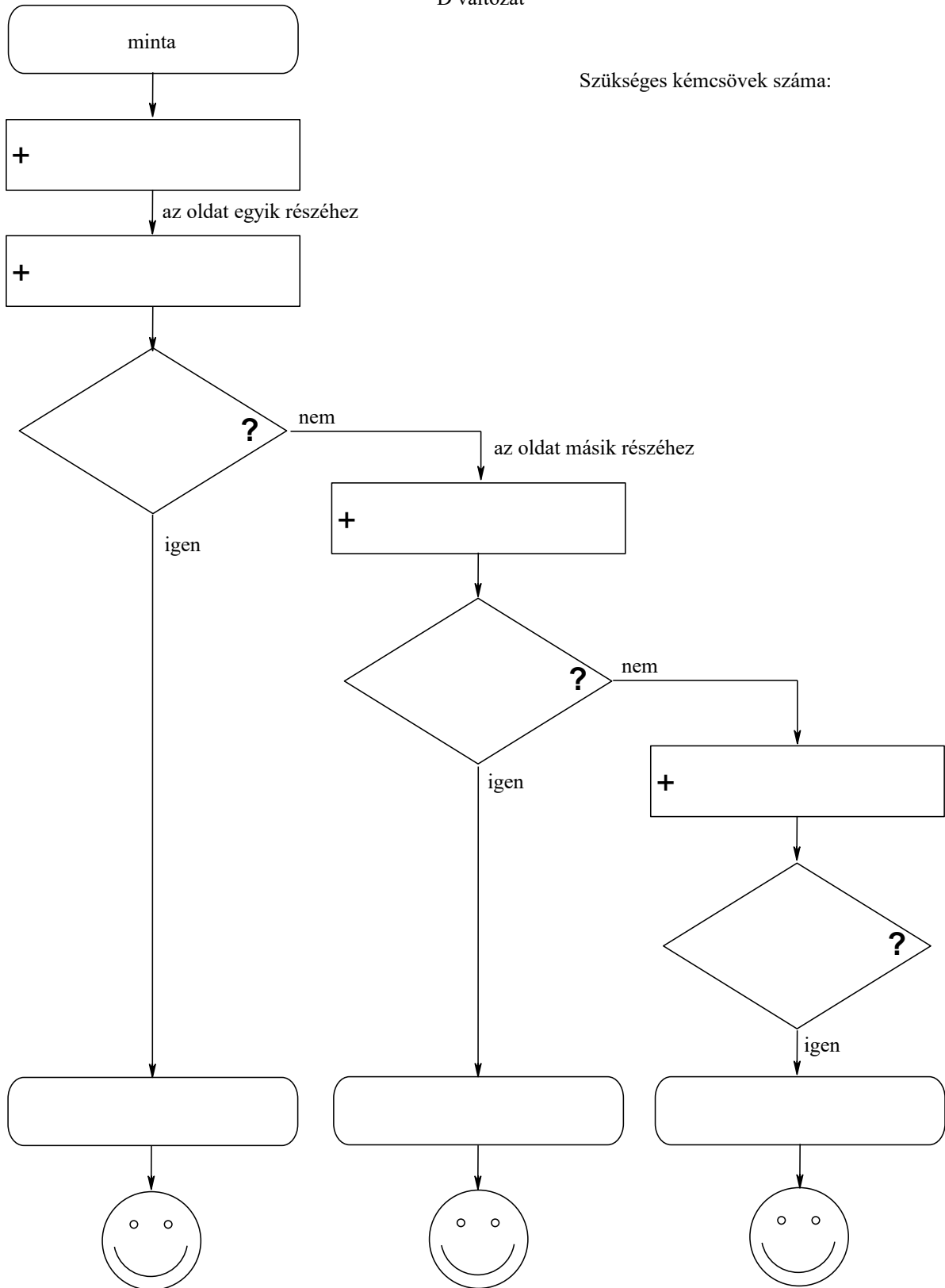
C változat

Szükséges kémcsövek száma:



D változat

Szükséges kémcsövek száma:



# **FELADATLAPOK A KUTATÁSALAPÚ KÉMIA TANÍTÁSHOZ**

**8. osztály**

# 7. feladatlap: Jamie Oliver tökéletes salátaöntete<sup>28</sup>

(Az első változatot készítette: Szalay Luca)

## Módszertani útmutató

**1. Téma:** Sav-bázis reakciók, indikátorok, közömbösítés, oldatok összetétele, mennyiségi elemzés, kémia a háztartásban (gyakorló óra)

**2. Felhasználás:** 8. osztály, 45 perces tanóra

### 3. Szükséges előzetes ismeretek:

- A sav és a bázis/lúg<sup>29</sup> fogalma (az Arrhenius–Ostwald-féle disszociációs elmélet szerint).
- Sav-bázis indikátorok, fenolftaleinindikátor.
- Közömbösítés (sav + lúg = só + víz).
- Az oldatok összetételének/töménységének megadása százalékban.

### 4. Célok:

- A kémia hasznáról alkotott elképzelések megerősítése.
- Motiváció: a kíváncsiság fölkelése a környezetünkben lévő anyagok tulajdonságainak és viselkedésük szabályszerűségeinek megértése iránt egy érdekes kerettörténettel.
- A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
- A logikus következtetéseken alapuló gondolkodás fejlesztése.
- A mennyiségi elemzés (kvantitatív analízis, pl. „titrálás”) alapgondolatának megismerése.
- A 2. és a 3. csoport diákjai esetében az „egyszerre csak egy tényezőt (paramétert) változtatunk” („*ceteris paribus*”, *lat.*, jelentése: „a többi változatlanul hagyásával”) elv megismerése, illetve a 3. csoport tanulói esetében ezen elv alkalmazása a kísérlettervezés során egy természettudományos probléma megoldásakor.

### 5. Tananyag:

- **Ismeret szint:**
  - Az oldatok kémhatása lehet savas, semleges és lúgos/bázikus.
  - Az oldatok kémhatását az egyes sav-bázis indikátorok adott színekkel jelzik.
  - A fenolftaleinindikátor-oldat lúgos közegben lila/ciklámen/rózsaszín/bíbor, semleges és savas közegben színtelen.
  - Az oldatok összetétele/töménysége százalékban (is) megadható.
- **Megértés szint:**
  - A savak és a bázisok reagálnak egymással.
  - A közömbösítési reakciók általános szóegyenlete: sav + lúg = só + víz.
  - Adott anyagi minőségű és mennyiségű sav adott anyagi minőségű lúgból a neki megfelelő mennyiségűvel reagál (és viszont). A mennyiségi arányokat a kémiai reakció egyenlete szabja meg.

---

<sup>28</sup>A jelen feladatlap az *Inquiry in Action* (Third Edition, Copyright 2007, American Chemical Society), 285-297. oldalán található feladatsor adaptációja (<http://www.inquiryinaction.org/download>, utolsó letöltés: 2017. 07. 10.). Egy másik földolgozása pedig itt található: Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához, in: Szalay L. szerk., (2016), Kémiai kísérletek az általános iskolákban (digitális jegyzet), 3. fejezet, 3.5. „Melyik pohárban van több ecet?”, 195-199., ISBN 978-963-284-733-7, [http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai\\_kiserletek\\_altalanos\\_iskolakban\\_0.pdf](http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai_kiserletek_altalanos_iskolakban_0.pdf) (2017. 07. 10.). A feladatlap jelen változatában szerepel néhány ötlet Bak Mónika fentiek alapján készült óratervből (a szerző engedélyével). A kerettörténet az alábbi linken elérhető videón alapul: <https://www.youtube.com/watch?v=gOakli6aKEA> (2017. 07. 10.)

<sup>29</sup>A lúg vízoldható erős bázis, de a báziserősség fogalma csak a kémiai egyensúly ismeretében érthető meg. Ezért ezen a szinten a lúg bázikus kémhatású, maró tulajdonságú anyag.

- Az oldat kémhatásának változásakor változik/változhat a sav-bázis indikátor színe.
- Az „egyszerre csak egy paramétert változtatunk” („*ceteris paribus*”) elv megértése (2. és a 3. csoport diákjai esetében).
- **Alkalmazás szint:**
  - Az „egyszerre csak egy paramétert változtatunk” („*ceteris paribus*”) elv alkalmazása (csak a 3. csoport tanulói esetében).
- **Magasabb rendű műveletek:**
  - Annak belátása, hogy a kémia és a kémikusok munkája a hétköznapi életünk minőségét is javítja, mivel egyebek mellett lehetővé teszik a felhasznált anyagaink minőségbiztosítását is.
  - A 3. csoport tanulói esetében a megismert ténybeli tudás és a megértett összefüggések használata egy természettudományos problémamegoldás során.

## 6. Módszertani megfontolások:

- A feladatlap legfontosabb üzenete az, hogy a kémiai reakcióknak vannak mennyiségi vonatkozásai is, és ezeken alapul a keverékek/elegyek/oldatok összetételének kísérleti meghatározása. A „kvantitatív analízis” és a „titrálás” kifejezések (mint a megértést esetleg nehezítő idegen szavak) használatát szándékosan kerültük (bár érdeklődő és jó előképzettségű osztályokban ezek is megemlíthetők).
- Sem a reagáló anyagok tömegére, sem azok anyagmennyiségére vonatkozó számítás nem szerepel a feladatlapban, mivel lehet, hogy egyes osztályok még nem ismerik az anyagmennyiség fogalmát. Csak azt kell megértenie a tanulóknak, hogy adott anyagi minőségű és mennyiségű sav adott anyagi minőségű és mennyiségű lúggal reagál. Ha a tanulók már ismerik az anyagmennyiség fogalmát, akkor a magyarázat kiegészíthető azzal, hogy 1 mol ecetsavval mindig 1 mol nátrium-hidroxid reagál (és fordítva).
- A jelen feladatlapban nem szerepel az ecetsav képlete, és ebből következően az ecetsav + nátrium-hidroxid = nátrium-acetát + víz szóegyenletnek megfelelő, szabályos kémiai képletekkel felírt reakcióegyenlet sem. Ha a kémiatanár úgy ítéli meg, hogy ezek megismerése az adott osztályban nem okoz problémát (sőt esetleg motiváló hatású), természetesen megtaníthatja.
- Az anyagmennyiség fogalmának és az ecetsav képletének ismeretében az ecetsav moláris tömege is kiszámítható. Ilyenkor akár a vízben oldott 1 csepp borecet közömbösítéséhez szükséges nátrium-hidroxid-oldat cseppjeinek számára vonatkozó számítások is végezhetőek. Ezt azonban kizárólag a tehetség gondozás részeként javasoljuk alkalmazni.
- A fehérborecet címkéjén olvasható összetétel-megadási mód (6 g ecetsav/100 ml) az évtizedekkel ezelőtt használt, „vegyes százalék”, de %-ban csak azonos dimenziójú mennyiségek hányadosát lehet megadni. A tanulókkal meg kell beszélni, hogy mivel a híg vizes oldatok sűrűsége közelítőleg  $1 \text{ g/cm}^3$ , ezek esetében a 100 ml (azaz  $100 \text{ cm}^3$ ) térfogatú oldat tömege 100 grammnak tekinthető. Így ez jó közelítéssel 6 tömegszázalékos oldat ( $w = 6\%$ ).
- A „semlegesítés” fogalma ezen a szinten még nem vezethető be, mivel ahhoz a savi, ill. báziserősség ismerete szükséges. Ezért itt következetesen a „közömbösítés” szót kell használni. A sav + lúg = só + víz séma alapján végbemenő közömbösítés eredménye ugyanis lehet olyan sóoldat, aminek a kémhatása nem semleges (mivel a keletkező só hidrolizál, mint pl. a nátrium-acetát, amely a gyenge savként viselkedő ecetsav sójaként lúgosan hidrolizál).
- A fenolftaleinindikátor használata szándékos. A nátrium-acetát lúgos hidrolízise miatt az ecetsav-meghatározás szabványos eljárása során is ezt alkalmazzák, mivel a fenolftalein átcsapási tartománya a gyengén lúgos pH-tartományban van, de ezt a tanulóknak ezen a szinten természetesen nem kell elmagyarázni.

## 7. Technikai segédlet

- **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként):**
  - fehérborecet (ecetsavtartalom: 6 g ecetsav/100 ml, kb.  $w = 6\%$ )
  - $0,1 \text{ mol/dm}^3$  NaOH-oldat
  - fenolftaleinindikátor-oldat
  - desztillált víz vagy ioncserélt víz (ill. ezek hiányában csapvíz)
  - 2 db kémcső
  - 2 db szemcseppentő vagy Pasteur-pipetta
  - 1 db kémcsőállvány

- 3 db kis főzőpohár (50-100 cm<sup>3</sup>) vagy műanyag pohár (lehetőleg átlátszó)
- 2 db üvegbot (rövid és vékony) vagy műanyag kiskanál, esetleg kávékeverő
- (védőkesztyű)
- (védőszemüveg)

Megjegyzés: Az „ismeretlent” tartalmazó poharak megjelöléséhez alkoholos filctoll szükséges.

#### • Előkészítés

- Ha nincs lehetőség arra, hogy az osztály az óra elején együtt nézze meg a bevezetőben hivatkozott videót (<https://www.youtube.com/watch?v=gOakli6aKEA>, utolsó letöltés: 2017. 07. 10.) akkor ezt az előző órán házi feladatnak kell kijelölni. A megbeszélés során érdekességként megjegyezhető, hogy egy gyakorlott mesterszakács megadja ugyan az összetevők receptben szereplő arányát, de lehet, hogy mérnie azokat nem feltétlenül kell, mert a tapasztalata alapján „szemre” is meg tudja állapítani a szükséges mennyiségeket. Itt föl lehet hívni a figyelmet arra, hogy a természettudományos mérések során viszont nem járhatunk így el.
- A néhány cseppnyi fehérborecet és a fenoltaleinindikátor-oldat feliratozott cseppentőbe felszívva is kiadható. (A vörösborecet használata nem ajánlott, mert a színe zavarhatja a halvány rózsaszín szín megjelenésének észlelését. Másrészt a kerettörténetben is fehérborecet szerepel.)
- A NaOH-oldat feliratozott kémcsőben vagy feliratozott (ill. adott színű) üdítőspalack-kupakban is kiadható.
- A kémcsövek helyett is használhatók fehér üdítőspalack-kupakok.
- Az „A” és „B” jelű poharak lehetnek főzőpoharak helyett műanyag poharak (lehetőleg átlátszó műanyagból, hogy a bennük lévő oldat színe ne csak fölülről, hanem oldalról is látható legyen), de akkor az üvegbotok helyett könnyű műanyag kanalat vagy kávékeverőt kell használni (hogy a poharak ne boruljanak föl).
- Az „A” és a „B” jelű (főző)poharakba minden csoport számára azonos térfogatú, kb. 25-50 cm<sup>3</sup> térfogatú (desztillált vagy ioncserélt) vizet kell tölteni. (Problémafelvető kérdésből kiindulva megbeszélhető a tanulókkal, hogy miért nem kell ismerni a víz pontos térfogatát.) Az egyik pohárba 1 csepp, a másikba 2 csepp fehérborecetet kell csöppenteni, majd az oldatokat megkeverni és a poharakat a megfelelő jellel („A”, ill. „B”) ellátni. Minden csoport esetében föl kell jegyezni, hogy az „A” vagy a „B” jelű pohárban van-e 2 csepp borecet.
- Ha a csoportok nem egyforma cseppentőket kapnak, vagy nem egyforma erővel nyomják meg azokat a cseppentéskor, esetleg a nátrium-hidroxid-oldataiknak csak névleg azonos a koncentrációja, akkor a csoportok mérési eredményei természetesen nagyon különbözők is lehetnek. Az ilyen esetek fölhasználhatók a mérési hibák típusainak és azok okainak ismételtesére.
- Ideális felszereltség esetén az előkészítéshez csoportonként szükséges anyagok és eszközök az alábbi fényképen láthatók:



#### • Balesetvédelem

- Csak arra kell figyelni, hogy a felhasznált anyagokat a tanulók ne kóstolják meg, ill. ne öntsék magukra vagy egymásra.

- **Hulladékkezelés**

- A keletkező hulladékok veszélytelenek, ezért konyhai mosogatóba is kiönthetők.



### Jamie Oliver tökéletes salátaöntete (1. típus: receptszerű változat)

Jamie Oliver, a híres angol mesterszakács sokféle salátaöntetet készít. Nagyon dicséri a szardellás változatot, amelyről magyar fordításban is megtekinthető az interneten egy videó<sup>30</sup>. Ehhez a recepthoz Jamie két evőkanál borecetet használ. Az ételecek jellegzetes ízüket változatos alapanyagaiknak köszönhetik. (Van pl. málnaecet is!) Az erjesztéssel készült ételecek vizes oldatban 3-15% ecetsavat tartalmaznak. Ha épp nincs olyan ecet otthon, amilyenre szükség lenne, akkor helyettesíthetjük más töménységűvel, ám abból nyilván más mennyiség kell. De vajon hogyan mérjük meg, hogy mennyi ecetsavat tartalmaz egy ételcet? Erről szól ez a feladatlap.

1. **Kísérlet:** Öntsetek egy kémcsőbe kevés nátrium-hidroxid-oldatot. Csöppentsetek hozzá 1 csepp fenolftaleinindikátor-oldatot és rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** A színtelen oldat a fenolftalein hozzáadása után ..... színű lesz.

**Magyarázat:** A fenolftalein ezzel a színnel jelzi a nátrium-hidroxid-oldat ..... kémhatását.

2. **Kísérlet:** Öntsetek egy kémcsőbe kevés vizet. Csöppentsetek bele 1 csepp fehérborecetet. Csöppentsetek hozzá 1 csepp fenolftaleint és rázzátok össze.

**Tapasztalat:** A fenolftalein hozzáadása után az oldat színe: .....

**Magyarázat:** Az ételcetben (fehérborecetben, salátaecetben) lévő ecetsav ..... kémhatású.

3. **Kísérlet:** Csöpögtessetek nátrium-hidroxid-oldatot a 2. Kísérlet után megmaradt fenolftaleines ecetoldathoz a maradandó színváltozásig.

**Tapasztalat:** Az oldat színe .....-ról/-ről .....színűre változott.

**Magyarázat:** A nátrium-hidroxid (lúg) reagált az ecetsavval (sav), miközben nátrium-acetát (só) és víz keletkezett: **lúg + sav = só + víz**. Ezt a reakciót **közömbösítésnek** nevezzük. Miután az összes ecetsav elreagált, a fölöslegbe

került nátrium-hidroxid ..... kémhatását a fenolftalein ..... színnel jelzi.

4. **Kísérlet:** Az „A” és a „B” jelű pohárban is ecetoldat van. Ezek úgy készültek, hogy mindkét pohárba azonos térfogatú vizet öntöttünk, majd az egyikbe 1 csepp, a másikba 2 csepp 6%-os fehérborecetet cseppentettünk. Határozzátok meg, **melyik pohárban van 2 csepp ecet!** Adjatok mindkét pohár tartalmához 1-1 csepp fenolftaleint. Csöpögtessetek az „A” jelű pohárba a nátrium-hidroxid-oldatból úgy, hogy számoljátok, hány cseppet adtok hozzá addig, amíg maradandó színt tapasztaltok. Minden csepp nátrium-hidroxid-oldat hozzáadása után keverjétek meg az oldatot. Utána tegyetek ugyanígy a „B” jelű pohárban található oldattal is.

**Tapasztalat:** Az „A” jelű pohár tartalmához .....csepp nátrium-hidroxid-oldatot kellett adni a színváltozásig.

Az „B” jelű pohár tartalmához .....csepp nátrium-hidroxid-oldatot kellett adni a színváltozásig.

**Magyarázat:** A/Az ..... jelű pohárban volt **több ecetsav**, mert ahhoz kellett **több/kevesebb nátrium-**

**hidroxid-oldatot** adni a színváltozásig. Tehát a/az..... jelű pohárban volt 2 csepp 6%-os ecet. Kétszer

akkora mennyiségű ecetsavhoz ..... akkora mennyiségű nátrium-hidroxid kell. Ha nátrium-hidroxid-oldat töménysége (koncentrációja) ismert, akkor abból az ecetsavoldat összetétele is kiszámítható.

Ha egy pohárban **3 csepp 6%-os** ecet lenne, és azzal is elvégeznénk a 4. kísérletet, mi lenne a tapasztalat?

.....

<sup>30</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=gOakli6aKEA> (utolsó letöltés: 2017. 07. 10.)

## Jamie Oliver tökéletes salátaöntete (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

Jamie Oliver, a híres angol mesterszakács sokféle salátaöntetet készít. Nagyon dicséri a szardellás változatot, amelyről magyar fordításban is megtekinthető az interneten egy videó<sup>31</sup>. Ehhez a recepthoz Jamie két evőkanál borecetet használ. Az ételecek jellegzetes ízüket változatos alapanyagaiknak köszönhetik. (Van pl. málnaecet is!) Az erjesztéssel készült ételecek vizes oldatban 3-15% ecetsavat tartalmaznak. Ha épp nincs olyan ecet otthon, amilyenre szükség lenne, akkor helyettesíthetjük más töménységűvel, ám abból nyilván más mennyiség kell. De vajon hogyan mérik meg, hogy mennyi ecetsavat tartalmaz egy ételecet? Erről szól ez a feladatlap.

1. **Kísérlet:** Öntsetek egy kémcsőbe kevés nátrium-hidroxid-oldatot. Csöppentsetek hozzá 1 csepp fenolftaleinindikátor-oldatot és rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** A színtelen oldat a fenolftalein hozzáadása után ..... színű lesz.

**Magyarázat:** A fenolftalein ezzel a színnel jelzi a nátrium-hidroxid-oldat ..... kémhatását.

2. **Kísérlet:** Öntsetek egy kémcsőbe kevés vizet. Csöppentsetek bele 1 csepp fehérborecetet. Csöppentsetek hozzá 1 csepp fenolftaleint és rázzátok össze.

**Tapasztalat:** A fenolftalein hozzáadása után az oldat színe: .....

**Magyarázat:** Az ételecetben (fehérborecetben, salátaecetben) lévő ecetsav ..... kémhatású.

3. **Kísérlet:** Csöpögtessetek nátrium-hidroxid-oldatot a 2. Kísérlet után megmaradt fenolftaleines ecetoldathoz a maradandó színváltozásig.

**Tapasztalat:** Az oldat színe .....-ról/-ről .....színűre változott.

**Magyarázat:** A nátrium-hidroxid (lúg) reagált az ecetsavval (sav), miközben nátrium-acetát (só) és víz keletkezett: **lúg + sav = só + víz**. Ezt a reakciót **közömbösítésnek** nevezzük. Miután az összes ecetsav elreagált, a fölöslegbe

került nátrium-hidroxid ..... kémhatását a fenolftalein ..... színnel jelzi.

4. **Kísérlet:** Az „A” és a „B” jelű pohárban is ecetoldat van. Ezek úgy készültek, hogy mindkét pohárba azonos térfogatú vizet öntöttünk, majd az egyikbe 1 csepp, a másikba 2 csepp 6%-os fehérborecetet cseppentettünk. Határozzátok meg, **melyik pohárban van 2 csepp ecet!** Adjatok mindkét pohár tartalmához 1-1 csepp fenolftaleint. Csöpögtessetek az „A” jelű pohárba a nátrium-hidroxid-oldatból úgy, hogy számoljátok, hány cseppet adtok hozzá addig, amíg maradandó színt tapasztaltok. Minden csepp nátrium-hidroxid-oldat hozzáadása után keverjétek meg az oldatot. Utána tegyetek ugyanígy a „B” jelű pohárban található oldattal is.

**Tapasztalat:** Az „A” jelű pohár tartalmához .....csepp nátrium-hidroxid-oldatot kellett adni a színváltozásig.

Az „B” jelű pohár tartalmához .....csepp nátrium-hidroxid-oldatot kellett adni a színváltozásig.

**Magyarázat:** A/Az ..... jelű pohárban volt **több ecetsav**, mert ahhoz kellett **több/kevesebb nátrium-**

**hidroxid-oldatot** adni a színváltozásig. Tehát a/az..... jelű pohárban volt 2 csepp 6%-os ecet. Kétszer

akkora mennyiségű ecetsavhoz ..... akkora mennyiségű nátrium-hidroxid kell. Ha nátrium-hidroxid-oldat töménysége (koncentrációja) ismert, akkor abból az ecetsavoldat összetétele is kiszámítható.

A 4. kísérlet elvégzésekor **mindkét pohár esetében pontosan ugyanazt az eljárást** kellett követnünk:

- ugyanannyi fenolftaleint csöppentettünk mind a két oldatba, ugyanazzal a cseppentővel;
- ugyanolyan töménységű nátrium-hidroxidot csöpögtettünk hozzájuk, ugyanazzal a cseppentővel;
- ugyanúgy megkevertük az oldatokat minden lúgcsepp után;
- ugyanolyan szín eléréséig csöpögtettük a nátrium-hidroxid-oldatot.

A kísérlet megtervezéséhez az **„egyszerre csak egy tényezőt változtatunk” elvet** használtuk. Az „A” és a „B” jelű poharak esetében egyedül az ecetsavtartalom különbözött, minden más tényező azonos volt. Így csak az ecetsav mennyiségének különbözősége okozhatta azt, hogy a 2 csepp ecet esetében több csepp nátrium-hidroxid-oldat kellett az adott szín eléréséhez. Az **ecetsavtartalom** volt tehát az **egyetlen változó tényező**. Csak ettől **függött**, hogy **milyen térfogatú nátrium-hidroxid-oldatra** volt szükség, mert a **többi tényező állandó** volt.

Ha egy pohárban **3 csepp 6%-os** ecet lenne, és azzal is elvégeznénk a 4. kísérletet, mi lenne a tapasztalat?

<sup>31</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=gOaki6aKEA> (utolsó letöltés: 2017. 07. 10.)

### Jamie Oliver tökéletes salátaöntete (3. típus: kísérlettervező változat)

Jamie Oliver, a híres angol mesterszakács sokféle salátaöntetet készít. Nagyon dicséri a szardellás változatot, amelyről magyar fordításban is megtekinthető az interneten egy videó<sup>32</sup>. Ehhez a recepthoz Jamie két evőkanál borecetet használ. Az ételecek jellegzetes ízüket változatos alapanyagaiknak köszönhetik. (Van pl. málnaecet is!) Az erjesztéssel készült ételecek vizes oldatban 3-15% ecetsavat tartalmaznak. Ha épp nincs olyan ecet otthon, amilyenre szükség lenne, akkor helyettesíthetjük más töménységűvel, ám abból nyilván más mennyiség kell. De vajon hogyan mérik meg, hogy mennyi ecetsavat tartalmaz egy étellecet? Erről szól ez a feladatlap.

1. **Kísérlet:** Öntsetek egy kémcsőbe kevés nátrium-hidroxid-oldatot. Csöppentsetek hozzá 1 csepp fenolftaleinindikátor-oldatot és rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** A színtelen oldat a fenolftalein hozzáadása után ..... színű lesz.

**Magyarázat:** A fenolftalein ezzel a színnel jelzi a nátrium-hidroxid-oldat ..... kémhatását.

2. **Kísérlet:** Öntsetek egy kémcsőbe kevés vizet. Csöppentsetek bele 1 csepp fehérborecetet. Csöppentsetek hozzá 1 csepp fenolftaleint és rázzátok össze.

**Tapasztalat:** A fenolftalein hozzáadása után az oldat színe: .....

**Magyarázat:** Az étellecetben (fehérborecetben, salátaecetben) lévő ecetsav ..... kémhatású.

3. **Kísérlet:** Csöpögtessetek nátrium-hidroxid-oldatot a 2. Kísérlet után megmaradt fenolftaleines ecetoldathoz a maradandó színváltozásig.

**Tapasztalat:** Az oldat színe .....-ról/-ről .....színűre változott.

**Magyarázat:** A nátrium-hidroxid (lúg) reagált az ecetsavval (sav), miközben nátrium-acetát (só) és víz keletkezett: **lúg + sav = só + víz**. Ezt a reakciót **közömbösítésnek** nevezzük. Miután az összes ecetsav elreagált, a fölöslegbe

került nátrium-hidroxid ..... kémhatását a fenolftalein ..... színnel jelzi.

4. **Kísérlet:** Az „A” és a „B” jelű pohárban is ecetoldat van. Ezek úgy készültek, hogy mindkét pohárba azonos térfogatú vizet öntöttünk, majd az egyikbe 1 csepp, a másikba 2 csepp 6%-os fehérborecetet cseppentettünk.

Tervezzetek egy kísérletet, amellyel meghatározzátok, **melyik pohárban van 2 csepp ecet!**

Az „A” és a „B” jelű poharak esetében is mindent pontosan ugyanúgy kell tennetek. **Ugyanazokat az eszközöket és anyagokat (oldatokat)** kell használnotok, és **ugyanolyan műveleteket** kell végeznetek. Tehát a kísérlet megtervezéséhez az „**egyszerre csak egy tényezőt változtatunk**” elvet használjátok. Ha egyedül az **ecetsav mennyisége** különbözik, akkor ez az **egyetlen tényező, ami változik**, ezért ez **okozza a két pohár esetében a különböző tapasztalatokat**. Minden **más tényezőnek állandónak** kell lennie. Az 1.-3. kísérlet alapján **mi lehetne az az eltérő tapasztalat, ami kizárólag az ecetsav mennyiségétől függ?**

**A kísérlet terve:** .....

.....

.....

.....

**Tapasztalat:** .....

.....

**Magyarázat:** .....

.....

Ha egy pohárban **3 csepp 6%-os** ecet lenne, és azzal is elvégeznénk a 4. Kísérletet, mi lenne a tapasztalat?

.....

<sup>32</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=gOakli6aKEA> (utolsó letöltés: 2017. 07. 10.)

### Jamie Oliver tökéletes salátaöntete (tanári változat)

Jamie Oliver, a híres angol mesterszakács sokféle salátaöntetet készít. Nagyon dicséri a szardellás változatot, amelyről magyar fordításban is megtekinthető az interneten egy videó<sup>33</sup>. Ehhez a recepthez Jamie két evőkanál borecetet használ. Az ételecek jellegzetes ízüket változatos alapanyagaiknak köszönhetik. (Van pl. málnaecet is!) Az erjesztéssel készült ételecek vizes oldatban 3-15% ecetsavat tartalmaznak. Ha épp nincs olyan ecet otthon, amilyenre szükség lenne, akkor helyettesíthetjük más töménységűvel, ám abból nyilván más mennyiség kell. De vajon hogyan mérik meg, hogy mennyi ecetsavat tartalmaz egy étellecet? Erről szól ez a feladatlap.

1. **Kísérlet:** Öntsetek egy kémcsőbe kevés nátrium-hidroxid-oldatot. Csöppentsetek hozzá 1 csepp fenolftaleinindikátor-oldatot és rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** A színtelen oldat a fenolftalein hozzáadása után **lila/ciklámen/rózsaszín/bíbor** színű lesz.

**Magyarázat:** A fenolftalein ezzel a színnel jelzi a nátrium-hidroxid-oldat **lúgos** kémhatását.

*Megjegyzések:*

- *A szín megadása a fentiekben feltüntetett kifejezések bármelyikével elfogadható, de a „piros” szín nem megfelelő.*
- *A NaOH-oldat és a fenolftalein mennyiségének nincs jelentősége, mert a színváltozás mindenképp megtörténik.*

2. **Kísérlet:** Öntsetek egy kémcsőbe kevés vizet. Csöppentsetek bele 1 csepp fehérborecetet. Csöppentsetek hozzá 1 csepp fenolftaleint és rázzátok össze.

**Tapasztalat:** A fenolftalein hozzáadása után az oldat színe: **színtelen**.

**Magyarázat:** Az étellecetben (fehérborecetben, salátaecetben) lévő ecetsav **savas** kémhatású.

*Megjegyzések:*

- *A víz és a fenolftalein mennyiségének nincs jelentősége, mert az oldat ecet hatására mindenképp színtelen marad.*
- *Az ecet mennyiségét azonban nem célszerű növelni, mert akkor azzal arányosan nő a 3. Kísérletben a színváltozáshoz szükséges nátrium-hidroxid-oldat cseppjeinek a száma is, és az megnöveli a kísérlethez szükséges időt.*

3. **Kísérlet:** Csöpögtessetek nátrium-hidroxid-oldatot a 2. Kísérlet után megmaradt fenolftaleines ecetoldathoz a maradandó színváltozásig.

**Tapasztalat:** Az oldat színe ~~színtelen~~ **színtelen-ról** **lila/ciklámen/rózsaszín** színűre változott.

**Magyarázat:** A nátrium-hidroxid (lúg) reagált az ecetsavval (sav), miközben nátrium-acetát (só) és víz keletkezett: **lúg + sav = só + víz**. Ezt a reakciót **közömbösítésnek** nevezzük. Miután az összes ecetsav elreagált, a fölöslegbe került nátrium-hidroxid **lúgos** kémhatását a fenolftalein **lila/ciklámen/rózsaszín/bíbor** színnel jelzi.

*Megjegyzések:*

- *Ismert, hogy a gyenge savak erős bázissal történő titrálásakor a végpont helyes megállapítása úgy történik, hogy azt a mérőoldat térfogatot kell leolvasni, amely esetében a fenolftalein halvány rózsaszín színe megjelenik, majd kb. 1 percen belül eltűnik (a levegőből beoldódó szén-dioxid miatt). A titrálás fenti módon történő modellezése során is eltűnhet a rózsaszín szín, ami a tanulók számára a szén-dioxid beoldódásával magyarázható. A jelen esetben azonban célszerű mindkét oldatot „túltitrálni” a megmaradó lila színig, mert a magyarázatban a fölöslegbe került nátrium-hidroxid által okozott színről van szó.*

4. **Kísérlet:** [Csak az 1. és a 2. típusú csoportoknak!] Az „A” és a „B” jelű pohárban is ecetoldat van. Ezek úgy készültek, hogy mindkét pohárba azonos térfogatú vizet öntöttünk, majd az egyikbe 1 csepp, a másikba 2 csepp 6%-os fehérborecetet cseppentettünk. Határozzátok meg, **melyik pohárban van 2 csepp ecet!** Adjatok mindkét pohár tartalmához 1-1 csepp fenolftaleint. Csöpögtessetek az „A” jelű pohárba a nátrium-hidroxid-oldatból úgy, hogy számoljátok, hány cseppet adtok hozzá addig, amíg maradandó szint tapasztaltok. Minden csepp nátrium-hidroxid-oldat hozzáadása után keverjétek meg az oldatot. Utána tegyetek ugyanígy a „B” jelű pohárban található oldattal is.

**Tapasztalat:** Az „A” jelű pohár tartalmához **16** csepp nátrium-hidroxid-oldatot kellett adni a színváltozásig.

Az „B” jelű pohár tartalmához **8** csepp nátrium-hidroxid-oldatot kellett adni a színváltozásig.

**Magyarázat:** ~~Az „A”~~ „A” jelű pohárban volt több ecetsav, mert ahhoz kellett **több/kevesebb** nátrium-

<sup>33</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=gOaki6aKEA> (utolsó letöltés: 2017. 07. 10.)

hidroxid-oldatot adni a színváltozásig. Tehát ~~a~~ az „A” jelű pohárban volt 2 csepp 6%-os ecetecet. Kétszer akkora mennyiségű ecetsavhoz **kétszer** akkora mennyiségű nátrium-hidroxid kell. Ha nátrium-hidroxid-oldat töménysége (koncentrációja) ismert, akkor abból az ecetsavoldat összetétele is kiszámítható.

*Megjegyzések:*

- A cseppek pontos száma nyilván függhet a felhasznált anyagoktól és eszközöktől. Ezért a kísérleteket természetesen ki kell próbálni a tanuló-kísérleti óra előtt.
- Ha nem minden csoport kapja ugyanazt az eredményt, akkor ki lehet használni az alkalmat a mérési hiba fogalmának és típusainak ismételtesére (ld. 1. feladatlap: A mi világunk – a részecskék világa, készült a Magyar Tudományos Akadémia Tantárgypedagógiai Kutatási Programja keretében, 2016-2020, MTA-ELTE Kutatásalapú Kémia-tanítás Kutatócsoport<sup>34</sup>).
- A helyes és a helytelen válaszok jelölésének módja a tanárra van bízva. A helytelen válasz áthúzása azért javasolt, mert akkor a helyes, folytatólagosan olvasható szöveg marad a feladatlapon. A korábbi tapasztalatok alapján azonban sok tanuló megszokásból ragaszkodik a helyes válasz aláhúzásához. Ez is elfogadható, ha a helytelen válasz jelenléte utána nem zavarja a szöveg értelmezését. Akár a két módszer kombinációja is alkalmazható, vagy be is lehet keretezteni a helyes választ.
- Az alábbi fényképen láthatók az elvégzett kísérletek eredményeként keletkezett oldatok:



Ha egy pohárban **3 csepp 6%-os** ecet lenne, és azzal is elvégeznénk a 4. kísérletet, mi lenne a tapasztalat? **24 csepp nátrium-hidroxid-oldatot kellene adni a színváltozásig.**

**[Csak a 2. típusú csoportoknak!]**

A 4. kísérlet elvégzésekor **mindkét pohár esetében pontosan ugyanazt az eljárást** kellett követnünk:

- ugyanannyi fenolftaleint csöppentettünk mind a két oldatba, ugyanazzal a cseppentővel;
- ugyanolyan töménységű nátrium-hidroxidot csöppentettünk hozzájuk, ugyanazzal a cseppentővel;
- ugyanúgy megkevertük az oldatokat minden lúgcsepp után;
- ugyanolyan szín eléréséig csöppentettük a nátrium-hidroxid-oldatot.

A kísérlet megtervezéséhez az „**egyszerre csak egy tényezőt változtatunk**” elvet használtuk. Az „A” és a „B” jelű poharak esetében egyedül az ecetsavtartalom különbözött, minden más tényező azonos volt. Így csak az ecetsav mennyiségének különbözősége okozhatta azt, hogy a 2 csepp ecet esetében több csepp nátrium-hidroxid-oldat kellett az adott szín eléréséhez. Az **ecetsavtartalom** volt tehát az **egyetlen változó tényező**. Csak ettől **függött**, hogy **milyen térfogatú nátrium-hidroxid-oldatra** volt szükség, mert a **többi tényező állandó** volt.

<sup>34</sup> <http://ttomc.elte.hu/kiadvany/az-mta-elte-kutatasalapu-kemiatanitas-kutato-csoport-publikacioi>  
(2017.09.02.)

4. Kísérlet: **[Csak a 3. típusú csoportoknak!]** Az „A” és a „B” jelű pohárban is ecetoldat van. Ezek úgy készültek, hogy mindkét pohárba azonos térfogatú vizet öntöttünk, majd az egyikbe 1 csepp, a másikba 2 csepp 6%-os fehérborecetet cseppentettünk.

Terveztek egy kísérletet, amellyel meghatározzátok, **melyik pohárban van 2 csepp ecet!**

Az „A” és a „B” jelű poharak esetében is mindent pontosan ugyanúgy kell tennetek. **Ugyanazokat az eszközöket és anyagokat (oldatokat) kell használnotok, és ugyanolyan műveleteket kell végeznetek.** Tehát a kísérlet megtervezéséhez az **„egyszerre csak egy tényezőt változtatunk”** elvet használjátok. Ha egyedül az **ecetsav mennyisége** különbözik, akkor ez az **egyetlen tényező, ami változik**, ezért ez **okozza a két pohár esetében a különböző tapasztalatokat.** Minden más tényezőnek **állandónak** kell lennie. Az 1.-3. kísérlet alapján **mi lehetne az az eltérő tapasztalat, ami kizárólag az ecetsav mennyiségétől függ?**

**A kísérlet terve: Mindkét pohár tartalmához 1-1 csepp fenolftaleint adunk. Az „A” jelű pohárba a maradandó színig csöpögtetünk nátrium-hidroxid-oldatot, és megszámloljuk a hozzáadott cseppek számát. Minden csepp lúg hozzáadása után megkeverjük az oldatot. A „B” jelű pohárban található oldattal ugyanezt tesszük.**

**Tapasztalat: Az „A” jelű pohár tartalmához 16 csepp nátrium-hidroxid-oldatot kellett adni a színváltozásig. A „B” jelű pohár tartalmához 8 csepp nátrium-hidroxid-oldatot kellett adni a színváltozásig.**

**Magyarázat: Az „A” jelű pohárban volt 2 csepp ecet, mert ahhoz kellett több nátrium-hidroxid-oldatot adni a színváltozásig.**

*Megjegyzések:*

- *Izgalmasabb a kísérlet, ha nem minden csoportnak ugyanabban a jelű pohárban van a 2 csepp ecet. A tanár jegyezze föl magának, hogy melyik csoportnak melyik jelű pohárban van több ecet, és az alapján meg tudja mondani az egyes csoportoknak, hogy helyes-e a kísérletekből levont következtetésük.*
- *A tehetség gondozás részeként problémamegoldó feladatként fölvehető, hogy nagyjából reális-e az az eredmény, hogy 1 csepp fehérborecettel kb. 8 csepp  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú NaOH-oldat reagál. Ha  $100 \text{ cm}^3$  fehérborecetben 6 g tiszta ecetsav lenne, akkor  $1000 \text{ cm}^3$  fehérborecetben éppen 60 g, azaz 1 mol volna az ecetsav mennyisége. Tehát a koncentrációja tízszerese lenne a  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú NaOH-oldatnak. Mivel 1 mol ecetsavval 1 mol NaOH reagál, tízszeres térfogat lúgoldatra lenne szükség (1 csepp borecethez tehát 10 csepp ilyen lúgoldatra). A 8 csepp ennél kevesebb, amit valószínűleg az okoz, hogy 1 csepp folyadék bemérésekor nagy a mérési hiba. Ha van rá idő, akkor érdekes és tanulságos megbeszélni a hibák lehetséges okait (nem pontosan a megadott összetételű a NaOH-oldat, nem pontosan ugyanakkora cseppeket sikerült csöppenteni, esetleg eltévesztettük a számolást stb.). Az ecetsav párolgásának hatása az ilyen híg oldatokban, ezekkel az eszközökkel és anyagokkal mérve valószínűleg nem okoz észlelhető hibát.*

# 8. feladatlap: A fémek harca<sup>35</sup>

(Az első változatot készítette: Bárány Zsolt Béla)

## Módszertani útmutató

**1. Téma:** Fémek reakcióképessége, a reakcióképességi sor, fémek reakciói vízzel, híg savakkal, egymás ionjaival (új tananyag)

**2. Felhasználás:** 8. osztály, 45 perces tanóra

**3. Szükséges előzetes ismeretek:**

- A fémek és fémvegyületek előfordulása és szerepe a környezetünkben.
- Sav-bázis indikátorok, a fenolftaleinindikátor lúgos közegben lila/ciklámen/rózsaszín/bíbor, semleges és savas közegben színtelen.
- A kémiai jelrendszer alapjai (vegyjel, képlet, egyenlet).

**4. Célok:**

- Motiváció: a kíváncsiság felkeltése a környezetünkben lévő anyagok tulajdonságainak és viselkedésük szabályszerűségeinek megértése iránt.
- Ismételés: fémek általános jellemzői, valamint eltérések a fizikai tulajdonságokban (pl. színbeli különbség)
- A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
- A logikus gondolkodás, az induktív következtetés és szabályszerűségek alapján való deduktív előrejelzés gyakorlása.
- A 2. és a 3. csoport diákjai esetében az algoritmikus gondolkodás alkalmazása a kísérlettervezés során.

**5. Tananyag:**

- **Ismeret szint:**
  - A fémek általában szürke színű, szilárd anyagok, a réz vöröses színű, az arany sárga, a higany szobahőmérsékleten folyadék.
  - Az oldatok kémhatását a sav-bázis indikátorok adott színekkel jelzik.
- **Megértés szint:**
  - Az oldat kémhatásának változásakor változik/változhat a sav-bázis indikátor színe.
  - A fémek reakcióképességük függvényében reagálhatnak vízzel, illetve híg savakkal, miközben gáz fejlődik.
  - Vízzel csak a legreakcióképesebb fémek reagálnak.
  - Híg savakkal a közepes reakcióképességű fémek is reagálnak.
  - A fémek reakcióba tudnak lépni a náluk kevésbé reakcióképes fémek vegyületeit tartalmazó oldatokkal. Ilyenkor a reakcióképesebb fém egy vegyület alkotórészeként oldatba megy, miközben a kevésbé reakcióképes fém elemi formában kiválik az oldatból.
  - A fémek reakcióképességük alapján „reakcióképességi sor”-ba rendezhetők, pl. a reakcióképességük balról jobbra haladva egyre csökken.

---

<sup>35</sup> A jelen feladatlap témájához hasonló feladatlap található itt: Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához, in: Szalay L. szerk., (2016), Kémiai kísérletek az általános iskolákban (digitális jegyzet), 3. fejezet, 3.7. „Melyik fém az »erősebb«?”, 190-194., ISBN 978-963-284-733-7, [http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai\\_kiserletek\\_altalanos\\_iskolakban\\_0.pdf](http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai_kiserletek_altalanos_iskolakban_0.pdf) (2017.08.18.) A másik, hasonló témájú feladatlap szerzői és címe: Balogné Pálfy Zsuzsanna, Borbás Réka dr., Magyar Csabáné, Nagy Réka, Dr. Szalay Luca: A korrózió vasfoga (IBST feladatsor – A fémek korróziója), elérhetősége: <http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/fellap.html> (2017.08.18.)

- A reakcióképességi sornak a hidrogén is tagja, mert azt is „kiszoríthatják” (elemi formában, azaz hidrogéngázként) a vegyületeiből.
  - A reakcióképességi sor segít előre jelezni azt, hogy egy adott fém reakciója lejátszódik-e.
  - A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében annak megértése, hogy hogyan lehetett a reakcióképességi sor használatával és logikusan gondolkodva megoldani az utolsó kísérletben megfogalmazott természettudományos problémát.
- **Alkalmazás szint:**
    - A fémek reakcióképességi sorának alkalmazása annak előrejelzésére, hogy egy adott fém reakcióba lép-e egy másik fémvegyület oldatával, vagy vízzel, illetve egy savval.
  - **Magasabb rendű műveletek szintje:**
    - A 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében a megismert ténybeli tudás és a megértett összefüggések használata egy természettudományos problémamegoldás során.

## 6. Módszertani megfontolások:

- A jelen feladatlap célja megmutatni azt, hogy az egyes fémek eltérő reakcióképességűek. A reakciók intenzitása vagy éppen hiánya alapján a fémek sorba rendezhetőek. A reakcióképességi sor megismerésének az az értelme, hogy alkalmazásával előre jelezhető, mely reakciók játszódnak le, és melyek nem.
- A feladatlapok kipróbálása során sok kolléga jelezte, hogy a Cu-csoportok nagyon szomorúak voltak amiatt, hogy ők nem tapasztaltak semmilyen változást. Ennek a problémának a megoldására többféle javaslatot is tettek a tanár kollégák:
  - A feladatlapokat változatlanul végeztetjük el, és levonjuk a tanulságot, hogy a réz valóban félnemes fém, mert elég nehéz reakcióba vinni. (Remélhetőleg emiatt a tanulók megjegyzik, hogy a réz nem reagál sósavval.)
  - A feladatlapokat változatlanul végeztetjük el, de a Cu-csoportoknak adunk egy plusz kísérletet is (esetleg a következő órán). Ennek során ők ezüst-nitrát-oldatba helyezhetnek fém rezet, és akkor megfigyelhetik az ezüst kiválását. Ez megvizsgálja őket, és egyúttal további lehetőséget nyújt a fémek reakcióképességi sorának a használatára.
  - A (nem kísérlettervező) feladatlapokat meg lehet próbálni úgy átdolgozni, hogy a vasat minden csoport a saját csoportnévben lévő fém ionjának az oldatába teszi. Ekkor a Cu-csoport tapasztal fémkiválást.
- Sajnos a nagy létszámú osztályokban egy tanárnak nagyon nehéz koordinálni az olyan csoportmunkát, amelynek során a csoportok más-más kísérleteket végeznek. Egyforma kísérletek végzésekor azonban kevesebb kísérlet végezhető el, és ezáltal sokkal kevésbé meggyőző a fémek reakcióképességi sorban elfoglalt helyének igazolása.
- Időtakarékos megoldás lehet az, ha a nem kísérlettervező feladatlapokon a 3. és a 4. kísérletet egyszerre végzik el a tanulók.
- A feladatlapban szándékosan kerültük a redukálóképesség, illetve a redukálósor kifejezéseket. Ugyan a 7. évfolyam utolsó tanóráinak egyikében előkerül a redukció, valamint az oxidáció fogalma, ám ott még ezeket a fogalmakat csak az oxigénátmenet alapján kell magyarázni. A „redukálósor” ezen a szinten úgy értelmezhető, hogy egy fém redukálni képes a nála a sorban jobbra elhelyezkedő fém oxidját (amennyiben a reakcióképességi sort úgy ábrázoljuk, hogy a reakcióképesség balról jobbra csökken). Látványos példa erre az alumíniumtermít-reakció, amely során a reakcióképesebb alumínium kiszorítja a vasat az oxidjából. A reakcióképesebb fém tehát a vegyületbe kerül, a kevésbé reakcióképes pedig elemi fémként kiválik. E modell szerint viszont a fémek savakkal, illetve más fémionokkal való reakcióját nem lehet redoxireakcióként értelmezni. Tagozatos, illetve tehetség gondozás céljából kiválasztott tanulókból álló osztályban, az elektronátmenet bevezetését követően, azonban lehetséges a redukálósor kifejezés alkalmazása is a feladatlapon szereplő kísérletek magyarázata során.
- Természetesen 8. osztályban nem szükséges (sőt ellenjavallt!) a standardpotenciál fogalmának bevezetése. A későbbi tanulmányok során azonban meg kell majd teremteni a logikai kapcsolatot a fémek reakcióképességi sora és a standardpotenciál-táblázat között.



- A kémiai szimbólumrendszer (vegyjelek, képletek és reakcióegyenletek) használatának gyakorlásaként érdemes a szóegyenletekkel és képletekkel/vegyjelekkel is felírni a végbement reakciók egyenletét.

## 7. Technikai segédlet:

- **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként) (1. és 2. típusú feladatlap esetén):**
  - **„Zn-csoport”**
    - tálca
    - kémcsőállvány
    - edényben granulált cink (4 db elvileg elég)
    - csipesz
    - 6 db feliratozott kémcsőben 2-2 ujjnyi folyadék
      - 1. fenolftaleines desztillált víz
      - 2. háztartási sósav (kb. 10 tömegszázalékos sósav)
      - 3. kb. 1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú MgCl<sub>2</sub>-oldat (bármilyen Mg<sup>2+</sup>-oldat jó)
      - 4. kb. 1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú CuSO<sub>4</sub>-oldat (bármilyen Cu<sup>2+</sup>-oldat jó)
      - 5. háztartási sósav (kb. 10 tömegszázalékos sósav)
      - 6. kb. 1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú MgCl<sub>2</sub>-oldat (bármilyen Mg<sup>2+</sup>-oldat jó)
    - borszeszégő
    - gyufa
    - kémcsőfogó
    - edényben 2 db fényesre csiszolt kb. 5 cm hosszú vasszeg
    - dörzspapír
    - (védőkesztyű és védőszemüveg)



- **„Mg-csoport”**
  - tálca
  - kémcsőállvány
  - edényben magnéziumszalag darabka (4 db elvileg elég)
  - csipesz
  - 6 db feliratozott kémcsőben 2-2 ujjnyi folyadék
    - 1. fenolftaleines desztillált víz
    - 2. háztartási sósav (kb. 10 tömegszázalékos sósav)
    - 3. kb. 1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú ZnSO<sub>4</sub>-oldat (bármilyen Zn<sup>2+</sup>-oldat jó)
    - 4. kb. 1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú CuSO<sub>4</sub>-oldat (bármilyen Cu<sup>2+</sup>-oldat jó)
    - 5. háztartási sósav (kb. 10 tömegszázalékos sósav)

- 6. kb. 1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú ZnSO<sub>4</sub>-oldat (bármilyen Zn<sup>2+</sup>-oldat jó)
- borszeszégő
- gyufa
- kémcsőfogó
- edényben 2 db fényesre csiszolt kb. 5 cm hosszú vasszeg
- dörzspapír
- (védőkesztyű és védőszemüveg)



○ „Cu-csoport”

- tálca
- kémcsőállvány
- edényben vörösrézdrót darabka (4 db elvileg elég)
- csipesz
- 6 db feliratozott kémcsőben 2-2 ujjnyi folyadék
  - 1. fenolftaleines desztillált víz
  - 2. háztartási sósav (kb. 10 tömegszázalékos sósav)
  - 3. kb. 1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú ZnSO<sub>4</sub>-oldat (bármilyen Zn<sup>2+</sup>-oldat jó)
  - 4. kb. 1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú MgCl<sub>2</sub>-oldat (bármilyen Mg<sup>2+</sup>-oldat jó)
  - 5. háztartási sósav (kb. 10 tömegszázalékos sósav)
  - 6. kb. 1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú ZnSO<sub>4</sub>-oldat (bármilyen Zn<sup>2+</sup>-oldat jó)
- borszeszégő
- gyufa
- kémcsőfogó
- edényben 2 db fényesre csiszolt kb. 5 cm hosszú vasszeg
- dörzspapír
- (védőkesztyű és védőszemüveg)



- **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként) (3. típusú feladatlap esetén):**
  - „Zn-csoport”
    - tálca
    - kémcsőállvány
    - edényben granulált cink (4 db elvileg elég)
    - csipesz
    - 6 db üres kémcső
    - 4 db feliratozott főzőpohárban a következő oldatok (mindegyikből kb. 20 cm<sup>3</sup>)
      - fenolftaleines desztillált víz
      - háztartási sósav (kb. 10 tömegszázalékos sósav)
      - kb. 1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú MgCl<sub>2</sub>-oldat (bármilyen Mg<sup>2+</sup>-oldat jó)
      - kb. 1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú CuSO<sub>4</sub>-oldat (bármilyen Cu<sup>2+</sup>-oldat jó)
    - borszeszegő
    - gyufa
    - kémcsőfogó
    - edényben 2 db fényesre csiszolt kb. 5 cm hosszú vasszeg
    - dörzspapír
    - (alkoholos filctoll)
    - (védőkesztyű és védőszemüveg)



- „Mg-csoport”
  - tálca
  - kémcsőállvány
  - edényben magnéziumszalag darabka (4 db elvileg elég)
  - csipesz
  - 6 db üres kémcső
  - 4 db feliratozott főzőpohárban a következő oldatok (mindegyikből kb. 20 cm<sup>3</sup>)
    - fenolftaleines desztillált víz
    - háztartási sósav (kb. 10 tömegszázalékos sósav)
    - kb. 1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú ZnSO<sub>4</sub>-oldat (bármilyen Zn<sup>2+</sup>-oldat jó)
    - kb. 1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú CuSO<sub>4</sub>-oldat (bármilyen Cu<sup>2+</sup>-oldat jó)
  - borszeszegő
  - gyufa
  - kémcsőfogó
  - edényben 2 db fényesre csiszolt kb. 5 cm hosszú vasszeg
  - dörzspapír
  - (alkoholos filctoll)
  - (védőkesztyű és védőszemüveg)



- „Cu-csoport”
  - tálca
  - kémcsőállvány
  - edényben vörösrézdrót darabka (4 db elvileg elég)
  - csipesz
  - 6 db üres kémcső
  - 4 db feliratozott főzőpohárban a következő oldatok (mindegyikből kb. 20 cm<sup>3</sup>)
    - fenolftaleines desztillált víz
    - háztartási sósav (kb. 10 tömegszázalékos sósav)
    - kb. 1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú ZnSO<sub>4</sub>-oldat (bármilyen Zn<sup>2+</sup>-oldat jó)
    - kb. 1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú MgCl<sub>2</sub>-oldat (bármilyen Mg<sup>2+</sup>-oldat jó)
  - borszeszegő
  - gyufa
  - kémcsőfogó
  - edényben 2 db fényesre csiszolt kb. 5 cm hosszú vasszeg
  - dörzspapír
  - (alkoholos filctoll)
  - (védőkesztyű és védőszemüveg)



- **Előkészítés:**
  - Célszerű lehetőség szerint azonos számú „Zn-csoport”-os, „Mg-csoport”-os, illetve „Cu-csoport”-os tálcat előkészíteni, az egyes csoportokat pedig úgy elhelyezni a teremben, hogy könnyen megtekinthessék a másik két csoport eredményeit.
  - Ha ki van téve a teremben a falra a fémek reakcióképességi sora, akkor a nem kísérlettervező feladatlapot megoldó diákok használhatják azt a tapasztalatok előrejelzésére, illetve azok magyarázatakor. Ha pedig a kísérlettervező feladatlapot megoldó tanulók észreveszik, hogy a válasz a falon lévő reakcióképességi sorról leolvasható, akkor át lehet fogalmazni úgy a feladatot, hogy bizonyítsák be kísérleti úton azt, hogy tényleg ott helyezkedik el a vas, ahol látják.
  - Jelen formájukban mindhárom típusú feladatlap elfér egy A4 lap 2 oldalára. Ha átszerkesztés után kettőnél több oldalas lenne, akkor érdemes nyomtatás előtt oldalszámot beszúrni rá.
  - Az első kísérletnél melegíteni is szükséges, így ott mindenképpen kémcsőben kell dolgozni. A többi kísérletnél fehér színű (vagy átlátszó) műanyag kupak vagy festőpaletta is megfelelő

lehet. Színes edény nem felel meg, mert abban nem feltétlenül fog a fenolftalein színe jól látszani.

- Bár kémiaórán a víz desztillált (vagy ioncserélt) vizet jelöl, valójában ebben a kísérletben a csapvíz is megfelelő.
- Az erősen korrodeálódott fémek felületét már az előkészítés során alaposan meg kell tisztítani dörzspapírral. Az előzetesen fényesre csiszolt vasszegeket érdemes a tálcára helyezés előtt is dörzspapírral alaposan átdörzsölni.
- A **3. típusú feladatlap esetén** a főzőpohár helyett átlátszó kis üdítő (pálinkás) pohár is megfelelő.

- **Balesetvédelem**

- Arra kell figyelni, hogy a felhasznált anyagokat a tanulók ne kóstolják meg, illetve ne öntsék magukra vagy egymásra.
- A nyílt láng (borszeszegő) használata előtt át kell ismételni a vonatkozó balesetvédelmi szabályokat. A hosszú hajú tanulók haja legyen összefogva és semmilyen éghető anyag ne kerüljön a láng közelébe. A borszeszegő meggyújtása után a tanulók helyezték a használt gyufát egy hamutálcára vagy óraüvegre. Amikor nincs szükség a lángra, azonnal el kell oltani az égőt. A tanulók ügyeljenek arra, hogy a forró kémcső ne égesse meg őket.

- **Hulladékkezelés**

- A keletkező hulladékok közül a cink- és rézionokat tartalmazókat külön edényben kell összegyűjteni, a többit szabadon a lefolyóba lehet önteni.

### A fémek harca (1. típus: receptszerű változat)

A „Harry Potter és a bölcsek kövé”-ben is szereplő „bölcsek követ” az alkimisták évezredekig keresték. Meggyőződésük szerint ez egyes fémeket arannyá változtatott volna. Hitüket az is táplálta, hogy ha rézvegyületeket tartalmazó bányavizekbe vasszerszámok kerültek, akkor úgy tűnt, hogy a vas rézzé változott. Már tudjuk, hogy **nem ez történt**. Hanem a **vas, reakcióképesebb lévén a réznél, „kiszorította” a rézet a vegyületéből**. Így a vas vegyület formájában oldatba ment, a réz pedig elemi fém formájában kivált az oldatból. A fémek tehát olyan **sorba rendezhetők**, ahol a **reakcióképesség egy adott irányba haladva csökken**. Ennek a sornak a hidrogén is tagja, mert az **elemi hidrogént is „kiszoríthatják” egyes fémek a vegyületeiből**. A **reakcióképességi sor segít** minket annak eldöntésében, hogy **mely reakciók játszódnak le és melyek nem**.

A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy ~~húzd át~~ a hibás szövegrészt.

#### 1. Kísérlet:

A „Zn-csoport” a **cink**, a „Mg-csoport” a **magnézium**, a „Cu-csoport” a **réz** reakcióját vizsgálja **vízzel**. A tálcatokon lévő fémből 1 darabot tegyetek előbb kémcsőben lévő hideg fenolftaleines vízbe, majd melegítsék meg a kémcső tartalmát. Írjátok fel és osszátok meg a másik két csoporttal a tapasztalataitokat.

#### Tapasztalatok:

Zn-csoport: A **cink** (vegyjele: Zn) hatására a **hideg** fenolftaleines víz színe **színtelen/rózsaszín** lett.

A **cink** (vegyjele: Zn) hatására a **meleg** fenolftaleines víz színe **színtelen/rózsaszín** lett.

Mg-csoport: A **magnézium** (vegyjele: Mg) hatására a **hideg** fenolftaleines víz színe **színtelen/rózsaszín** lett.

A **magnézium** (vegyjele: Mg) hatására a **meleg** fenolftaleines víz színe **színtelen/rózsaszín** lett.

Cu-csoport: A **réz** (vegyjele: Cu) hatására a **hideg** fenolftaleines víz színe **színtelen/rózsaszín** lett.

A **réz** (vegyjele: Cu) hatására a **meleg** fenolftaleines víz színe **színtelen/rózsaszín** lett.

#### Magyarázatok:

Ha a fém **reagál** a vízzel, akkor a fenolftalein ..... színe jelzi a ..... kémhatást.

Zn-csoport: A **Zn reagált/nem reagált** a **hideg** vízzel és **reagált/nem reagált** a **meleg** vízzel.

Mg-csoport: A **Mg reagált/nem reagált** a **hideg** vízzel és **reagált/nem reagált** a **meleg** vízzel.

Cu-csoport: A **Cu reagált/nem reagált** a **hideg** vízzel és **reagált/nem reagált** a **meleg** vízzel.

Írd le az egyetlen **lejátszódot** reakció egyenletét: .....

**Következtetés:** A három fém közül a ..... **reakcióképesebb**, mint a ..... és a ..... . Tehát, ha a reakcióképességi sorban a **reakcióképesség balról jobbra csökken**, akkor tőlük **balra/jobbra** van.

#### 2. Kísérlet:

A „Zn-csoport” a **Zn**, a „Mg-csoport” a **Mg**, a „Cu-csoport” a **Cu** reakcióját vizsgálják **sósavval**.

A tálcatokon lévő fémből 1 darabot tegyetek háztartási (10 tömegszázalékos) sósavat tartalmazó kémcsőbe.

Írjátok fel és osszátok meg a másik két csoporttal a tapasztalataitokat.

#### Tapasztalatok:

Zn-csoport: A **Zn** hatására a **sósavban pezsgés volt/nem volt**.

Mg-csoport: A **Mg** hatására a **sósavban pezsgés volt/nem volt**.

Cu-csoport: A Cu hatására a sósavban pezsgés volt/nem volt.

#### Magyarázatok:

Ha a fém **reagál** a sósavval, akkor a pezsgés jelzi a ..... gáz fejlődését.

Zn-csoport: A Zn **reagált/nem reagált** sósavval.

Mg-csoport: A Mg **reagált/nem reagált** sósavval.

Cu-csoport: A Cu **reagált/nem reagált** sósavval.

Írd le a két lejátszódott reakció egyenletét:

.....

.....

#### Következtetések:

A ..... és a ..... kiszorították a **hidrogént** a vegyületéből (a sósavból), tehát a reakcióképességi sorban a hidrogéntől **balra/jobbra** vannak. A reakcióképességi sorban a hidrogéntől **balra/jobbra** álló fémek **híg savakban oldódnak**.

Tehát a Zn, a Mg, a Cu és a H **csökkenő reakcióképesség szerinti sorrendje**: ..... > ..... > ..... > .....

#### 3. Kísérlet:

A „Zn-csoport” a **Zn**, a „Mg-csoport” a **Mg**, a „Cu-csoport” a **Cu** reakcióját vizsgálják a **másik két fém vegyületének oldatával**. A kísérletek elvégzése előtt **próbáljátok előre jelezni**, hogy melyik fém melyik másik fém/fémek vegyületeinek oldatával reagál. Gondoljatok a **reakcióképességük** korábban meghatározott **sorrendjére!** Utána **tegyétek** a tálcákon lévő fémből 1-1 darabot a másik két fém vegyületeinek oldatába. Írjátok fel és osszátok meg a másik két csoporttal a tapasztalataitokat.

#### Tapasztalatok:

|                           | cink-szulfát-oldat                       | magnézium-klorid-oldat                   | réz-szulfát-oldat                        |
|---------------------------|--|--|--|
| „Zn-csoport”<br>cink      |  | előrejelzés:<br><b>reagál/nem reagál</b> | előrejelzés:<br><b>reagál/nem reagál</b> |
|                           |  | tapasztalat:                             | tapasztalat:                             |
| „Mg-csoport”<br>magnézium | előrejelzés:<br><b>reagál/nem reagál</b> |  | előrejelzés:<br><b>reagál/nem reagál</b> |
|                           | tapasztalat:                             |  | tapasztalat:                             |
| „Cu-csoport”<br>réz       | előrejelzés:<br><b>reagál/nem reagál</b> | előrejelzés:<br><b>reagál/nem reagál</b> |  |
|                           | tapasztalat:                             | tapasztalat:                             |  |

**Magyarázat:** A sorban **balra** lévő fém **reagálni képes/nem képes reagálni** a tőle **jobbra** lévő fémek ionjaival.

#### 4. Kísérlet:



Azt akarjuk eldönteni, hogy a **vas (Fe)** az alábbi reakcióképességi sorban az **1.**, a **2.** vagy a **3.** sorszámmal jelzett helyen van-e.

K Ca **1.** Mg Al Zn **2.** Co Ni Sn Pb H Cu Ag **3.** Au

1. lépés: Tegyétek az egyik vasszeget sósavba.

2. lépés: „Zn-csoport”: Tegyétek a másik vasszeget magnézium-klorid-oldatba.

„Mg-csoport” és „Cu-csoport”: Tegyétek a másik vasszeget cink-szulfát-oldatba.

#### Tapasztalatok:

1. lépés:

.....

2. lépés:

.....

#### Magyarázatok:

1. lépés:

.....

2. lépés:

.....

Keretezzétek be a jó választ! A **vas (Fe)** a(z) **1. 2. 3.** sorszámú helyen található a fenti reakcióképességi sorban.

#### Házi feladat

Hogyan lehetne vajon egy vaskoronából aranynak látszó koronát készíteni?

.....

.....

## A fémek harca (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

A „Harry Potter és a bölcsek kövé”-ben is szereplő „bölcsek követ” az alkimisták évezredekig keresték. Meggyőződésük szerint ez egyes fémeket arannyá változtatott volna. Hitüket az is táplálta, hogy ha rézvegyületeket tartalmazó bányavizekbe vasszerszámok kerültek, akkor úgy tűnt, hogy a vas rézzé változott. Már tudjuk, hogy **nem ez történt**. Hanem a **vas, reakcióképesebb lévén a réznél, „kiszorította” a rézet a vegyületéből**. Így a vas vegyület formájában oldatba ment, a réz pedig elemi fém formájában kivált az oldatból. A fémek tehát olyan **sorba rendezhetők**, ahol a **reakcióképesség egy adott irányba haladva csökken**. Ennek a sornak a hidrogén is tagja, mert az **elemi hidrogént is „kiszoríthatják” egyes fémek** a vegyületeiből. A **reakcióképességi sor segít** minket annak eldöntésében, hogy **mely reakciók játszódnak le és melyek nem**.

A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy ~~húzd át~~ a hibás szövegrészt.

### 1. Kísérlet:

A „Zn-csoport” a **cink**, a „Mg-csoport” a **magnézium**, a „Cu-csoport” a **réz** reakcióját vizsgálják **vízzel**. A tálcákon lévő fémből 1 darabot tegyetek előbb kémcsőben lévő hideg fenolftaleines vízbe, majd melegítsék meg a kémcső tartalmát. Írjátok fel és osszátok meg a másik két csoporttal a tapasztalataitokat.

#### Tapasztalatok:

Zn-csoport: A **cink** (vegyjele: Zn) hatására a **hideg** fenolftaleines víz színe **színtelen/rózsaszín** lett.

A **cink** (vegyjele: Zn) hatására a **meleg** fenolftaleines víz színe **színtelen/rózsaszín** lett.

Mg-csoport: A **magnézium** (vegyjele: Mg) hatására a **hideg** fenolftaleines víz színe **színtelen/rózsaszín** lett.

A **magnézium** (vegyjele: Mg) hatására a **meleg** fenolftaleines víz színe **színtelen/rózsaszín** lett.

Cu-csoport: A **réz** (vegyjele: Cu) hatására a **hideg** fenolftaleines víz színe **színtelen/rózsaszín** lett.

A **réz** (vegyjele: Cu) hatására a **meleg** fenolftaleines víz színe **színtelen/rózsaszín** lett.

#### Magyarázatok:

Ha a fém **reagál** a vízzel, akkor a fenolftalein ..... színe jelzi a ..... kémhatást.

Zn-csoport: A **Zn reagált/nem reagált** a **hideg** vízzel és **reagált/nem reagált** a **meleg** vízzel.

Mg-csoport: A **Mg reagált/nem reagált** a **hideg** vízzel és **reagált/nem reagált** a **meleg** vízzel.

Cu-csoport: A **Cu reagált/nem reagált** a **hideg** vízzel és **reagált/nem reagált** a **meleg** vízzel.

Írd le az egyetlen **lejátszódot** reakció egyenletét: .....

**Következtetés:** A három fém közül a ..... **reakcióképesebb**, mint a ..... és a ..... . Tehát, ha a reakcióképességi sorban a **reakcióképesség balról jobbra csökken**, akkor tőlük **balra/jobbra** van.

### 2. Kísérlet:

A „Zn-csoport” a **Zn**, a „Mg-csoport” a **Mg**, a „Cu-csoport” a **Cu** reakcióját vizsgálják **sósavval**.

A tálcákon lévő fémből 1 darabot tegyetek háztartási (10 tömegszázalékos) sósavat tartalmazó kémcsőbe.

Írjátok fel és osszátok meg a másik két csoporttal a tapasztalataitokat.

#### Tapasztalatok:

Zn-csoport: A **Zn** hatására a **sósavban pezsgés volt/nem volt**.

Mg-csoport: A **Mg** hatására a **sósavban pezsgés volt/nem volt**.

Cu-csoport: A Cu hatására a sósavban pezsgés volt/nem volt.

#### Magyarázatok:

Ha a fém **reagál** a sósavval, akkor a pezsgés jelzi a ..... gáz fejlődését.

Zn-csoport: A Zn **reagált/nem reagált** sósavval.

Mg-csoport: A Mg **reagált/nem reagált** sósavval.

Cu-csoport: A Cu **reagált/nem reagált** sósavval.

Írd le a két lejátszódott reakció egyenletét:

.....

.....

#### Következtetések:

A három fém közül a ..... és a ..... **reakcióképesebb**, mint a ....., tehát a reakcióképességi sorban tőle **balra/jobbra** vannak.

A ..... és a ..... kiszorították a **hidrogént** a vegyületéből (a sósavból), tehát a reakcióképességi sorban a hidrogéntől **balra/jobbra** vannak. A reakcióképességi sorban a hidrogéntől **balra/jobbra** álló fémek **híg savakban oldódnak**.

Tehát a Zn, a Mg, a Cu és a H **csökkenő reakcióképesség szerinti sorrendje**: ..... > ..... > ..... > .....

**3. Kísérlet:** A „Zn-csoport” a **Zn**, a „Mg-csoport” a **Mg**, a „Cu-csoport” a **Cu** reakcióját vizsgálja a **másik két fém vegyületének oldatával**. A kísérletek elvégzése előtt **próbáljátok előre jelezni**, hogy melyik fém melyik másik fém/fémek vegyületeinek oldatával reagál. Gondoljatok a **reakcióképességük** korábban meghatározott **sorrendjére!** Utána **tegyétek** a tálcákon lévő fémből 1-1 darabot a másik két fém vegyületeinek oldatába. Írjátok fel és osszátok meg a másik két csoporttal a tapasztalataitokat.

#### Tapasztalatok:

|                           | cink-szulfát-oldat                       | magnézium-klorid-oldat                   | réz-szulfát-oldat                        |
|---------------------------|--|--|--|
| „Zn-csoport”<br>cink      |  | előrejelzés:<br><b>reagál/nem reagál</b> | előrejelzés:<br><b>reagál/nem reagál</b> |
|                           |  | tapasztalat:                             | tapasztalat:                             |
| „Mg-csoport”<br>magnézium | előrejelzés:<br><b>reagál/nem reagál</b> |  | előrejelzés:<br><b>reagál/nem reagál</b> |
|                           | tapasztalat:                             |  | tapasztalat:                             |
| „Cu-csoport”<br>réz       | előrejelzés:<br><b>reagál/nem reagál</b> | előrejelzés:<br><b>reagál/nem reagál</b> |  |
|                           | tapasztalat:                             | tapasztalat:                             |  |

**Magyarázat:** A sorban **balra** lévő fém **reagálni képes/nem képes reagálni** a tőle **jobbra** lévő fémek ionjaival.

**4. Kísérlet:** Azt akarjuk eldönteni, hogy a **vas (Fe)** az alábbi reakcióképességi sorban az **1.**, a **2.** vagy a **3.** sorszámmal jelzett helyen van-e.

K Ca **1.** Mg Al Zn **2.** Co Ni Sn Pb H Cu Ag **3.** Au

1. lépés: Tegyétek az egyik vasszeget sósavba.

2. lépés: „Zn-csoport”: Tegyétek a másik vasszeget magnézium-klorid-oldatba.

„Mg-csoport” és „Cu-csoport”: Tegyétek a másik vasszeget cink-szulfát-oldatba.

#### **Tapasztalatok:**

1. lépés:

.....

2. lépés:

.....

#### **Magyarázatok:**

1. lépés:

.....

2. lépés:

.....

Keretezzétek be a jó választ! A **vas (Fe)** a(z) **1. 2. 3.** sorszámú helyen található a fenti reakcióképességi sorban.

A 4. kísérlet megtervezésekor úgy kellett gondolkozni, hogy **mindkét lépésben ki kellett zárni egyet a 3 lehetőség közül.** A **lépések sorrendje ebben az esetben felcserélhető.** (Mindegy, hogy melyik lehetőséget zárjuk ki előbb.)

**1. lépés:** Ha a vas a 3. sorszámú helyen lett volna, akkor nem reagált volna sósavval, vagyis nem tudta volna kiszorítani a hidrogént a vegyületéből.

**2. lépés:** Ha a vas az 1. sorszámú helyen lett volna, akkor reakcióképesebb lett volna a magnéziumnál és a cinknél, tehát kiszorította volna a cinket a cink-szulfát-oldatból és a magnéziumot a magnézium-klorid-oldatból.

#### **Házi feladat**

Hogyan lehetne vajon egy vaskoronából aranynak látszó koronát készíteni?

.....

.....

### A fémek harca (3. típus: kísérlettervező változat)

A „Harry Potter és a bölcsek kövé”-ben is szereplő „bölcsek követ” az alkímisták évezredekig keresték. Meggyőződésük szerint ez egyes fémeket arannyá változtatott volna. Hitüket az is táplálta, hogy ha rézvegyületeket tartalmazó bányavizekbe vasszerszámok kerültek, akkor úgy tűnt, hogy a vas rézzé változott. Már tudjuk, hogy **nem ez történt**. Hanem a **vas, reakcióképesebb lévén a réznél, „kiszorította” a rézet a vegyületéből**. Így a vas vegyület formájában oldatba ment, a réz pedig elemi fém formájában kivált az oldatból. A **fémek** tehát olyan **sorba rendezhetők**, ahol a **reakcióképesség egy adott irányba haladva csökken**. Ennek a sornak a hidrogén is tagja, mert az **elemi hidrogént is „kiszoríthatják” egyes fémek** a vegyületeiből. A **reakcióképességi sor segít** minket annak eldöntésében, hogy **mely reakciók játszódnak le és melyek nem**.

A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy ~~húzd át~~ a hibás szövegrészt.

#### 1. Kísérlet:

A „Zn-csoport” a **cink**, a „Mg-csoport” a **magnézium**, a „Cu-csoport” a **réz** reakcióját vizsgálják **vízzel**. Öntsetek egy üres kémcsőbe kb. 2 ujjnyi fenolftaleines vizet, majd tegyetek a tálcátokon lévő fémből (cinkből/magnéziumból/rézből) 1 darabot bele. Ezután melegítsétek meg a kémcső tartalmát.

Írjátok fel és osszátok meg a másik két csoporttal a tapasztalataitokat.

#### Tapasztalatok:

Zn-csoport: A **cink** (vegyjele: Zn) hatására a **hideg** fenolftaleines víz színe **színtelen/rózsaszín** lett.

A **cink** (vegyjele: Zn) hatására a **meleg** fenolftaleines víz színe **színtelen/rózsaszín** lett.

Mg-csoport: A **magnézium** (vegyjele: Mg) hatására a **hideg** fenolftaleines víz színe **színtelen/rózsaszín** lett.

A **magnézium** (vegyjele: Mg) hatására a **meleg** fenolftaleines víz színe **színtelen/rózsaszín** lett.

Cu-csoport: A **réz** (vegyjele: Cu) hatására a **hideg** fenolftaleines víz színe **színtelen/rózsaszín** lett.

A **réz** (vegyjele: Cu) hatására a **meleg** fenolftaleines víz színe **színtelen/rózsaszín** lett.

#### Magyarázatok:

Ha a fém **reagál** a vízzel, akkor a fenolftalein ..... színe jelzi a ..... kémhatást.

Zn-csoport: A **Zn reagált/nem reagált** a **hideg** vízzel és **reagált/nem reagált** a **meleg** vízzel.

Mg-csoport: A **Mg reagált/nem reagált** a **hideg** vízzel és **reagált/nem reagált** a **meleg** vízzel.

Cu-csoport: A **Cu reagált/nem reagált** a **hideg** vízzel és **reagált/nem reagált** a **meleg** vízzel.

Írd le az egyetlen **lejátszódtott reakció egyenletét**: .....

**Következtetés:** A három fém közül a ..... **reakcióképesebb**, mint a ..... és a ..... . Tehát, ha a reakcióképességi sorban a **reakcióképesség balról jobbra csökken**, akkor tőlük **balra/jobbra** van.

#### 2. Kísérlet:

A „Zn-csoport” a **Zn**, a „Mg-csoport” a **Mg**, a „Cu-csoport” a **Cu** reakcióját vizsgálják **sósavval**.

Öntsetek egy üres kémcsőbe kb. 2 ujjnyi háztartási (10 tömegszázalékos) sósavat, majd tegyetek a tálcátokon lévő fémből (cinkből/magnéziumból/rézből) 1 darabot bele. Ezután melegítsétek meg a kémcső tartalmát.

Írjátok fel és osszátok meg a másik két csoporttal a tapasztalataitokat.

#### Tapasztalatok:

Zn-csoport: A **Zn** hatására a **sósavban pezsgés volt/nem volt**.

Mg-csoport: A **Mg** hatására a **sósavban pezsgés volt/nem volt**.

Cu-csoport: A Cu hatására a sósavban pezsgés volt/nem volt.

#### Magyarázatok:

Ha a fém **reagál** a sósavval, akkor a pezsgés jelzi a ..... gáz fejlődését.

Zn-csoport: A Zn **reagált/nem reagált** sósavval.

Mg-csoport: A Mg **reagált/nem reagált** sósavval.

Cu-csoport: A Cu **reagált/nem reagált** sósavval.

Írd le a két lejátszódott reakció egyenletét:

.....  
.....

#### Következtetések:

A három fém közül a ..... és a ..... **reakcióképesebb**, mint a ....., tehát a reakcióképességi sorban tőle **balra/jobbra** vannak.

A ..... és a ..... kiszorították a **hidrogént** a vegyületéből (a sósavból), tehát a reakcióképességi sorban a hidrogéntől **balra/jobbra** vannak. A reakcióképességi sorban a hidrogéntől **balra/jobbra** álló fémek **híg savakban oldódnak**.

Tehát a Zn, a Mg, a Cu és a H **csökkenő reakcióképesség szerinti sorrendje**: ..... > ..... > ..... > .....

**3. Kísérlet:** A „Zn-csoport” a **Zn**, a „Mg-csoport” a **Mg**, a „Cu-csoport” a **Cu** reakcióját vizsgálja a **másik két fém vegyületének oldatával**. A kísérletek elvégzése előtt **próbáljátok előre jelezni**, hogy melyik fém melyik másik fém/fémek vegyületeinek oldatával reagál. Gondoljatok a **reakcióképességük** korábban meghatározott **sorrendjére!** Öntsétek ki a két fémvegyület oldatát 1-1 üres kémcsőbe (kb. 2-2 ujjnyit), majd ezután **tegyetek** a tálcákon lévő fémből (Zn/Mg/Cu) 1-1 darabot az oldatokba. Írjátok fel és osszátok meg a másik két csoporttal a tapasztalataitokat.

#### Tapasztalatok:

|                           | cink-szulfát-oldat                       | magnézium-klorid-oldat                   | réz-szulfát-oldat                        |
|---------------------------|--|--|--|
| „Zn-csoport”<br>cink      |  | előrejelzés:<br><b>reagál/nem reagál</b> | előrejelzés:<br><b>reagál/nem reagál</b> |
|                           |  | tapasztalat:                             | tapasztalat:                             |
| „Mg-csoport”<br>magnézium | előrejelzés:<br><b>reagál/nem reagál</b> |  | előrejelzés:<br><b>reagál/nem reagál</b> |
|                           | tapasztalat:                             |  | tapasztalat:                             |
| „Cu-csoport”<br>réz       | előrejelzés:<br><b>reagál/nem reagál</b> | előrejelzés:<br><b>reagál/nem reagál</b> |  |
|                           | tapasztalat:                             | tapasztalat:                             |  |

**Magyarázat:** A sorban **balra** lévő fém **reagálni képes/nem képes reagálni** a tőle **jobbra** lévő fémek ionjaival.

**4. Kísérlet:** Tervezzetek kísérletet a **vas (Fe)** reakcióképességi sorban elfoglalt helyének meghatározására! Vajon az alább látható **reakcióképességi sorban** a **vas (Fe)** az **1.**, a **2.** vagy a **3.** sorszámmal jelzett helyen van? 2

vasszeg, 2 üres kémcső, híg sósav és az előző kísérletekhez használt két fémvegyület oldatai állnak rendelkezésetekre.

K Ca **1.** Mg Al Zn **2.** Co Ni Sn Pb H Cu Ag **3.** Au

2 vasszegetek és 2 kémcsövetek van, tehát **2 lépésben** kell meghatároznotok a vas helyét. Mindkét lépés segítségével **ki kell zárnotok egyet a 3 lehetőség közül**. Tudtok **olyan lépéseket tervezni**, amelyekkel **eldönthető**, hogy a **vas a magnézium, a cink, a hidrogén**, illetve a **réz előtt vagy után van-e a reakcióképességi sorban**? Fontos-e a **lépések sorrendje** vagy ezek **felcserélhetők**? Írjátok le a 2 kísérleti lépés tervét, majd végezzétek is el azokat és vonjátok le belőlük a következtetéseket!

1. lépés:

.....  
.....

2. lépés:

.....  
.....

#### Tapasztalatok:

1. lépés:

.....

2. lépés:

.....

#### Magyarázatok:

1. lépés:

.....

2. lépés:

.....

Keretezzétek be a jó választ! A **vas (Fe)** a(z) **1. 2. 3.** sorszámú helyen található a fenti reakcióképességi sorban.

#### Házi feladat

Hogyan lehetne vajon egy vaskoronából aranynak látszó koronát készíteni?

.....  
.....

### A fémek harca (tanári változat) (1. és 2. típusú feladatlapok esetében)

A „Harry Potter és a bölcsek kövé”-ben is szereplő „bölcsek követ” az alkimisták évezredekig keresték. Meggyőződésük szerint ez egyes fémeket arannyá változtatott volna. Hitüket az is táplálta, hogy ha rézvegyületeket tartalmazó bányavizekbe vasszerszámok kerültek, akkor úgy tűnt, hogy a vas rézzé változott. Már tudjuk, hogy **nem ez történt**. Hanem a **vas, reakcióképesebb lévén a réznél, „kiszorította” a rézet a vegyületéből**. Így a vas vegyület formájában oldatba ment, a réz pedig elemi fém formájában kivált az oldatból. A **fémek** tehát olyan **sorba rendezhetők**, ahol a **reakcióképesség egy adott irányba haladva csökken**. Ennek a sornak a hidrogén is tagja, mert az **elemi hidrogént is „kiszoríthatják” egyes fémek** a vegyületeiből. A **reakcióképességi sor segít** minket annak eldöntésében, hogy **mely reakciók játszódnak le és melyek nem**.

A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy ~~húzd át~~ a hibás szövegrészt.

#### 1. Kísérlet:

A „Zn-csoport” a **cink**, a „Mg-csoport” a **magnézium**, a „Cu-csoport” a **réz** reakcióját vizsgálják **vízzel**. A tálcákon lévő fémből 1 darabot tegyetek előbb kémcsőben lévő hideg fenolftaleines vízbe, majd melegítsék meg a kémcső tartalmát.

Írjátok fel és osszátok meg a másik két csoporttal a tapasztalataitokat.

#### Tapasztalatok:

Zn-csoport: A **cink** (vegyjele: Zn) hatására a **hideg** fenolftaleines víz színe színtelen/~~rózsaszín~~ lett.

A **cink** (vegyjele: Zn) hatására a **meleg** fenolftaleines víz színe színtelen/~~rózsaszín~~ lett.

Mg-csoport: A **magnézium** (vegyjele: Mg) hatására a **hideg** fenolftaleines víz színe színtelen/~~rózsaszín~~ lett.

A **magnézium** (vegyjele: Mg) hatására a **meleg** fenolftaleines víz színe ~~színtelen~~/rózsaszín lett.

Cu-csoport: A **réz** (vegyjele: Cu) hatására a **hideg** fenolftaleines víz színe színtelen/~~rózsaszín~~ lett.

A **réz** (vegyjele: Cu) hatására a **meleg** fenolftaleines víz színe színtelen/~~rózsaszín~~ lett.

#### Magyarázatok:

Ha a fém **reagál** a vízzel, akkor a fenolftalein **lila/ciklámen/rózsaszín/bíbor** színe jelzi a **lúgos** kémhatást.

Zn-csoport: A **Zn** ~~reagált~~/nem reagált a **hideg** vízzel és ~~reagált~~/nem reagált a **meleg** vízzel.

Mg-csoport: A **Mg** ~~reagált~~/nem reagált a **hideg** vízzel és reagált/~~nem reagált~~ a **meleg** vízzel.

Cu-csoport: A **Cu** ~~reagált~~/nem reagált a **hideg** vízzel és ~~reagált~~/nem reagált a **meleg** vízzel.

Írd le az egyetlen **lejátszódot** reakció egyenletét: **magnézium + víz → magnézium-hidroxid + hidrogén**



#### Megjegyzés:

- A keletkező magnézium-hidroxid okozza a lúgos kémhatást.
- Buborékképződés nem feltétlenül fog látszani, főleg, ha nem új a magnéziumszalag.
- Előfordulhat, hogy a magnéziumot hideg vízbe téve megjelenik a fenolftalein rózsaszín színe. Ez a reakcióképességre vonatkozó következtetést nem befolyásolja, de el kell fogadni. Azonban érdemes



megemlíteni, hogy a hivatalosan elfogadott (és a vizsgákon számonkért) változat szerint a magnézium csak meleg vízzel reagál.

- Hagyjunk elég időt arra, hogy az egyes csoportok megtekinthessék a másik két csoport eredményét.

**Következtetés:** A három fém közül a **magnézium (Mg)** reakcióképesebb, mint a **cink (Zn)** és a **réz (Cu)**. Tehát, ha a reakcióképességi sorban a reakcióképesség balról jobbra csökken, akkor tőlük **balra/jobbra** van.

## 2. Kísérlet:

A „Zn-csoport” a **Zn**, a „Mg-csoport” a **Mg**, a „Cu-csoport” a **Cu** reakcióját vizsgálják **sósavval**.

A tálcákon lévő fémből 1 darabot tegyetek háztartási (10 tömegszázalékos) sósavat tartalmazó kémcsőbe.

Írjátok fel és osszátok meg a másik két csoporttal a tapasztalataitokat.

### Tapasztalatok:

Zn-csoport: A **Zn** hatására a sósavban pezsgés **volt/nem volt**.

Mg-csoport: A **Mg** hatására a sósavban pezsgés **volt/nem volt**.

Cu-csoport: A **Cu** hatására a sósavban pezsgés **volt/nem volt**.

### Magyarázatok:

Ha a fém **reagál** a sósavval, akkor a pezsgés jelzi a **hidrogén**gáz fejlődését.

Zn-csoport: A **Zn reagált/nem reagált** sósavval.

Mg-csoport: A **Mg reagált/nem reagált** sósavval.

Cu-csoport: A **Cu reagált/nem reagált** sósavval.

Írd le a két lejátszódott reakciók egyenleteit: **cink + sósav → cink-klorid + hidrogén**



**magnézium + sósav → magnézium-klorid + hidrogén**



### Megjegyzés:

- A magnézium esetében heves lehet a reakció, érdemes előbb kipróbálni.
- Érdemes a rezet is kipróbálni, nehogy véletlenül ötvözetéről legyen szó, és pezsegjen sósavban. (A kísérletekhez természetesen csak elemi réz, azaz vörösréz használható.)
- Hagyjunk elég időt arra, hogy az egyes csoportok megtekinthessék a másik két csoport eredményét.

### Következtetések:

A három fém közül a **magnézium (Mg)** és a **cink (Zn)** reakcióképesebb, mint a **réz (Cu)**, tehát a reakcióképességi sorban tőle **balra/jobbra** vannak.

A **magnézium (Mg)** és a **cink (Zn)** kiszorították a **hidrogént** a vegyületéből (a sósavból), tehát a reakcióképességi sorban a hidrogéntől **balra/jobbra** vannak. A reakcióképességi sorban a hidrogéntől **balra/jobbra** álló fémek **híg savakban oldódnak**.

Tehát a Zn, a Mg, a Cu és a H **csökkenő reakcióképesség szerinti sorrendje:** **Mg > Zn > H > Cu**

### 3. Kísérlet:

A „Zn-csoport” a **Zn**, a „Mg-csoport” a **Mg**, a „Cu-csoport” a **Cu** reakcióját vizsgálják a **másik két fém vegyületének oldatával**. A kísérletek elvégzése előtt **próbáljátok előre jelezni**, hogy melyik fém melyik másik fém/fémek vegyületeinek oldatával reagál. Gondoljatok a **reakcióképességük** korábban meghatározott **sorrendjére!** Utána **tegyétek** a tálcátokon lévő fémből 1-1 darabot a másik két fém vegyületeinek oldatába. Írjátok fel és osszátok meg a másik két csoporttal a tapasztalataitokat.

#### Tapasztalatok:

|                           | cink-szulfát-oldat  | magnézium-klorid-oldat                        | réz-szulfát-oldat   |
|---------------------------|---|---|---|
| „Zn-csoport”<br>cink      |   | előrejelzés:<br><del>reagál</del> /nem reagál | előrejelzés:<br>reagál/ <del>nem reagál</del>                                       |
|                           |   | tapasztalat: <b>nincs látható változás</b>    | tapasztalat: <b>a szürkés fémfelületen barnás vöröses színű kiválás jelenik meg</b> |
| „Mg-csoport”<br>magnézium | előrejelzés:<br>reagál/ <del>nem reagál</del>   |   | előrejelzés:<br>reagál/ <del>nem reagál</del>                                       |
|                           | tapasztalat: <b>a magnézium felületén egy sötét színű, matt, egyenetlen réteg alakul ki</b> |   | tapasztalat: <b>a szürkés fémfelületen barnás vöröses színű kiválás jelenik meg</b> |
| „Cu-csoport”<br>réz       | előrejelzés:<br><del>reagál</del> /nem reagál   | előrejelzés:<br><del>reagál</del> /nem reagál |   |
|                           | tapasztalat: <b>nincs látható változás</b>  | tapasztalat: <b>nincs látható változás</b>    |   |

**Magyarázat:** A sorban **balra** lévő fém **reagálni képes/nem képes reagálni** a tőle **jobbra** lévő fémek ionjaival.

#### Megjegyzés:

- Elmesélhetjük a tanulóknak, hogy amennyiben elég ideig váránk, a réz-szulfát-oldat színe elhalványulna, akár el is színtelenedne. Érdekes ennek az okát is megbeszélni.

- *Érdemes lehet a „Mg-csoport” esetében a magnéziumot megdörzsölni használat előtt. Úgy jobban szembetűnik a cink kiválása.*
- *Hagyjunk elég időt arra, hogy az egyes csoportok megtekinthessék a másik két csoport eredményét.*

#### 4. Kísérlet:

Azt akarjuk eldönteni, hogy a **vas (Fe)** az alábbi reakcióképességi sorban az **1.**, a **2.** vagy a **3.** sorszámmal jelzett helyen van-e.

K Ca **1.** Mg Al Zn **2.** Co Ni Sn Pb H Cu Ag **3.** Au

1. lépés: Tegyétek az egyik vasszeget sósavba.

2. lépés: „Zn-csoport”: Tegyétek a másik vasszeget magnézium-klorid-oldatba.

„Mg-csoport” és „Cu-csoport”: Tegyétek a másik vasszeget cink-szulfát-oldatba.

#### Tapasztalatok:

1. lépés: **A vasszeg hatására a sósavban pezsgés volt megfigyelhető.**

2. lépés: „Zn csoportok”: **Nem volt szemmel látható változás.**

„Mg csoportok” és „Cu csoportok”: **Nem volt szemmel látható változás.**

#### Magyarázatok:

1. lépés: **A vas kiszorította a hidrogént a vegyületéből (a sósavból), tehát a reakcióképességi sorban a hidrogéntől balra található.**

2. lépés: „Zn csoportok”: **A vas kevésbé reakcióképes, mint a magnézium, vagyis a reakcióképességi sorban a magnéziumtól jobbra található.**

„Mg csoportok” és „Cu csoportok”: **A vas kevésbé reakcióképes, mint a cink, vagyis a reakcióképességi sorban a cinktől jobbra található.**

Keretezzétek be a jó választ! A **vas (Fe)** a(z) **1.**  **2.**  **3.** sorszámu helyen található a fenti reakcióképességi sorban.

#### Megjegyzés:

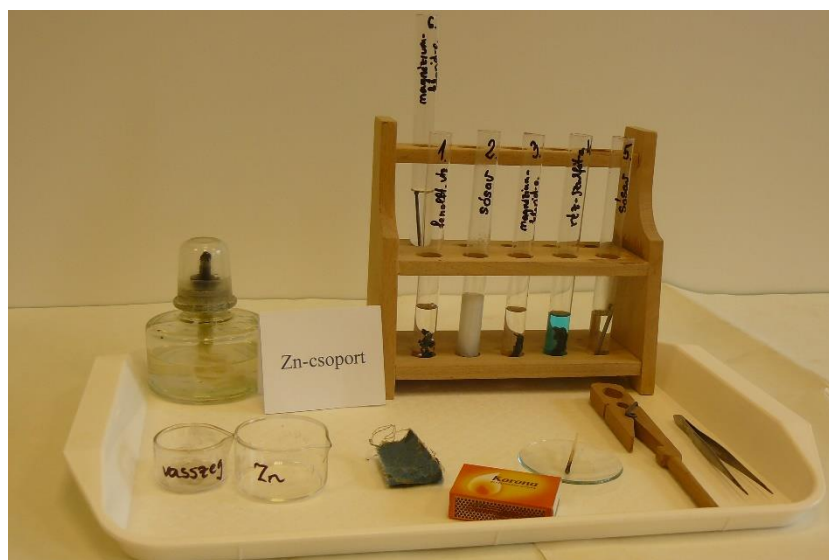
- *Érdemes időt szakítani arra, hogy az egyes csoportok megtekinthessék a másik két csoport eredményét.*
- *A vasszegeket a használat előtt mindenképpen csiszoltassuk át a gyermekekkel újra!*
- *Hívjuk fel a gyermekek figyelmét arra, hogy a vasszeget óvatosan engedjék a kémcsőbe, mert az egy esetleges hirtelen „becsapódás” következtében kilyukadhat.*

**(A kísérlettervezés magyarázata, csak a 2. típusú feladatlapok esetében)**

A 4. kísérlet megtervezésekor úgy kellett gondolkodni, hogy **mindkét lépésben ki kellett zárni egyet a 3 lehetőség közül.** A lépések sorrendje ebben az esetben felcserélhető. (Mindegy, hogy melyik lehetőséget zárjuk ki előbb.)

1. lépés: Ha a vas a 3. sorszámu helyen lett volna, akkor nem reagált volna sósavval, vagyis nem tudta volna kiszorítani a hidrogént a vegyületéből.

2. lépés: Ha a vas az 1. sorszámú helyen lett volna, akkor reakcióképesebb lett volna a magnéziumnál és a cinknél, tehát kiszorította volna a cinket a cink-szulfát-oldatból és a magnéziumot a magnézium-klorid-oldatból.



### A fémek harca (tanári változat) (3. típusú feladatlapok esetében)

A „Harry Potter és a bölcsek kövé”-ben is szereplő „bölcsek követ” az alkimisták évezredekig keresték. Meggyőződésük szerint ez egyes fémeket arannyá változtatott volna. Hitüket az is táplálta, hogy ha rézvegyületeket tartalmazó bányavizekbe vasszerszámok kerültek, akkor úgy tűnt, hogy a vas rézzé változott. Már tudjuk, hogy **nem ez történt**. Hanem a **vas, reakcióképesebb lévén a réznél, „kiszorította” a rézet a vegyületéből**. Így a vas vegyület formájában oldatba ment, a réz pedig elemi fém formájában kivált az oldatból. A **fémek** tehát olyan **sorba rendezhetők**, ahol a **reakcióképesség egy adott irányba haladva csökken**. Ennek a sornak a hidrogén is tagja, mert az **elemi hidrogént is „kiszoríthatják” egyes fémek** a vegyületeiből. A **reakcióképességi sor segít** minket annak eldöntésében, hogy **mely reakciók játszódnak le és melyek nem**.

A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy ~~húzd át~~ a hibás szövegrészt.

#### 1. Kísérlet:

A „Zn-csoport” a **cink**, a „Mg-csoport” a **magnézium**, a „Cu-csoport” a **réz** reakcióját vizsgálják **vízzel**. Öntetek egy üres kémcsőbe kb. 2 ujjnyi fenolftaleines vizet, majd tegyetek a tálcákon lévő fémről (cinkből/magnéziumból/rézből) 1 darabot bele. Ezután melegítsétek meg a kémcső tartalmát.

Írjátok fel és osszátok meg a másik két csoporttal a tapasztalataitokat.

#### Tapasztalatok:

Zn-csoport: A **cink** (vegyjele: Zn) hatására a **hideg** fenolftaleines víz színe színtelen/~~rózsaszín~~ lett.

A **cink** (vegyjele: Zn) hatására a **meleg** fenolftaleines víz színe színtelen/~~rózsaszín~~ lett.

Mg-csoport: A **magnézium** (vegyjele: Mg) hatására a **hideg** fenolftaleines víz színe színtelen/~~rózsaszín~~ lett.

A **magnézium** (vegyjele: Mg) hatására a **meleg** fenolftaleines víz színe ~~színtelen~~/rózsaszín lett.

Cu-csoport: A **réz** (vegyjele: Cu) hatására a **hideg** fenolftaleines víz színe színtelen/~~rózsaszín~~ lett.

A **réz** (vegyjele: Cu) hatására a **meleg** fenolftaleines víz színe színtelen/~~rózsaszín~~ lett.

#### Magyarázatok:

Ha a fém **reagál** a vízzel, akkor a fenolftalein **lila/ciklámen/rózsaszín/bíbor** színe jelzi a **lúgos** kémhatást.

Zn-csoport: A **Zn** ~~reagált~~/nem reagált a **hideg** vízzel és ~~reagált~~/nem reagált a **meleg** vízzel.

Mg-csoport: A **Mg** ~~reagált~~/nem reagált a **hideg** vízzel és reagált/~~nem reagált~~ a **meleg** vízzel.

Cu-csoport: A **Cu** ~~reagált~~/nem reagált a **hideg** vízzel és ~~reagált~~/nem reagált a **meleg** vízzel.

Írd le az egyetlen **lejátszódot** reakció egyenletét: **magnézium + víz → magnézium-hidroxid + hidrogén**



#### Megjegyzés:

- A keletkező magnézium-hidroxid okozza a lúgos kémhatást.
- Buborékképződés nem feltétlenül fog látszani, főleg, ha nem új a magnéziumszalag.
- Előfordulhat, hogy a magnéziumot hideg vízbe téve megjelenik a fenolftalein rózsaszín színe. Ez a reakcióképességre vonatkozó következtetést nem befolyásolja, de el kell fogadni a választ. Azonban

érdeemes megemlíteni, hogy a hivatalosan elfogadott (és a vizsgákon számonkért) változat szerint a magnézium csak meleg vízzel reagál.

- Hagyjunk elég időt arra, hogy az egyes csoportok megtekinthessék a másik két csoport eredményét.

**Következtetés:** A három fém közül a **magnézium (Mg)** reakcióképesebb, mint a **cink (Zn)** és a **réz (Cu)**. Tehát, ha a reakcióképességi sorban a **reakcióképesség balról jobbra csökken**, akkor tőlük **balra/jobbra** van.

## 2. Kísérlet:

A „Zn-csoport” a **Zn**, a „Mg-csoport” a **Mg**, a „Cu-csoport” a **Cu** reakcióját vizsgálják **sósavval**.

Öntetek egy üres kémcsőbe kb. 2 ujjnyi háztartási (10 tömegszázalékos) sósavat, majd tegyetek a tálcákon lévő fémből (cinkből/magnéziumból/rézből) 1 darabot bele. Ezután melegítétek meg a kémcső tartalmát.

Írjátok fel és osszátok meg a másik két csoporttal a tapasztalataitokat.

### Tapasztalatok:

Zn-csoport: A **Zn** hatására a **sósavban pezsgés volt/nem volt**.

Mg-csoport: A **Mg** hatására a **sósavban pezsgés volt/nem volt**.

Cu-csoport: A **Cu** hatására a **sósavban pezsgés volt/nem volt**.

### Magyarázatok:

Ha a fém **reagál** a sósavval, akkor a pezsgés jelzi a **hidrogéngáz** fejlődését.

Zn-csoport: A **Zn reagált/nem reagált** sósavval.

Mg-csoport: A **Mg reagált/nem reagált** sósavval.

Cu-csoport: A **Cu reagált/nem reagált** sósavval.

Írd le a két **lejátszódott** reakciók egyenleteit:



### Megjegyzés:

- A magnézium esetében heves lehet a reakció, érdemes előbb kipróbálni.
- Érdemes a rezet is kipróbálni, nehogy véletlenül ötvözetről legyen szó, és pezsegjen sósavban. (A kísérletekhez természetesen csak elemi réz, azaz vörösréz használható.)
- Hagyjunk elég időt arra, hogy az egyes csoportok megtekinthessék a másik két csoport eredményét.

### Következtetések:

A három fém közül a **magnézium (Mg)** és a **cink (Zn)** reakcióképesebb, mint a **réz (Cu)**, tehát a reakcióképességi sorban tőle **balra/jobbra** vannak.

A **magnézium** és a **cink** kiszorították a **hidrogént** a vegyületéből (a sósavból), tehát a reakcióképességi sorban a hidrogéntől **balra/jobbra** vannak. A reakcióképességi sorban a hidrogéntől **balra/jobbra** álló fémek **híg savakban oldódnak**.

Tehát a Zn, a Mg, a Cu és a H **csökkenő reakcióképesség szerinti sorrendje: Mg > Zn > H > Cu**

### 3. Kísérlet:

A „Zn-csoport” a **Zn**, a „Mg-csoport” a **Mg**, a „Cu-csoport” a **Cu** reakcióját vizsgálják a **másik két fém vegyületének oldatával**. A kísérletek elvégzése előtt **próbáljátok előre jelezni**, hogy melyik fém melyik másik fém/fémek vegyületeinek oldatával reagál. Gondoljatok a **reakcióképességük** korábban meghatározott **sorrendjére!** Öntsétek ki a két fémvegyület oldatát 1-1 üres kémcsőbe (kb. 2-2 ujjnyit), majd ezután **tegyetek** a tálcatokon lévő fémből (Zn/Mg/Cu) 1-1 darabot az oldatokba. Írjátok fel és osszátok meg a másik két csoporttal a tapasztalataitokat.

#### Tapasztalatok:

|                           | cink-szulfát-oldat  | magnézium-klorid-oldat                        | réz-szulfát-oldat   |
|---------------------------|---|---|---|
| „Zn-csoport”<br>cink      |   | előrejelzés:<br><del>reagál</del> /nem reagál | előrejelzés:<br>reagál/ <del>nem reagál</del>                                       |
|                           |   | tapasztalat: <b>nincs látható változás</b>    | tapasztalat: <b>a szürkés fémfelületen barnás vöröses színű kiválás jelenik meg</b> |
| „Mg-csoport”<br>magnézium | előrejelzés:<br>reagál/ <del>nem reagál</del>   |   | előrejelzés:<br>reagál/ <del>nem reagál</del>                                       |
|                           | tapasztalat: <b>a magnézium felületén egy sötét színű, matt, egyenetlen réteg alakul ki</b> |   | tapasztalat: <b>a szürkés fémfelületen barnás vöröses színű kiválás jelenik meg</b> |
| „Cu-csoport”<br>réz       | előrejelzés:<br><del>reagál</del> /nem reagál   | előrejelzés:<br><del>reagál</del> /nem reagál |   |
|                           | tapasztalat: <b>nincs látható változás</b>  | tapasztalat: <b>nincs látható változás</b>    |   |

**Magyarázat:** A sorban **balra** lévő fém **reagálni képes/nem képes reagálni** a tőle **jobbra** lévő fémek ionjaival.

#### Megjegyzés:

- Elmesélhetjük a tanulóknak, hogy amennyiben elég ideig várnánk, a réz-szulfát-oldat színe elhalványulna, akár el is színtelenedne. Érdeemes ennek az okát is megbeszélni.
- Érdeemes lehet a „Mg csoportok” esetében a magnéziumot megdörzsölni használat előtt. Úgy jobban szembetűnik a cink kiválása.
- Hagyjunk elég időt arra, hogy az egyes csoportok megtekinthessék a másik két csoport eredményét.

### 4. Kísérlet:

Terveztek kísérletet a **vas (Fe)** reakcióképességi sorban elfoglalt helyének meghatározására! Vajon az alább látható **reakcióképességi sorban** a **vas (Fe)** az **1.**, a **2.** vagy a **3.** sorszámmal jelzett helyen van? 2 vasszeg, 2 üres kémcső, híg sósav és az előző kísérletekhez használt két fémvegyület oldatai állnak rendelkezésetekre.

K Ca **1.** Mg Al Zn **2.** Co Ni Sn Pb H Cu Ag **3.** Au

2 vasszegetek és 2 kémcsövetek van, tehát **2 lépésben** kell meghatároznotok a vas helyét. Mindkét lépés segítségével **ki kell zárnotok egyet a 3 lehetőség közül.** Tudtok **olyan lépéseket tervezni,** amelyekkel **eldönthető,** hogy a **vas a magnézium, a cink, a hidrogén,** illetve a **réz előtt vagy után van-e a reakcióképességi sorban?** Fontos-e a **lépések sorrendje** vagy ezek **felcserélhetők?** Írjátok le a 2 kísérleti lépés tervét, majd végezzétek is el azokat és vonjátok le belőlük a következtetéseket!

#### Lehetséges megoldások:

1. lépés: 1.1 lehetőség: **Az egyik vasszeget beletesszük az egyik üres kémcsőbe és háztartási sósavat öntünk hozzá. Ezzel a lépéssel el lehetne dönteni, hogy a 3. lehetőség jó-e vagy sem.**

vagy

1.2 lehetőség: **Az egyik vasszeget beletesszük az egyik üres kémcsőbe és réz-szulfát-oldatot öntünk hozzá. Ezzel a lépéssel el lehetne dönteni, hogy a 3. lehetőség jó-e vagy sem.**

2. lépés: „Zn-csoport”: 2.1 lehetőség: **A másik üres kémcsőbe is beleteszünk egy vasszeget, majd erre magnézium-klorid-oldatot öntünk. Ezzel a lépéssel el lehetne dönteni, az 1. vagy a 2. hely a megfelelő.**

vagy

2.2 lehetőség: **A másik üres kémcsőbe is beleteszünk egy vasszeget, majd erre fenolftaleines vizet öntünk és megmelegítjük. Ezzel a lépéssel el lehetne dönteni, az 1. vagy a 2. hely a megfelelő.**

„Mg-csoport” és „Cu-csoport”:

2.1 lehetőség: **A másik üres kémcsőbe is beleteszünk egy vasszeget, majd erre cink-szulfát-oldatot öntünk. Ezzel a lépéssel el lehetne dönteni, hogy az 1. vagy a 2. hely a megfelelő.**

vagy

2.2 lehetőség: **A másik üres kémcsőbe is beleteszünk egy vasszeget, majd erre fenolftaleines vizet öntünk és megmelegítjük. Ezzel a lépéssel el lehetne dönteni, az 1. vagy a 2. hely a megfelelő.**

#### Tapasztalatok:

1. lépés: 1.1 lehetőség: **A vasszeg hatására a sósavban pezsgés volt megfigyelhető.**

vagy

1.2 lehetőség: **A réz-szulfát-oldat hatására a vasszegegen barnás vöröses színű kiválás jelenik meg.**

2. lépés: „Zn-csoport”: 2.1 lehetőség: **Nem volt szemmel látható változás.**

vagy



2.2 lehetőség: **Hideg és meleg vízben sem történt változás, a folyadék szintelen maradt.**

„Mg-csoport” és „Cu-csoport”:

2.1 lehetőség: **Nem volt szemmel látható változás.**

vagy

2.2 lehetőség: **Hideg és meleg vízben sem történt változás, a folyadék szintelen maradt.**

#### Magyarázatok:

1. lépés: 1.1 lehetőség: **A vas kiszorította a hidrogént a vegyületéből (a sósavból), tehát a reakcióképességi sorban a hidrogéntől balra található. Eszerint a vas az 1. vagy a 2. helyen kell legyen a reakcióképességi sorban.**

vagy

1.2 lehetőség: **A vas reakcióképesebb, mint a réz, vagyis a vas az 1. vagy a 2. helyen kell legyen a reakcióképességi sorban.**

2. lépés: „Zn-csoport”: 2.1 lehetőség: **A vas kevésbé reakcióképes, mint a magnézium, vagyis a reakcióképességi sorban a magnéziumtól jobbra található. Eszerint a vas a 2. számú helyen kell legyen a reakcióképességi sorban.**

**Eszerint** vagy

2.2 lehetőség: **A vas kevésbé reakcióképes fém, mint a magnézium, a vízzel nem lép reakcióba, vagyis a reakcióképességi sorban a magnéziumtól jobbra található. Eszerint a vas a 2. számú helyen kell legyen a reakcióképességi sorban.**

„Mg-csoport” és „Cu-csoport”:

2.1 lehetőség: **A vas kevésbé reakcióképes, mint a cink, vagyis a reakcióképességi sorban a cinktől jobbra található. Eszerint a vas a 2. számú helyen kell legyen a reakcióképességi sorban.**

**a**

vagy

2.2 lehetőség: **A vas kevésbé reakcióképes fém, mint a magnézium, a vízzel nem lép reakcióba, vagyis a reakcióképességi sorban a magnéziumtól jobbra található. Eszerint a vas a 2. számú helyen kell legyen a reakcióképességi sorban.**

Keretezték be a jó választ! A **vas (Fe)** a(z) **1.**  **2.**  **3.** sorszámú helyen található a fenti reakcióképességi sorban.

#### Megjegyzés:

- Érdemes időt szakítani arra, hogy az egyes csoportok megtekinthessék a másik két csoport eredményét.
- A vasszegeket a használat előtt mindenképpen csiszoltassuk át a gyermekekkel újra!
- Erősítsük meg a gyermekekben azt az információt, miszerint mindössze két vasszeg és két üres kémcső áll rendelkezésre, vagyis 2 lépésben gondolkozzanak.
- Hívjuk fel a gyermekek figyelmét arra, hogy a vasszeget óvatosan engedjék a kémcsőbe, mert az egy esetleges hirtelen „becsapódás” következtében kilyukadhat.

# 9. feladatlap: Mennyire vasas az ivóvíz?<sup>36</sup>

(Az első változatot készítette: Wajand Judit)

## Módszertani útmutató

**1. Téma:** A víz, a természetes vizek összetétele, az ivóvíz minősége, a vas és vegyületei (gyakorló óra)

**2. Felhasználás:** 8. osztály, 45 perces tanóra

### 3. Szükséges előzetes ismeretek:

- A kémiailag tiszta víz.
- A természetes vizek összetétele.
- Vízszennyezések.
- Víz tisztítás.
- Színváltozással járó kémiai reakciók.
- Színtelen és színes oldatok.
- Az oldatok töménysége (koncentrációja).
- Az oldatok hígításával kapcsolatos számítások.
- Mértékegységek átváltása.
- A vas és kémiai tulajdonságai, reakciói.

### 4. Célok:

- A jelen feladatlap elsődleges célja az, hogy bemutassa, ha az oldatok valamely tulajdonsága arányos az adott összetevő koncentrációjával, akkor egy ismeretlen töménységű oldat koncentrációja meghatározható.
- További cél az, hogy fölhívja a tanulók figyelmét arra, hogy Magyarországon a palackos ivóvíz vásárlása és a csapvíz otthoni „tisztítása” fölösleges.
- A feladatlappal a megfigyelőkészség, a kísérletezéshez használt gyakorlati készségek és a logikus következtetésekre képes gondolkodás fejlesztése is megvalósítható.
- A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében az oldatsorozat segítségével történő koncentráció-meghatározáshoz tervezett kísérlet lépéseinek utólagos megértése is cél. A 3. típusú feladatlapot megoldó tanulókat pedig rá kell vezetni arra, hogy hogyan lehet egy ilyen kísérletet megtervezni.

### 5. Tananyag:

- **Ismeret szint**
  - A természetes vizek nem kémiailag tiszta vizek, hanem oldatok.
  - Az ivóvíz is oldat.
  - Az ivóvíz összetételét a hatóságok szigorú szabványok szerint folyamatosan ellenőrzik.
  - A szabványvizsgálatokat minden hatóság azonos előírások (receptek) alapján végzi.
  - A vas(III)ionok és a tiocianationok (régies néven „rodanidionok”) reagálnak egymással, és mélyvörös színű vegyület keletkezik.
- **Megértés szint:**
  - A magyar ivóvízszabványok szigorúak, és ezek betartását az illetékes hatóságok folyamatosan ellenőrzik, ezért fölösleges palackozott ivóvizet vásárolni vagy a csapvizet otthon tisztítani. A

---

<sup>36</sup>A jelen feladatlap témájának korábbi földolgozása itt található: Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához, in: Szalay L. szerk., (2016), Kémiai kísérletek az általános iskolákban (digitális jegyzet), 3. fejezet, 3.7. „Mennyire vasas az ivóvíz?”, 206-213., ISBN 978-963-284-733-7, [http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai\\_kiserletek\\_altalanos\\_iskolakban\\_0.pdf](http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai_kiserletek_altalanos_iskolakban_0.pdf) (2017. 07. 22.). Az ivóvíz minőségére és annak ellenőrzésére vonatkozó kormányrendelet a következő linken érhető el: [https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=a0100201.kor](https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=a0100201.kor) (2017. 07. 22.). Az érdeklődés felkeltésére szolgáló videó a vas(III)ionok és a kálium-tiocianát reakciójáról („Bleeding iron”, azaz „Vérző vas” címmel) pedig itt található: <https://www.youtube.com/watch?v=lzHV6Lmz3DE> (2017. 07. 22.).

palackozott ivóvíz fogyasztása (annak szállítása, ill. a hulladékként keletkező rengeteg üres PET palack miatt) rendkívül környezetterhelő hatású.

- Ha az ivóvízben akár csak egyetlen szennyező anyag koncentrációja meghaladja az előírt határértéket, akkor a hatóságok megtiltják annak az ivóvízhálózatba való beengedését.
  - A kémia és a kémikusok munkája a hétköznapi életünk minőségét is javítja. Az ivóvíz összetételét és élettani hatását is rendszeresen vizsgálják. Így tudják kiszűrni az ivásra nem alkalmas vizet.
  - A színes oldatok koncentrációja és színintenzitása (a szín mélysége) között egyenes arányosság áll fenn. Minél nagyobb a koncentráció, annál erősebb a szín. [A konkrét példa esetében: minél nagyobb a víz vas(III)ion-koncentrációja, a feleslegben levő tiocianátionok hatására, annál több vas(III)-tiocianát képződik, így annál sötétebb vörös lesz az oldat.] Ennek az összefüggésnek a segítségével a színintenzitás alapján, adott ismeretlen koncentrációjú színes oldat koncentrációja meghatározható.
  - Adott anyagmennyiségű vas(III)ion a neki megfelelő anyagmennyiségű tiocianáttal reagál. A mennyiségi arányokat a kémiai reakció egyenlete írja le
- **Alkalmazás szint:**
    - Az oldatok összetételének megadása (tömegkoncentráció dimenziójú mértékegységekben).
    - A mértékegységek átváltása ( $\text{mg}/\text{cm}^3$ -ről  $\text{mg}/10 \text{ cm}^3$ -re és  $\text{mg}/\text{dm}^3$ -re).
    - Az oldatok hígításával kapcsolatos számítások.
    - Az ivóvízszabványban szereplő határérték fogalmának alkalmazása a vizsgált víz minősítésekor.
    - Az „egyszerre csak egy paramétert változtatunk” elv alkalmazása a 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében a meghatározás elvének utólagos megértésére.
  - **Magasabb rendű műveletek:**
    - A 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében az „egyszerre csak egy paramétert változtatunk” elv alapján a kísérletsorozat megtervezése egy komplex természettudományos probléma megoldása érdekében.

## 6. Módszertani megfontolások:

- Ennek a feladatlapnak a megoldásakor példát láthatnak a tanulók az olyan mennyiségi meghatározások elvére, amelyeket például az ivóvíz tisztaságának ellenőrzésére is használnak. Az ilyen mérések során ismert töménységű (koncentrációjú) oldatokból álló sorozatot (ún. „kalibrációs sor”-t) készítenek. Az ismert koncentrációjú oldatsorozat valamely, a koncentrációval arányos tulajdonságát megmérve fölveszik a „kalibrációs görbé”-t. Az adott tulajdonságot megmérve a kalibrációs görbéről leolvasható az ennek megfelelő koncentráció-tartományba eső, de ismeretlen töménységű oldat koncentrációja. Ezt az elvet nagyon gyakran alkalmazzák műszeres mérések esetében is. Természetesen 8. osztályban ennek a módszernek csak a jelentősen egyszerűsített változata alkalmazható. Jelen esetben a félkvantitatív meghatározás azon alapul, hogy a vas(III)ionok tiocianátionokkal alkotott vegyületének (ill. komplex ionjának) vörös színe annál intenzívebb, minél töményebb az oldat vas(III)ionokra nézve.
- A feladatlapokon leírt módszer az egyszerű színintenzitás-összehasonlításon alapul. Ez a „kolorimetria” őse, és a színes anyagok közelítő mennyiségi meghatározására alkalmas. **A mérés elve tehát nagyon egyszerű: az adott oldat színe annál sötétebb, minél nagyobb a koncentrációja (vagyis minél töményebb az oldat a színes vegyületre nézve). A különböző, adott töménységű oldatokból sorozatot készítve, az ismeretlen koncentrációjú oldat színét a sorozat tagjainak színével összehasonlítva, közelítőleg meghatározható az ismeretlen oldat koncentrációja.** Ezt az összefüggést kell megérteniük az 1. és a 2. típusú feladatlapot megoldó tanulóknak, és ezt az összefüggést kell fölhasználniuk a 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók csoportjainak a kísérlet megtervezésekor. A megtervezett kísérlet során a diákok tetszés szerinti hígításokat készíthetnek, de a meghatározás nyilvánvalóan annál pontosabb, minél egyenletesebben sikerül ezekkel lefedni az vizsgálandó koncentráció-tartományt, ill. minél jobban megkülönböztethetők egymástól a színsötétségek. A kalibrációs oldatsorozat rendszerint páratlan számú oldatból áll. Ezért kapnak a tanulócsoporthoz összesen 5 kémcsövet, amelyek közül a 3. típusú feladatlapot megoldók esetében 3 kémcsövön nincs jelölés sem.
- A tanulóknak tudatosítani kell, hogy a kísérletek során a vasmintákhoz adott kálium-tiocianát oldatmennyiség minden esetben – a vasionokkal maradék nélkül reagáló mennyiséghez képest – fölös mennyiségű tiocianátionot tartalmaz, tehát a keletkezett vas(III)-tiocianát mennyiségét minden esetben a mintákban levő vas(III)ion-koncentrációja határozza meg. A 2. típusú feladatlapokat megoldó tanulók

figyelmét utólag, a 3. típusú feladatlapokat megoldókét pedig már a kísérlettervezési fázis előtt föl kell hívni arra, hogy a kísérletek megtervezésekor a fönti megfontolásokon kívül az „egyszerre csak egy tényezőt változtatunk” elvet is használjuk. Az egyes kémcsövek tartalma ugyanis kizárólag a vas(III)ion-koncentrációjában különbözik, tehát csak ez változik, vagyis ez az ún. „független változó”. A függő változó pedig a keletkező oldat színárnyalatának mélysége, ami kizárólag az oldat vas(III)ion-koncentrációjától függ. Matematika szakos kollégánk tanácsára azonban a „független változó” és a „függő változó” fogalma explicite nem szerepel a feladatlapon, csak körülírt formában. Érdemes az osztály matematika tanárával egyeztetni arról, hogy ismerik-e már a tanulók ezeket a fogalmakat, mert ha igen, akkor természetesen alkalmazhatók a kísérletek eredményének megbeszélésekor a 2. és a 3. típusú feladatlapokat megoldó osztályokban/csoportokban.

- Az „egyszerre csak egy tényezőt változtatunk” elven túl ebben a feladatlapban szerepel egy másik, a természettudományos vizsgálatok során általánosan alkalmazott elv is: egy ismeretlen egy szándékosan készített ismert anyaggal (rendszerrel), ill. annak egy ismert jellemzőjével hasonlítunk össze. Ugyanez az elv használható pl. a szilárd anyagok olvadáspontjának mérésekor, amikor egy szerves preparatív munka termékének tisztaságát úgy ellenőrzi, hogy mennyire van közel az olvadáspontja az irodalmi értékhez.
- Az ismeretlen vas(III)ion-koncentráció meghatározásának gondolatmenete: Adott vas(III)ion-koncentrációjú oldatokat főlegben lévő tiocianátionnal reagáltatva egy oldatsorozatot hozhatunk létre. Ebben adott vas(III)ion-koncentrációhoz adott mélységű (intenzitású) vörös szín tartozik. Az ismeretlen vas(III)ion-koncentrációjú oldatot is főlegben lévő tiocianátiokkal reagáltatjuk, az oldatsorozat tagjaival megegyező eljárás alapján. Ha a vörös szín megjelenése után az oldatsorozatban van kb. ugyanolyan színintenzitású oldat, akkor annak a vas(III)ion-koncentrációja kb. megegyezik az ismeretlen oldat vas(III)ion-koncentrációjával. Ha az ismeretlen oldat színintenzitása az oldatsorozat két tagjának színintenzitása közé esik, akkor az ismeretlen oldat koncentrációja is az oldatsorozat azon két tagjának koncentrációi között van.
- Az ivóvíz vastartalmának (helyesebben: vasion-tartalmának) szabványos meghatározása tényleg a fenti – a koncentrációra érzékeny és a vas(III)ionra jellemző – színreakción alapul. A tanulóknak nem kell tudni a módszer nevét, de a valóságban a szabad szemmel történő összehasonlítás helyett a sokkal érzékenyebb műszeres (spektrofotometriás) módszert használják. A szabvány szerinti meghatározás menetét az is bonyolultabbá teszi, hogy annak során az oldat  $\text{Fe}^{2+}$ -ionjait is  $\text{Fe}^{3+}$ -ionokká oxidálják. A különböző, ismert  $\text{Fe}^{3+}$ -ion-koncentrációjú oldatok fölös mennyiségű tiocianátiót tartalmazó oldattal történő reagáltatásával készült sorozat tagjait fotometrálnak koncentráció-abszorbancia kalibrációs görbét vesznek föl. Majd az ismeretlen  $\text{Fe}^{3+}$ -koncentrációjú oldatok abszorbanciáját megmérve, a kalibrációs görbéről annak koncentrációja leolvasható. (Az abszorbancia a fényintenzitás csökkenésre jellemző mennyiség.) Mindez természetesen csak háttérinformációként szolgál a tanár kollégák számára, a diákoknak elég annyit tudni erről, ami a feladatlapon szerepel.
- A kísérletsorozat végén a tanulóknak össze kell vetniük az ismeretlen vízminta általuk meghatározott vasion-tartalmát az ivóvízszabványban megengedett határértékkel. Ennek alapján minősíteniük is kell a vízmintájukat, hogy alkalmas lenne-e emberi fogyasztásra. A jelen meghatározás természetesen csak modellezi a minősítés folyamatát. Érzékenysége és pontossága a szabványvizsgálaténál sokkal kisebb, ezért csak olyan mesterséges vízminták adhatók ismeretlenként, amelyek alkalmatlannak fognak bizonyulni az ivóvízként való felhasználásra.
- Az ivóvíz vastartalmának megengedett határértéke vas(III)ionra  $200 \mu\text{g}/\text{liter}$ , vagyis mintegy  $0,2 \text{ mg}/\text{dm}^3$ , azaz  $0,2 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ . Házi feladatként (vagy ha van rá idő, akkor még a tanórán) a tanulók ki is számolhatják, hogy az általuk mért koncentráció hányszorosa ennek. Ezáltal a mértékegységek átszámítását is gyakorolják.
- Az ivóvíz minőségét meghatározó magyar szabvány tényleg nagyon szigorú, és a hatóságok gondosan őrködnek a betartásán. Ezt is tudatosítani kell az órán a diákokban. Ki kell használni az alkalmat a kémikusok és a kémiát alkalmazó hatósági laboratóriumok iránti bizalom növelésére, valamint (az ivóvíz, ill. házi víztisztító-berendezések vásárlása révén történő) főleges pénzkidobás és környezetszennyezés megelőzésre. Tudatosítani kell a tanulóknak, hogy a laboratóriumban dolgozók képzettsége és tapasztalata, valamint a műszerek, a vegyszerek, a körülmények és a szabvány, azaz az egész folyamat minőségbiztosítása garantálja az eredmény megbízhatóságát.
- Ha a tanulók számára a „vas(III)ion” típusú jelölés ismeretlen, és a tanár megítélése szerint ez zavarná őket a feladatok megoldásában, akkor érdemes ezeket „ $\text{Fe}^{3+}$ -ion”-ra cserélni a feladatlap kinyomtatása előtt.

## 7. Technikai segédlet:

- **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként):**

- kálium-tiocianát-oldat (kálium-rodanid-oldat), 7,76 g KSCN/100 cm<sup>3</sup>, 0,800 mol/dm<sup>3</sup> (vagy ennek megfelelő anyagmennyiség-koncentrációjú ammónium-tiocianát-oldat, azaz ammónium-rodanid-oldat, 6,08 g NH<sub>4</sub>SCN/100 cm<sup>3</sup>)<sup>37</sup>
- 1,0 mg Fe<sup>3+</sup>/cm<sup>3</sup> [0,72 g Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O/100 cm<sup>3</sup> vagy 0,50 g FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O/100 cm<sup>3</sup>] töménységű oldat
- 0,050 mg Fe<sup>3+</sup>/cm<sup>3</sup> töménységű vas(III)ionoldat, ami 1,0 mg Fe<sup>3+</sup>/cm<sup>3</sup> töménységű oldatból húszszoros hígítással készül
- a tanulók számára ismeretlen töménységű vas(III)-klorid-oldat (az „X” jelű kémcsőben)
- desztillált víz vagy ioncserélt víz
- főzőpohár, 25-100 cm<sup>3</sup>-es, 3 db
- cseppentő vagy Pasteur-pipetta, 3 db
- kémcsőállvány
- kémcső, 6 db
- mérőhenger, 10 cm<sup>3</sup>-es, 2 db (vagy osztott pipetta, 10 cm<sup>3</sup>-es, 2 db)
- alkoholos filctoll
- (védőkesztyű)
- (védőszemüveg)

Megjegyzés: A cseppentők és a mérőhengerek 3 db 10 cm<sup>3</sup>-es műanyag fecskendővel helyettesíthetők.

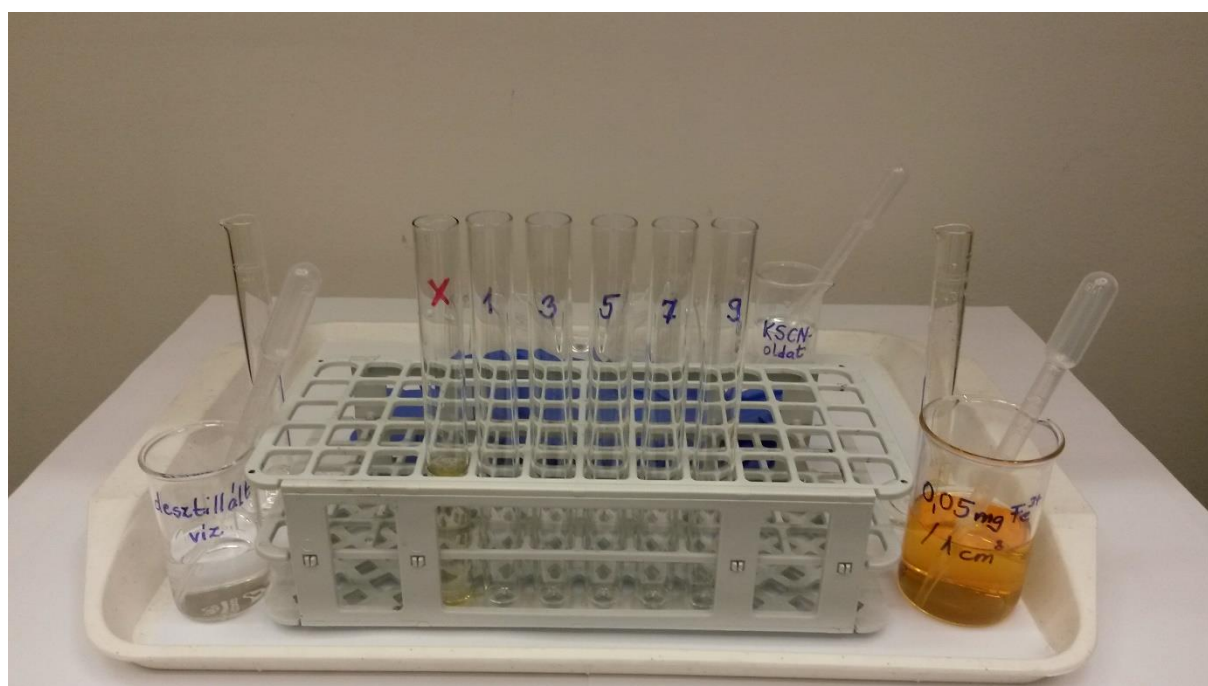
#### • Előkészítés

- Az érdeklődés fölkeltésére a diákok az előző órán házi feladatként kaphatják, hogy nézzék meg a vas(III)ionok és a kálium-tiocianát reakciójáról készült videót („Bleeding iron”, azaz „Vérző vas” címmel), amely a következő linken található: <https://www.youtube.com/watch?v=IzHV6Lmz3DE> (2017. 07. 22.). Ezen megfigyelhetik a keletkező oldat színét. A vas savas közegben hidrogén-peroxiddal végzett oxidációjának teljes (az oxidációs számok változása alapján történő) értelmezése azonban természetesen csak idősebb tanulók esetében lehetséges.
- A vas(III)ionoldat (1,0 mg Fe<sup>3+</sup>/cm<sup>3</sup>) készülhet vas(III)-nitrátból [0,72 g Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O/100 cm<sup>3</sup>] vagy vas(III)-kloridból is [0,50 g FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O/100 cm<sup>3</sup>]. A kristályos vas(III)-klorid ugyan higroszkópos, de a fenti bemérésekkel készült oldatok használata a tapasztalatok szerint közel azonos eredményre vezet. A lényeg az, hogy a KSCN-oldat hozzáadása után az 1-9 jelű kémcsövekben lévő oldatoknak egymástól szabad szemmel is jól megkülönböztethető színintenzitásúaknak, és a tanári változatban lévő fényképen láthatókhöz nagyon hasonlóknak kell lennie. Ha ez nem így történik a kipróbálás során [pl. a szilárd vas(III)-klorid magas víztartalma miatt], akkor további vas(III)-kloridot kell föloldani a vas(III)-klorid-oldatban annak érdekében, hogy kb. a tanári útmutatóban szereplő fényképen látható színű oldatok keletkezzenek a kísérletek elvégzésekor. Vagy éppen további hígításra lehet szükség, ha a KSCN-oldat hozzáadása után az oldatok túl sötét színűek. A vas(III)-klorid-oldat hidrolízisét sósavval lehet visszaszorítani (óvatosan, a zavarosodás megszűnéséig).
- A 7,76 g KSCN/100 cm<sup>3</sup> töménységű oldat 0,80 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú. Ez a kísérletek során a kémcsövekben lévő oldatokban tízszeresre hígul (0,080 mol/dm<sup>3</sup>). Az 1,0 mg Fe<sup>3+</sup>/cm<sup>3</sup> oldat töménysége 1,0 mg Fe<sup>3+</sup>/dm<sup>3</sup>, vagyis 0,018 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációnak felel meg. A húszszorosra hígított, 1,0 mg Fe<sup>3+</sup>/cm<sup>3</sup> oldat töménysége 0,050 mg Fe<sup>3+</sup>/dm<sup>3</sup>, vagyis 0,00090 mol/dm<sup>3</sup>, azaz 9,0x10<sup>-4</sup> mol/dm<sup>3</sup>. Ez az oldatsorozat legtöményebb oldatában (ami a „9” jelű, amelyben 9 cm<sup>3</sup> 0,050 mg Fe<sup>3+</sup>/cm<sup>3</sup> oldatot hígítanak a tanulók 10 cm<sup>3</sup>-re a KSCN-oldat hozzáadásakor) 0,00080 mol/dm<sup>3</sup>, azaz 8,0x10<sup>-4</sup> mol/dm<sup>3</sup>-re hígul. A KSCN tehát még ebben (a Fe<sup>3+</sup>-ionra legtöményebb) oldatban is nagy fölöslegben van. Ez azért fontos, mert a komplexképződési egyensúlyt a tiocianát-fölséggel gyakorlatilag teljesen el kell eltolni a termékképződés irányába.
- Ha egyszerű szemcseppentőket teszünk a tálcákra, akkor azokon alkoholos filccel meg kell jelölni, meddig kell bennük fölszívni a folyadékot, hogy 1 cm<sup>3</sup> térfogatú legyen. A műanyag

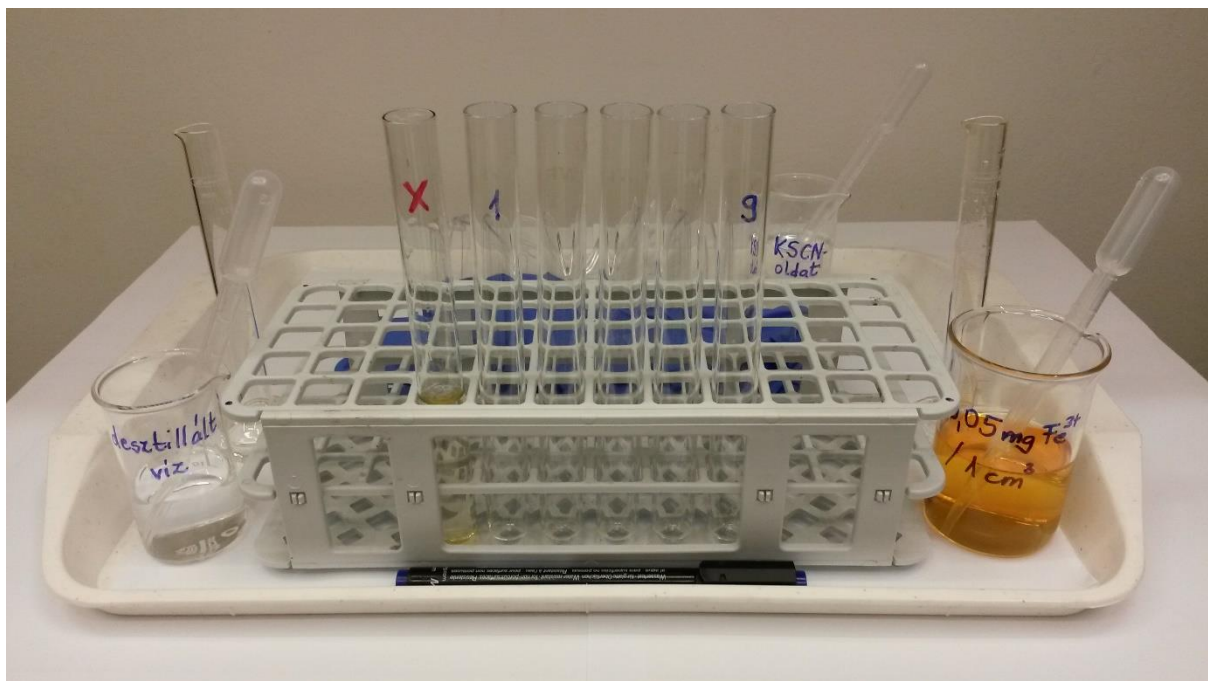
<sup>37</sup> Ammónium-rodanid esetén nyilván más felirat kerül a kikészített főzőpohárra, és a feladatlapok szövegét is módosítani kell.

Pasteur-pipetta egy olyan műanyag cseppentő, amelyen  $0,5 \text{ cm}^3$ -ként beosztások is vannak. Ezen is érdemes lehet azonban az  $1 \text{ cm}^3$  jelet alkoholos filccel megjelölni.

- A tálcat úgy kell kiadni, hogy a három cseppentőt eleve bele kell helyezni a  $\text{Fe}^{3+}$ -oldatba, a KSCN-oldatba, illetve a desztillált vízbe. Ezek segítségével tudják könnyen kimérni a tanulók az  $1 \text{ cm}^3$ -nyi térfogatokat, illetve szükség esetén a mérőhengerekben beállítani a vas(III)ionoldat, illetve a desztillált víz folyadékszintjét. Érdemes osztályszinten bemutatni ennek módját már az 1. Kísérlet előtt, a  $9 \text{ cm}^3$  vas(III)ionoldat kimérésén. Az oldat főzőpohárból való öntése után a folyadékszint a  $9 \text{ cm}^3$ -t mutató jel alatt legyen. Utána a cseppentőből cseppenként kell adagolni az oldatot a mérőhengerbe addig, amíg folyadékszintet (a meniszkuszt) a  $9 \text{ cm}^3$ -es jel éppen alulról érinti. Máskülönben a tanulók számára nagy nehézséget jelenthet a térfogatok pontos kimérése. Alternatív megoldás lehet az, ha az oldatok és a desztillált víz térfogatát műanyag fecskendővel mérik ki a diákok. Ekkor csoportonként 3 db  $10 \text{ cm}^3$ -es műanyag fecskendőre van szükség (viszont nem kell sem cseppentő, sem mérőhenger). A fecskendőket eleve a  $\text{Fe}^{3+}$ -oldatba, a KSCN-oldatba, illetve a desztillált vízbe kell tenni a csoportok számára kiadott tálcán, és a feladatlapot is ennek megfelelően kell átfogalmazni a kinyomtatás előtt.
- Ismeretlenként (az „X” jelű kémcsőben) a csoportok kaphatnak azonos vagy különböző  $\text{Fe}^{3+}$ -ion-tartalmú oldatokat is. Ezeknek a töménysége a „9” jelű és az „1” jelű oldaté közé essen. Lehet az oldatsorozat tagjaival megegyező koncentrációjú vas(III)ionoldatokat is kiadni (pl.  $3 \text{ cm}^3$   $0,050 \text{ mg Fe}^{3+}/\text{cm}^3$  oldat +  $6 \text{ cm}^3$  desztillált víz), vagy pedig olyanokat, amelyek töménysége éppen az oldatsorozat tagjainak koncentrációja közé esik (pl.  $2 \text{ cm}^3$   $0,050 \text{ mg Fe}^{3+}/\text{cm}^3$  oldat +  $7 \text{ cm}^3$  desztillált víz). Természetesen ez utóbbi esetben (mint az előbbieken is) csak becsülhető a vas(III)ionok koncentrációja.
- A tanulóknak tisztában kell lenniük ennek a módszernek a korlátaival. A végtérfogat mindegyik ismeretlen esetében  $9 \text{ cm}^3$  legyen, hogy ahhoz  $1 \text{ cm}^3$  KSCN-oldatot adva, az ismeretlen is éppen  $10 \text{ cm}^3$ -re híguljon. A tanárnál az órán legyen kéznél az a jegyzet, hogy melyik csoport milyen töménységű vas(III)ionoldatot kapott. Így amikor egy csoport bediktálja a kapott eredményét, a tanár rögtön meg tudja mondani, hogy az helyes-e (vagy milyen közel esik a valódi értékhez).
- Állás közben a híg  $\text{Fe}^{3+}$ -oldat hidrolizál, és a lecsökkent  $\text{Fe}^{3+}$ -koncentráció miatt a KSCN hozzáadása után színek nem lesznek szép vörösek, csak halványabbak, sőt sárgások. Meg lehet próbálni a savas hidrolízist sav hozzáadásával visszazorítani. (Célszerűen a  $\text{Fe}^{3+}$ -só anionjának megfelelő savval.) Azonban a legbiztosabb az, ha a hígított  $\text{Fe}^{3+}$ -oldatot frissen készítjük.
- Ideális felszereltség esetén az előkészítéshez az 1. és a 2. típusú feladatlapokat megoldó csoportok számára szükséges anyagok és eszközök az alábbi fényképen láthatók:



- Ideális felszereltség esetén a 3. típusú feladatlapokat megoldó csoportok számára szükséges anyagok és eszközök az alábbi fényképen láthatók:



- **Balesetvédelem**
  - A használt anyagok veszélytelenek, csak arra kell figyelni, hogy azokat a tanulók ne kóstolják meg, ill. ne öntsék magukra vagy egymásra.
- **Hulladékkezelés**
  - A keletkező hulladékok veszélytelenek, ezért a mosogatóba is kiönthetők.

### Mennyire vasas az ivóvíz? (1. típus: receptszerű változat)

Hazánkban az ivóvíz minőségét szigorú szabványok szerint ellenőrzik. (Ezért teljesen fölösleges pénzkidobás házi víztisztító-berendezéseket vásárolni vagy palackozott ivóvizet fogyasztani.) Ha a vízminta valamely összetevőjének koncentrációja (töménysége) meghaladja a szabványban előírt határértéket, akkor a hatóságok a vizet emberi fogyasztásra alkalmatlanná nyilvánítják. A vasionok ugyan nem veszélyesek az egészségre, de a víz ízét befolyásoló hatásuk miatt az ivóvízben nem lehet belőlük több, mint 200 µg/liter (azaz 0,200 mg/dm<sup>3</sup>). Ez a feladatlap arról szól, hogy hogyan lehet meghatározni a vizek vas(III)iontartalmát.

#### A CSEPPENTŐT MINDIG TEGYÉTEK VISSZA ABBA AZ OLDATBA, AMELYIKNEK A KIMÉRÉSÉRE HASZNÁLTÁTKO!

A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy ~~húzd át~~ a hibás szövegrészt.

**1. Kísérlet:** A tálcátokon lévő vas(III)ionoldat („Fe<sup>3+</sup>-oldat”) töménysége 0,050 mg Fe<sup>3+</sup>/cm<sup>3</sup>. Ez azt jelenti, hogy 1 cm<sup>3</sup> oldatban 0,050 mg Fe<sup>3+</sup>-ion van. Mérjete ki a mérőhengerrel 9 cm<sup>3</sup> vas(III)ionoldatot a „9” jelű kémcsőbe. (A cseppentővel lehet könnyen beállítani a folyadékszintet a mérőhengerben.) Adjatok hozzá 1 cm<sup>3</sup> kálium-tiocianát-oldatot („KSCN-oldat”) a másik cseppentővel, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** Az oldat ..... színű lett.

**Magyarázat:** A vas(III)ionok (Fe<sup>3+</sup>) a tiocianationokkal (SCN<sup>-</sup>) ilyen színű vegyületet képeznek.

**2. Kísérlet:** Mérjete ki a cseppentővel 1 cm<sup>3</sup> vas(III)ionoldatot az „1” jelű kémcsőbe. Adjatok hozzá 8 cm<sup>3</sup> desztillált vizet. Adjatok hozzá 1 cm<sup>3</sup> KSCN-oldatot is, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** Az oldat ..... színű lett.

**Magyarázat:** Az „1” jelű kémcsőben lévő oldat **hígabb/töményebb**, mint a „9” jelű kémcsőben lévő oldat. Ezért az „1” jelű kémcsőben lévő oldat **világosabb/sötétebb színárnyalatú**, mint a „9” jelű kémcsőben lévő oldat.

**3. Kísérlet:** A „3”, az „5” és a „7” jelű kémcsőekben is készítsétek el a következő összetételű oldatokat. (Az összes térfogata mindegyik oldatnak 10 cm<sup>3</sup> lesz.)

„3” jelű kémcső: 3 cm<sup>3</sup> vas(III)ionoldat + 6 cm<sup>3</sup> desztillált víz + 1 cm<sup>3</sup> KSCN-oldat;

„5” jelű kémcső: 5 cm<sup>3</sup> vas(III)ionoldat + 4 cm<sup>3</sup> desztillált víz + 1 cm<sup>3</sup> KSCN-oldat;

„7” jelű kémcső: 7 cm<sup>3</sup> vas(III)ionoldat + 2 cm<sup>3</sup> desztillált víz + 1 cm<sup>3</sup> KSCN-oldat.

**Tapasztalat:** Minél töményebb az oldat a vas(III)ionokra nézve, annál **világosabb/sötétebb** a színárnyalata.

**Magyarázat:** Minél töményebbek az oldatok a vas(III)ionokra nézve, annál **kevesebb/több színes vegyület** keletkezik belőlük.

**4. Kísérlet:** Az „X” jelű kémcsőben 9 cm<sup>3</sup> térfogatú, ismeretlen töménységű vas(III)ionoldat van. Adjatok hozzá 1 cm<sup>3</sup> KSCN-oldatot, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát. Határozzuk meg, hogy milyen töménységű ez vas(III)ionra nézve! Hasonlítsátok össze az így keletkezett oldat színét a többi kémcsőben lévő oldatok színével.

**Tapasztalat:** Az „X” jelű kémcsőben lévő oldat a(z) ..... jelű kémcsőben lévő oldat színéhez hasonlít a legjobban.

VAGY: Az „X” jelű kémcsőben lévő oldat a(z) ..... jelű és a(z) ..... jelű kémcsőekben lévő oldatok színe közé esik.

**Magyarázat:** Az „X” jelű kémcsőben lévő oldatban kb. .... cm<sup>3</sup> volt az 0,050 mg/cm<sup>3</sup> töménységű vas(III)ionoldatból.

A KSCN-oldat hozzáadása után keletkezett oldat vas(III)iontartalma: kb. .... mg/10 cm<sup>3</sup>, vagyis kb. .... mg/dm<sup>3</sup>. Ez **hígabb/töményebb**, mint a szabványban lévő 0,200 mg/dm<sup>3</sup> határérték. Az ilyen töménységben vas(III)iont tartalmazó víz tehát emberi fogyasztásra **alkalmas/alkalmatlan**.

A **valóságban** a vízminták vastartalmát ilyen elv alapján, de **pontosabb eszközökkel** és **érzékeny műszerekkel** határozzák meg. Így kisebb koncentrációban is képesek összehasonlítani a keletkezett színes oldatok színeinek erősségét.



## Mennyire vasas az ivóvíz? (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

Hazánkban az ivóvíz minőségét szigorú szabványok szerint ellenőrzik. (Ezért teljesen fölösleges pénzkidobás házi víztisztító-berendezéseket vásárolni vagy palackozott ivóvizet fogyasztani.) Ha a vízminta valamely összetevőjének koncentrációja (töménysége) meghaladja a szabványban előírt határértéket, akkor a hatóságok a vizet emberi fogyasztásra alkalmatlanná nyilvánítják. A vasionok ugyan nem veszélyesek az egészségre, de a víz ízét befolyásoló hatásuk miatt az ivóvízben nem lehet belőlük több, mint 200 µg/liter (azaz 0,200 mg/dm<sup>3</sup>). Ez a feladatlap arról szól, hogy hogyan lehet meghatározni a vizek vas(III)iontartalmát.

### A CSEPPENTŐT MINDIG TEGYÉTEK VISSZA ABBA AZ OLDATBA, AMELYIKNEK A KIMÉRÉSÉRE HASZNÁLTÁTK!

A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy ~~hibás~~ a hibás szövegrészt.

**1. Kísérlet:** A tálcatokon lévő vas(III)ionoldat („Fe<sup>3+</sup>-oldat”) töménysége 0,050 mg Fe<sup>3+</sup>/cm<sup>3</sup>. Ez azt jelenti, hogy 1 cm<sup>3</sup> oldatban 0,050 mg Fe<sup>3+</sup>-ion van. Mérjete ki a mérőhengerrel 9 cm<sup>3</sup> vas(III)ionoldatot a „9” jelű kémcsőbe. (A cseppentővel lehet könnyen beállítani a folyadékszintet a mérőhengerben.) Adjatok hozzá 1 cm<sup>3</sup> kálium-tiocianát-oldatot („KSCN-oldat”) a másik cseppentővel, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** Az oldat ..... színű lett.

**Magyarázat:** A vas(III)ionok (Fe<sup>3+</sup>) a tiocianátionokkal (SCN<sup>-</sup>) ilyen színű vegyületet képeznek.

**2. Kísérlet:** Mérjete ki a cseppentővel 1 cm<sup>3</sup> vas(III)ionoldatot az „1” jelű kémcsőbe. Adjatok hozzá 8 cm<sup>3</sup> desztillált vizet. Adjatok hozzá 1 cm<sup>3</sup> KSCN-oldatot is, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** Az oldat ..... színű lett.

**Magyarázat:** Az „1” jelű kémcsőben lévő oldat **hígabb/töményebb**, mint a „9” jelű kémcsőben lévő oldat. Ezért az „1” jelű kémcsőben lévő oldat **világosabb/sötétebb színárnyalatú**, mint a „9” jelű kémcsőben lévő oldat.

**3. Kísérlet:** A „3”, az „5” és a „7” jelű kémcsőekben is készítsétek el a következő összetételű oldatokat. (Az összes térfogata mindegyik oldatnak 10 cm<sup>3</sup> lesz.)

„3” jelű kémcső: 3 cm<sup>3</sup> vas(III)ionoldat + 6 cm<sup>3</sup> desztillált víz + 1 cm<sup>3</sup> KSCN-oldat;

„5” jelű kémcső: 5 cm<sup>3</sup> vas(III)ionoldat + 4 cm<sup>3</sup> desztillált víz + 1 cm<sup>3</sup> KSCN-oldat;

„7” jelű kémcső: 7 cm<sup>3</sup> vas(III)ionoldat + 2 cm<sup>3</sup> desztillált víz + 1 cm<sup>3</sup> KSCN-oldat.

**Tapasztalat:** Minél töményebb az oldat a vas(III)ionokra nézve, annál **világosabb/sötétebb** a színárnyalata.

**Magyarázat:** Minél töményebbek az oldatok a vas(III)ionokra nézve, annál **kevesebb/több színes vegyület** keletkezik belőlük.

**4. Kísérlet:** Az „X” jelű kémcsőben 9 cm<sup>3</sup> térfogatú, ismeretlen töménységű vas(III)ionoldat van. Adjatok hozzá 1 cm<sup>3</sup> KSCN-oldatot, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát. Határozzuk meg, hogy milyen töménységű ez vas(III)ionra nézve! Hasonlítsátok össze az így keletkezett oldat színét a többi kémcsőben lévő oldatok színével.

**Tapasztalat:** Az „X” jelű kémcsőben lévő oldat a(z) ..... jelű kémcsőben lévő oldat színéhez hasonlít a legjobban.

VAGY: Az „X” jelű kémcsőben lévő oldat a(z) ..... jelű és a(z) ..... jelű kémcsőekben lévő oldatok színe közé esik.

**Magyarázat:** Az „X” jelű kémcsőben lévő oldatban kb. .... cm<sup>3</sup> volt az 0,050 mg/cm<sup>3</sup> töménységű vas(III)ionoldatból.

A KSCN-oldat hozzáadása után keletkezett oldat vas(III)iontartalma: kb. .... mg/10 cm<sup>3</sup>, vagyis kb. .... mg/dm<sup>3</sup>. Ez **hígabb/töményebb**, mint a szabványban lévő 0,200 mg/dm<sup>3</sup> határérték. Az ilyen töménységben vas(III)iont tartalmazó víz tehát emberi fogyasztásra **alkalmas/alkalmatlan**.

A kísérlet megtervezéséhez az „egyszerre csak egy tényezőt változtatunk” elvet használtuk:

- ugyanannyi és ugyanolyan töménységű KSCN-oldatot csöppentettünk minden oldatba;
- az oldatok végső térfogata mindig 10 cm<sup>3</sup> lett (szükség esetén mindig desztillált vízzel kiegészítve).

Az egyetlen **változó tényező** az **oldatok vas(III)ion koncentrációja** volt. Ettől **függött** a **szín mélysége** (intenzitása), mert az **arányos** az oldat vas(III)ion koncentrációjával. Az **ismeretlen töménységű** oldat színének a mélységét **ismert** koncentrációjú oldatok színének mélységével **hasonlítottuk össze**. Ebből tudtunk **következtetni** az oldat vas(III)ion koncentrációjára. Ez a módszer **általánosan** is használható, ha **egy oldat valamilyen tulajdonsága arányos a töménységével**. Ilyenkor **ismert töménységű (koncentrációjú) oldatokból sorozatot** készítünk („kalibráló sor”). Az ismeretlen töménységű oldat tulajdonságát az oldatsorozatéhoz hasonlítva, következtethetünk az ismeretlen koncentrációjára. A **valóságban** a vízminták vastartalmát ilyen elv alapján, de **pontosabb eszközökkel** és **érzékeny műszerekkel** határozzák meg. Így kisebb koncentrációban is képesek összehasonlítani a keletkezett színes oldatok színeinek erősségét.

### Mennyire vasas az ivóvíz? (3. típus: kísérlettervező változat)

Hazánkban az ivóvíz minőségét szigorú szabványok szerint ellenőrzik. (Ezért teljesen fölösleges pénzkidobás házi víztisztító-berendezéseket vásárolni vagy palackozott ivóvizet fogyasztani.) Ha a vízminta valamely összetevőjének koncentrációja (töménysége) meghaladja a szabványban előírt határértéket, akkor a hatóságok a vizet emberi fogyasztásra alkalmatlanná nyilvánítják. A vasionok ugyan nem veszélyesek az egészségre, de a víz ízét befolyásoló hatásuk miatt az ivóvízben nem lehet belőlük több, mint 200 µg/liter (azaz 0,200 mg/dm<sup>3</sup>). Ez a feladatlap arról szól, hogy hogyan lehet meghatározni a vizek vas(III)iontartalmát.

#### A CSEPPENTŐT MINDIG TEGYÉTEK VISSZA ABBA AZ OLDATBA, AMELYIKNEK A KIMÉRÉSÉRE HASZNÁLTÁTK! A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy ~~hibás~~ a hibás szövegrészt.

**1. Kísérlet:** A tálcatokon lévő vas(III)ionoldat („Fe<sup>3+</sup>-oldat”) töménysége 0,050 mg Fe<sup>3+</sup>/cm<sup>3</sup>. Ez azt jelenti, hogy 1 cm<sup>3</sup> oldatban 0,050 mg Fe<sup>3+</sup>-ion van. Mérjétek ki a mérőhengerrel 9 cm<sup>3</sup> vas(III)ionoldatot a „9” jelű kémcsőbe. (A cseppentővel lehet könnyen beállítani a folyadékszintet a mérőhengerben.) Adjatok hozzá 1 cm<sup>3</sup> kálium-tiocianát-oldatot („KSCN-oldat”) a másik cseppentővel, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** Az oldat ..... színű lett.

**Magyarázat:** A vas(III)ionok (Fe<sup>3+</sup>) a tiocianationokkal (SCN<sup>-</sup>) ilyen színű vegyületet képeznek.

**2. Kísérlet:** Mérjétek ki a cseppentővel 1 cm<sup>3</sup> vas(III)ionoldatot az „1” jelű kémcsőbe. Adjatok hozzá 8 cm<sup>3</sup> desztillált vizet. Adjatok hozzá 1 cm<sup>3</sup> KSCN-oldatot is, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** Az oldat ..... színű lett.

**Magyarázat:** Az „1” jelű kémcsőben lévő oldat **hígabb/töményebb**, mint a „9” jelű kémcsőben lévő oldat. Ezért az „1” jelű kémcsőben lévő oldat **világosabb/sötétebb színárnyalatú**, mint a „9” jelű kémcsőben lévő oldat.

**3. Kísérlet:** Az „X” jelű kémcsőben ismeretlen töménységű vas(III)ionoldat van. Határozzátok meg, hogy **körülbelül hány cm<sup>3</sup>-t mértek be a 0,050 mg/cm<sup>3</sup> töménységű vas(III)ionoldatból ebbe a kémcsőbe**, mielőtt desztillált vízzel 9 cm<sup>3</sup>-re hígították volna! Úgy terveztétek meg a kísérletet, hogy **3 üres kémcsövetek** van.

A kísérlet megtervezéséhez az **„egyszerre csak egy tényezőt (paramétert) változtatunk” elvet** használjátok. Tehát a kémcsövek esetében **mindent ugyanúgy** kell tennetek. Ugyanazokat az **eszközöket** és **anyagokat** (oldatokat) kell használnotok, és ugyanolyan **műveleteket** kell végeznetek. Ha csak a kémcsövek vas-(III)-ion-tartalma különbözik (ez az **egyetlen változó tényező**), akkor **csak az okozhatja az eltérő tapasztalatokat**.

**A kísérlet terve:** .....

.....  
.....  
.....

**Tapasztalat:** .....

.....

**Magyarázat:** Az „X” jelű kémcsőben lévő oldatban **kb. .... cm<sup>3</sup>** volt az 0,050 mg/cm<sup>3</sup> vas(III)ionoldatból.

A KSCN-oldat hozzáadása után keletkezett oldat vas(III)iontartalma: ..... mg/10 cm<sup>3</sup>, vagyis ..... mg/dm<sup>3</sup>. Ez **hígabb/töményebb**, mint a szabványban lévő 0,200 mg/dm<sup>3</sup> határérték. Az ilyen töménységben vas(III)ion-tartalmazó víz tehát emberi fogyasztásra **alkalmas/alkalmatlan**.

A kísérletek során alkalmazott **módszer általánosan is használható**, ha **egy oldat valamilyen tulajdonsága arányos a töménységével**. Ilyenkor **ismert töménységű** (koncentrációjú) **oldatokból sorozatot** készítünk („kalibráló sor”). Az **ismeretlen töménységű** oldat tulajdonságát az **oldatsorozathoz hasonlítva, visszakövetkeztethetünk az ismeretlen koncentrációjára**.

A **valóságban** a vízminták vastartalmát ilyen elv alapján, de **pontosabb eszközökkel** és **érzékeny műszerekkel** határozzák meg. Így kisebb koncentrációban is képesek összehasonlítani a keletkezett színes oldatok színeinek erősségét.

### Mennyire vasas az ivóvíz? (tanári változat)

Hazánkban az ivóvíz minőségét szigorú szabványok szerint ellenőrzik. (Ezért teljesen fölösleges pénzkidobás házi víztisztító-berendezéseket vásárolni vagy palackozott ivóvizet fogyasztani.) Ha a vízminta valamely összetevőjének koncentrációja (töménysége) meghaladja a szabványban előírt határértéket, akkor a hatóságok a vizet emberi fogyasztásra alkalmatlanná nyilvánítják. A vasionok ugyan nem veszélyesek az egészségre, de a víz ízét befolyásoló hatásuk miatt az ivóvízben nem lehet belőlük több, mint 200 µg/liter (azaz 0,200 mg/dm<sup>3</sup>). Ez a feladatlap arról szól, hogy hogyan lehet meghatározni a vizek vas(III)iontartalmát.

#### A CSEPPENTŐT MINDIG TEGYÉTEK VISSZA ABBA AZ OLDATBA, AMELYIKNEK A KIMÉRÉSÉRE HASZNÁLTÁTK!

A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy ~~húzd át~~ a hibás szövegrészt.

**1. Kísérlet:** A tálcátokon lévő vas(III)ionoldat („Fe<sup>3+</sup>-oldat”) töménysége 0,050 mg Fe<sup>3+</sup>/cm<sup>3</sup>. Ez azt jelenti, hogy 1 cm<sup>3</sup> oldatban 0,050 mg Fe<sup>3+</sup>-ion van. Mérjete ki a mérőhengerrel 9 cm<sup>3</sup> vas(III)ionoldatot a „9” jelű kémcsőbe. (A cseppentővel lehet könnyen beállítani a folyadékszintet a mérőhengerben.) Adjatok hozzá 1 cm<sup>3</sup> kálium-tiocianát-oldatot („KSCN-oldat”) a másik cseppentővel, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** Az oldat (a kálium-tiocianát hozzáadásakor) vörös színű lett.

**Magyarázat:** A vas(III)ionok (Fe<sup>3+</sup>) a tiocianationokkal (SCN<sup>-</sup>) ilyen színű vegyületet képeznek.

**2. Kísérlet:** Mérjete ki a cseppentővel 1 cm<sup>3</sup> vas(III)ionoldatot az „1” jelű kémcsőbe. Adjatok hozzá 8 cm<sup>3</sup> desztillált vizet. Adjatok hozzá 1 cm<sup>3</sup> KSCN-oldatot is, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**Tapasztalat:** Az oldat ~~halvány vörös~~ színű lett.

**Magyarázat:** Az „1” jelű kémcsőben lévő oldat ~~hígabb/töményebb~~, mint a „9” jelű kémcsőben lévő oldat. Ezért az „1” jelű kémcsőben lévő oldat ~~világosabb/sötétebb~~ színű, mint a „9” jelű kémcsőben lévő oldat.

#### [Csak az 1. és a 2. csoportok részére]

**3. Kísérlet:** A „3”, az „5” és a „7” jelű kémcsővekben is készítsétek el a következő összetételű oldatokat. (Az összes térfogata mindegyik oldatnak 10 cm<sup>3</sup> lesz.)

„3” jelű kémcső: 3 cm<sup>3</sup> vas(III)ionoldat + 6 cm<sup>3</sup> desztillált víz + 1 cm<sup>3</sup> KSCN-oldat;

„5” jelű kémcső: 5 cm<sup>3</sup> vas(III)ionoldat + 4 cm<sup>3</sup> desztillált víz + 1 cm<sup>3</sup> KSCN-oldat;

„7” jelű kémcső: 7 cm<sup>3</sup> vas(III)ionoldat + 2 cm<sup>3</sup> desztillált víz + 1 cm<sup>3</sup> KSCN-oldat.

**Tapasztalat:** Minél töményebb az oldat a vas(III)ionokra nézve, annál ~~világosabb/sötétebb~~ a színe.

**Magyarázat:** Minél töményebbek az oldatok a vas(III)ionokra nézve, annál ~~kevesebb~~ több színes vegyület keletkezik belőlük a reakció során.

**4. Kísérlet:** Az „X” jelű kémcsőben 9 cm<sup>3</sup> térfogatú, ismeretlen töménységű vas(III)ionoldat van. Adjatok hozzá 1 cm<sup>3</sup> KSCN-oldatot, majd rázzátok össze a kémcső tartalmát. Határozzuk meg, hogy milyen töménységű ez vas(III)ionra nézve! Hasonlítsátok össze az így keletkezett oldat színét a többi kémcsőben lévő oldatok színével.

**Tapasztalat:** Az „X” jelű kémcsőben lévő oldat (pl.) a(z) „5” jelű kémcsőben lévő oldat színéhez hasonlít a legjobban.

VAGY: Az „X” jelű kémcsőben lévő oldat (pl.) a(z) „1” jelű és a(z) „3” jelű kémcsővekben lévő oldatok színe közé esik.

**Magyarázat:** Az „X” jelű kémcsőben lévő oldatban kb. (pl.) 5 cm<sup>3</sup> volt az 0,050 mg/cm<sup>3</sup> töménységű vas(III)ionoldatból.

A KSCN-oldat hozzáadása után keletkezett oldat vas(III)iontartalma: (pl.) kb. 0,25 mg/10 cm<sup>3</sup>, vagyis kb. 25 mg/dm<sup>3</sup>. Ez ~~hígabb/töményebb~~, mint a szabványban lévő 0,200 mg/dm<sup>3</sup> határérték. Az ilyen töménységben vas(III)ionot tartalmazó víz tehát emberi fogyasztásra ~~alkalmas~~ alkalmatlan.

A valóságban a vízminták vastartalmát ilyen elv alapján, de pontosabb eszközökkel és érzékeny műszerekkel határozzák meg. Így kisebb koncentrációban is képesek összehasonlítani a keletkezett színes oldatok színeinek erősségét.

Megjegyzések:

- Az alábbi fényképen láthatók az elvégzett kísérletek eredményeként keletkezett oldatok. A piros „X” jelű ismeretlen összetétele 2 cm<sup>3</sup> 0,050 mg Fe<sup>3+</sup>/cm<sup>3</sup> oldat + 7 cm<sup>3</sup> desztillált víz, a kék „X” jelű ismeretlené pedig 4 cm<sup>3</sup> 0,050 mg Fe<sup>3+</sup>/cm<sup>3</sup> oldat + 5 cm<sup>3</sup> desztillált víz volt.



**[Csak a 2. típusú csoportnak]**

A kísérlet megtervezéséhez az „**egyszerre csak egy tényezőt változtatunk**” elvet használtuk:

- ugyanannyi és ugyanolyan töménységű KSCN-oldatot csöppentettünk minden oldatba;
- az oldatok végső térfogata mindig  $10\text{ cm}^3$  lett (szükség esetén mindig desztillált vízzel kiegészítve).

Az egyetlen **változó tényező** az **oldatok vas(III)ion-koncentrációja** volt. Ettől **függött** a **szín mélysége** (intenzitása), mert az **arányos** az oldat vas(III)ion-koncentrációjával. Az **ismeretlen töménységű** oldat színének a mélységét **ismert** koncentrációjú oldatok színének mélységével **hasonlítottuk össze**. Ebből tudunk **következtetni** az oldat vas(III)ion-koncentrációjára. Ez a módszer **általánosan** is használható, ha **egy oldat valamilyen tulajdonsága arányos a töménységével**. Ilyenkor **ismert töménységű (koncentrációjú) oldatokból sorozatot** készítünk („kalibráló sor”). Az ismeretlen töménységű oldat tulajdonságát az oldatsorozathoz hasonlítva, következtethetünk az ismeretlen koncentrációjára.

**[Csak a 3. típusú csoportoknak!]**

**3. Kísérlet:** Az „X” jelű kémcsőben ismeretlen töménységű vas(III)ionoldat van. Határozzátok meg, hogy **körülbelül hány  $\text{cm}^3$ -t mértek be a  $0,050\text{ mg/cm}^3$  töménységű vas(III)ionoldatból ebbe a kémcsőbe**, mielőtt desztillált vízzel  $9\text{ cm}^3$ -re hígították volna! Úgy terveztétek meg a kísérletet, hogy **3 üres kémcsövetek** van.

A kísérlet megtervezéséhez az „**egyszerre csak egy tényezőt (paramétert) változtatunk**” elvet használjátok. Tehát a kémcsövek esetében **mindent ugyanúgy** kell tennetek. Ugyanazokat az **eszközöket** és **anyagokat** (oldatokat) kell használnotok, és ugyanolyan **műveleteket** kell végeznetek. Ha csak a kémcsövek vas(III)iontartalma különbözik (ez az **egyetlen változó tényező**), akkor **csak az okozhatja az eltérő tapasztalatokat**.

**A kísérlet terve:** *Először készíteni kell a 3 üres kémcsőben, az „1” és a „9” jelű kémcsővel azonos eljárást követve, különböző vas(III)ion-tartalmú oldatokat. Például:*

*„3” jelű kémcső:  $3\text{ cm}^3$  vas(III)ionoldat +  $6\text{ cm}^3$  desztillált víz +  $1\text{ cm}^3$  KSCN-oldat;*

*„5” jelű kémcső:  $5\text{ cm}^3$  vas(III)ionoldat +  $4\text{ cm}^3$  desztillált víz +  $1\text{ cm}^3$  KSCN-oldat;*

*„7” jelű kémcső:  $7\text{ cm}^3$  vas(III)ionoldat +  $2\text{ cm}^3$  desztillált víz +  $1\text{ cm}^3$  KSCN-oldat.*

*Utána a  $9\text{ cm}^3$  ismeretlen töménységű vas(III)ionoldathoz  $1\text{ cm}^3$  KSCN-oldatot adunk. A keletkezett oldat színét összehasonlítjuk a kísérletben nyert oldatsorozat színeivel. Megkeressük, melyikkel egyezik meg, vagy melyikhez hasonlít a legjobban.*

**Tapasztalatok:**

**Minél töményebb az oldat a vas(III)ionokra nézve, annál sötétebb a színe.**

**Az „X” jelű kémcsőben lévő oldat (pl.) a(z) „5” jelű kémcsőben lévő oldat színéhez hasonlít a legjobban.**

VAGY:

**Az „X” jelű kémcsőben lévő oldat a(z) „1” jelű és a(z) „3” jelű kémcsővekben lévő oldatok színe közé esik.**

**Magyarázat:** Az „X” jelű kémcsőben lévő oldatban **(pl.)** kb. **5 cm<sup>3</sup>** volt az 0,050 mg/cm<sup>3</sup> töménységű vas(III)ionoldatból.

A KSCN-oldat hozzáadása után keletkezett oldat vas(III)iontartalma: **(pl.)** kb. **0,25** mg/10 cm<sup>3</sup>, vagyis kb. **25** mg/dm<sup>3</sup>. Ez ~~hígabb~~ **töményebb**, mint a szabványban lévő 0,200 mg/dm<sup>3</sup> határérték. Az ilyen töménységben vas(III)iont tartalmazó víz tehát emberi fogyasztásra ~~alkalmas~~ **alkalmatlan**.

A kísérletek során alkalmazott **módszer általánosan is használható**, ha **egy oldat valamilyen tulajdonsága arányos a töménységével**. Ilyenkor **ismert töménységű** (koncentrációjú) **oldatokból sorozatot** készítünk („kalibráló sor”). Az **ismeretlen töménységű** oldat tulajdonságát az **oldatsorozatéhoz hasonlítva, visszakövetkeztethetünk az ismeretlen koncentrációjára**.

# 10. feladatlap: Az „ősi ellenség”<sup>38</sup>

(Az első változatot készítette: Nagyné Hodula Andrea)

## Módszertani útmutató

**1. Téma:** Vízkeménység, vízlágyítás (új tananyag)

**2. Felhasználás:** 8. osztály, 45 perces tanóra

### 3. Szükséges előzetes ismeretek:

- Egyszerű laboratóriumi eszközök használata.
- Az anion, kation, só fogalma.
- Oldatok összetétele, oldhatóság.
- Természetes vizek összetétele.
- A szerves anyagokat fölépítő elemek.
- Szappanok tulajdonságai: kettős oldékonyság, habképződés, tisztító hatás.
- Csapadékképződés.

### 4. Célok:

- A vízlágyítás módszereinek megismertetése.
- A háztartásban használható vízlágyítási szerek hatásának kimutatása.
- Egyszerű „félkvantitatív” módszer alkalmazása a kísérletezés során.
- Kapcsolatteremtés a háztartásban használt vegyszerek minősége, mennyisége és azok környezeti hatásai között.
- A kísérletileg (tudományosan) igazolható módszerek használatába vetett meggyőződés erősítése az áltudományos módszereken alapuló eljárásokba vetett hittel szemben.

### 5. Tananyag:

- **Ismeret szint**
  - A vizek keménységét a  $\text{Ca}^{2+}$ -, illetve a  $\text{Mg}^{2+}$ -ionok okozzák.
  - A kemény és a lágy víz tulajdonságai eltérnek.
  - A vízkeménységet okozó ionok eltávolítása különböző fizikai/kémiai módszerekkel történhet.
- **Megértés szint:**
  - A vízkeménység befolyásolja a víz felhasználhatóságát.
  - A szappanok tisztító hatása függ a víz keménységétől, azaz a  $\text{Ca}^{2+}$ -, illetve a  $\text{Mg}^{2+}$ -ion-tartalmától. A habképződés mértékéből következtethetünk a víz keménységére.
  - A vízkeménységet okozó ionok rosszul oldódó vegyület (csapadék) formájában az oldatból/csapvízből eltávolíthatók.
- **Alkalmazás szint:**
  - A vegyszeres vízlágyítás modellezése.
  - Néhány vízlágyítószer (trisó, szóda) hatásának igazolása.
- **Magasabb rendű műveletek:**

---

<sup>38</sup>A jelen feladatlap témájának egyik korábbi földolgozása itt található: Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához, in: Szalay L. szerk., (2016), Kémiai kísérletek az általános iskolákban (digitális jegyzet), 3. fejezet, 3.7. „Kemény vizek lágyítása”, 184-189., ISBN 978-963-284-733-7,

[http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai\\_kiserletek\\_altalanos\\_iskolakban\\_0.pdf](http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai_kiserletek_altalanos_iskolakban_0.pdf)

A másik, azonos témájú feladatlap szerzői és címe: Füzesi István, Matula Ilona, Moravcsik Csabáné, Szalay Luca: Az ősi ellenség (IBST feladatsor – Vízkeménység), elérhetősége:

<http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/fellap.html> (2017. 08. 17.). Az áltudományos „elektromos vízkőmentesítő”-t pedig ezen a honlapon reklámozzák: <http://www.flodravin.hu/> (2017. 08. 17.).

- o Kapcsolatteremtés a háztartásban használt vegyszerek összetétele és környezeti hatásai között.
- o A modellalkotás alkalmazása a kísérletezésben/kísérlettervezésben, a vizsgálandó jelenség lényegi elemének kiemelése. (A tanulók mindhárom feladatlaptípus megoldásakor modellezik a kemény víz és a lágy víz szappanra gyakorolt hatását, valamint a vízlágyítás folyamatát.)
- o A 2. típusú feladatot megoldók esetében komplex természettudományos probléma megoldásának elméleti magyarázata a rendelkezésre álló, szakirodalmi adatok alapján.
- o A 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében az „egyszerre csak egy paramétert változtatunk” elv alapján a kísérletsorozat irányított megtervezése egy komplex természettudományos probléma megoldása érdekében, a rendelkezésre álló szakirodalmi adatok felhasználásával.

## 6. Módszertani megfontolások:

- A kísérleteket az osztály tanulói négy különböző csoportban (A, B, C, D jelű csoportok) hajtják végre. Az 1. Kísérletben más-más alkálifém- és alkáliföldfém-klorid-oldatokban ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  és  $\text{K}^+$ ) vizsgálják a szappanoldat habzását, míg a 2. Kísérletben négyféle kombinációban vizsgálják a megadott vízlágyítószer és a vízkeménységet okozó kationok reakcióit. A 3. típusú (kísérlettervező) feladatlapot megoldók esetében szükséges a csoportok közti, illetve az osztály szintű egyeztetés is a 2. Kísérlet végrehajtásának módjáról, így lehetőség nyílik a kooperációs készség fejlesztésére.
- A hab magassága több tényezőtől is függhet, pl. a szappan minőségétől, a szappanoldat koncentrációjától és homogenitásától, a rázások számától és intenzitásától. „Klasszikus” szappant célszerű használni, mert az esetleg többféle detergenst tartalmazó készítményekben lehetnek nemionos tenzidok vagy akár kvaterner ammóniumsók is. A diákokkal pedig érdemes megbeszélni, hogy a rázások száma mellett az is fontos, hogy kb. egyforma erősséggel (intenzitással) rázzák a kémcsöveket. Ha ennek ellenére sem kapnak a csoportok közelítőleg azonos eredményeket, akkor az is elfogadható, ha a várt tendenciát sikerül kimutatni.
- A feladatlapot legjobb a „Kémia a háztartásban” témakörbe beilleszteni. Így az előzetes ismeretként szükséges fogalmak (természetes vizek összetétele, a szerves anyagokat fölépítő elemek) tárgyalására addigra már sor került. Az Albert és mts.-i által írt 8. osztályos kémia tankönyvben<sup>39</sup> a 28. oldalon szerepel az „organogén elemek” kifejezés és a hozzátartozó magyarázat. A Kecskésné és mts.-i által írt 8. osztályos kémia tankönyv<sup>40</sup> 88. oldalán egy bekezdés foglalkozik ezekkel (az „organogén elem” gyűjtőfogalmat nem megnevezve), mint a szerves vegyületeket leggyakrabban felépítő elemekkel. A biológia kerettanterv csak a 11-12. évfolyamon vezeti be az organogén/biogén elem fogalmát. A szappanok tulajdonságai és a habképződés a fent említett, Albert és mts.-i által írt tankönyvben közvetlenül a vízlágyítás tárgyalása után következik. Ezért a jelen feladatlapon megoldásakor a szappanok tulajdonságai és a habképződés tekintetében előzetes tudásként e könyv használata esetén csak a tanulók mindennapi tapasztalatai szolgálhatnak. A Kecskésné és mts.-i által írt tankönyvben a vízlágyítás (nyilvánvaló hétköznapi fontossága ellenére) nem szerepel, csak a vízkő oldása a 111. oldalon. Ez utóbbi könyv azonban részletesen tárgyalja a szappanok tisztító mechanizmusát a 112-113. oldalon. Ezért a jelen feladatlapon megoldását e tankönyv használata esetén a 34. lecke feldolgozásához („Mosás, tisztítás”) javasolt beiktatni.
- Az előző órán érdemes házi feladatként, a természetes vizekkel, illetve a csapvízzel kapcsolatos kémiai ismeretek átméltását feladni. Így a tanulóknak is lehetnek ötleteik a vizek oldott ásványi anyag tartalmára.
- A téma feldolgozása során lehetőség nyílik a csapadékképződéssel járó reakciókkal kapcsolatos ismeretek erősítésére.
- A trisó, illetve a szóda környezeti hatásairól a tanulóknak előzetes ismeretük nincs. Ám ismerik a szerves anyagokat fölépítő elemek (esetleg az „organogén elemek”) és a fotoszintézis fogalmát. Megfelelő irányító kérdésekkel beláttatható, hogy a két nátriumsó közül a trisó, mint potenciális foszforforrás okozhatja a növények elburjánzását a felszíni vizekben, hiszen a szóda csak szénforrásként jöhetne számításba, amely szén-dioxid formájában egyébként is nagy mennyiségben rendelkezésre áll. A kémia, a biológia és a földrajz, valamint a természetismeret kerettantervek, illetve a Nemzeti Köznevelési Portálon (<https://portal.nkp.hu/>) elérhető megfelelő tankönyvek közül a foszfátok eutrofizációt okozó hatásával (a fogalmat meg nem nevezve) csak a kémia foglalkozik, a műtrágyák és a felszíni vizek szennyezése témánál. A növények számára fontos tápanyagokról az általános iskolában a víz + szén-dioxid + ásványi anyagok formában van csak szó.

<sup>39</sup>Albert Attila, Albert Viktor, Gávriss Éva, Hetzl Andrea, Paulovits Ferenc: Kémia 8. tankönyv, Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, 2016.

<sup>40</sup>Kecskés Andrásné, Kiss Zsuzsanna, Rozgonyi Jánosné: Kémia a 8. évfolyam számára, Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, 2016.

- Házi feladatként Magyarország vízkeménységi térképe alapján<sup>41</sup> a tanulók összefüggést kereshetnek az egyes földrajzi területeken mérhető vízkeménység és az ott alkalmazott ivóvíz kivételi mód, illetve a terület felépítő kőzetek kémiai minősége között.
- Egy adott jelenséget több szempontból vizsgálva különböző megállapításokra juthatunk. Bár a feladatlapon nem szerepel, de kitérhetünk a kemény vizek oldott ásványianyag-tartalmának az emberi szervezetre gyakorolt pozitív (csontképzés) és negatív (vesekőképződés) hatására. A tengervíz (és a desztillált víz) ihatatlanságára vonatkozó ismétlődő kérdések is föltehetőek a 4. feladatlapon („Milyen tömény rum kell a Gundel-palacsintához?”) már szereplő információkra vonatkozóan.

## 7. Technikai segédlet:

- **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként):**
  - o kémcsőállvány
  - o sorszámozott kémcső, 5 db
  - o kémcsőbe való gumidugó, 2 db
  - o óraüveg
  - o üvegtölcsér
  - o szűrőpapír
  - o vonalzó cm-mm-es beosztással
  - o 2 db 10 cm<sup>3</sup>-es mérőhenger, ennek hiányában 2 db fecskendő és 1 db főzőpohár
  - o főzőpohár a szappanoldatnak
  - o desztillált víz vagy ioncserélt víz, ennek hiányában csapvíz
  - o 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú NaCl-oldat
  - o 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú KCl-oldat
  - o 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú CaCl<sub>2</sub>-oldat
  - o 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú MgCl<sub>2</sub>-oldat
  - o szobahőmérsékleten telített Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-oldat
  - o Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-oldat: desztillált vízzel 1:1 arányban hígított, szobahőmérsékleten telített Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-oldat
  - o szappanoldat.
- **Előkészítés**
  - o A tálca elkészítéséhez szükséges vegyszerek csoportonként:

| Mindhárom feladatlap típus: | A) csoportok   | B) csoportok   | C) csoportok   | D) csoportok   |
|-----------------------------|--|--|--|--|
| 1. kémcső                   | 5 cm <sup>3</sup> deszt. víz                             | 5 cm <sup>3</sup> deszt. víz                             | 5 cm <sup>3</sup> deszt. víz                             | 5 cm <sup>3</sup> deszt. víz                             |
| 2. kémcső                   | 5 cm <sup>3</sup> CaCl <sub>2</sub> -oldat               | 5 cm <sup>3</sup> MgCl <sub>2</sub> -oldat               | 5 cm <sup>3</sup> NaCl-oldat                             | 5 cm <sup>3</sup> KCl-oldat                              |
| 3. kémcső                   | 5 cm <sup>3</sup> CaCl <sub>2</sub> -oldat               | 5 cm <sup>3</sup> CaCl <sub>2</sub> -oldat               | 5 cm <sup>3</sup> MgCl <sub>2</sub> -oldat               | 5 cm <sup>3</sup> MgCl <sub>2</sub> -oldat               |
| 4. kémcső                   | 5 cm <sup>3</sup> Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -oldat | 5 cm <sup>3</sup> Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> -oldat | 5 cm <sup>3</sup> Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -oldat | 5 cm <sup>3</sup> Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> -oldat |
| 5. kémcső                   | üres   | üres   | üres   | üres   |

- o Azért alkalmazzuk a vízlágyítószerrel telített oldatait, hogy a keménységet okozó ionokhoz képest nagy fölöslegben legyenek. (A vízmentes trinátrium-foszfát oldhatósága 20 °C-on 120 g/dm<sup>3</sup>, ami több mint 0,7 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációt jelent. A nátrium-karbonát oldhatósága 20 °C-on 220 g/dm<sup>3</sup>, ami több mint 2 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációt jelent. Utóbbit 1:1 arányban hígítva kb. 1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-karbonát-oldatot használunk a kísérlethez.)

<sup>41</sup>[http://www.maviz.org/fogyasztoi\\_informaciok/vizkemenyseg\\_magyarorszagon](http://www.maviz.org/fogyasztoi_informaciok/vizkemenyseg_magyarorszagon) (2017.08.21.)



- o A  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -oldat összetételét azért kellett így megválasztani, mert a kísérleti tapasztalatok szerint a telített szódaoldatban a kezdetben leváló  $\text{MgCO}_3$ -csapadék feloldódik. A jelenséget valószínűleg a karbonátionok hidrolízisekor keletkező hidrogén-karbonát-ionok hígításkor növekvő koncentrációja okozza, melyek a magnéziumionokat oldatban tarthatják. (A magnézium-hidrogén-karbonát oldhatósága mintegy ötszöröse a magnézium-karbonáténak.)
- o A szappanoldatból a lehető legtöményebbet érdemes készíteni, amely kolloid oldatként opalizál, de szilárd szappandarabokat nem tartalmaz.
- o Ideális felszereltség esetén az előkészítéshez mindhárom típusú feladatlapot megoldó csoportok számára szükséges anyagok és eszközök a következő fényképen láthatók:



- **Balesetvédelem**
  - o A használt vegyszerek nem veszélyesek, csak arra kell figyelni, hogy a felhasznált anyagokat a tanulók ne kóstolják meg, illetve ne öntsék magukra vagy egymásra.
- **Hulladékkezelés**
  - o A keletkező hulladékok veszélytelenek, ezért mosogatóba is kiönthetők.

### Az „ősi ellenség” (1. típus: receptszerű változat)

Gyakran láthatunk a reklámokban a **vízke** hatásai ellen küzdő háziasszonyokat és vízvezeték-szerelőket. A **kemény vízből** lerakódó vízke nemcsak **csúnya**, hanem **káros** és **veszélyes** is. **Hőszigetelő** hatása miatt megnöveli a víz felforralásához szükséges energiát, és még kazánrobbanást is okozhat. A **kemény vízben a szappan rosszul habzik**, tisztító hatása csökken, sőt szürkés lepedék is képződik. A **vízlágyítás** tehát fontos a háztartások és az ipar számára. Ezt használják ki az „elektromos vízke mentesítő” áruló **áltudományos csalók**, akik a vízkevet „ősi ellenség”-nek nevezik. Pedig éppen ők maguk a tudatlan emberek pénztárcáján élősködő „ősi ellenség”...

Most azt vizsgáljuk meg, hogyan lehet **tényleg eredményesen végezni a vízlágyítást**.

Először azt kell kiderítenünk, hogy **mely kationok okozzák a víz keménységét**. A természetes vizekben legnagyobb mennyiségben a következő 4 kation fordul elő, általában a csökkenő koncentráció szerinti ilyen sorrendben:  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$ . Az 1. Kísérletben négy csoportban fogjátok vizsgálni a négyféle kation hatását. (Az anionok nem okoznak vízkeménységet.)

**1. Kísérlet:** A tálcátokon lévő 1. kémcsőben 5 cm<sup>3</sup> desztillált víz van. A 2. kémcsőben pedig azon kation vegyületének (kloridjának) 5 cm<sup>3</sup> oldata, amelyet a csoportotok vizsgál. Adagoljatok mindkét kémcsőbe 1 cm<sup>3</sup> szappanoldatot. Dugaszoljátok be a kémcsöveket és mindkettőt egyformán erőteljesen rázzátok össze tízszer. Mérjétek meg vonalzóval a képződött hab magasságát, és írájatok be azt az alábbi táblázatba. Utána a többi csoport adatait is írájatok be a táblázatba, és vonjátok le a következtetéseket.

A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy ~~húzd át~~ a hibás szövegrészt.

| Csoportok    | Tapasztalatok: A hab magassága (cm) |                              | Következtetések/magyarázatok:                            |
|--------------|-------------------------------------|------------------------------|--|
|              | desztillált vízben                  | sóoldatban                   |  |
| A) csoportok |                                     | CaCl <sub>2</sub> -oldatban: | A Ca <sup>2+</sup> vízkeménységet <b>okoz/nem okoz</b> . |
| B) csoportok |                                     | MgCl <sub>2</sub> -oldatban: | A Mg <sup>2+</sup> vízkeménységet <b>okoz/nem okoz</b> . |
| C) csoportok |                                     | NaCl-oldatban:               | A Na <sup>+</sup> vízkeménységet <b>okoz/nem okoz</b> .  |
| D) csoportok |                                     | KCl-oldatban:                | A K <sup>+</sup> vízkeménységet <b>okoz/nem okoz</b> .   |

A **vízlágyítás** során tehát a vízből **el kell távolítani** a keménységet okozó .....ionokat. Ez **fizikai** és **kémiai** módszerekkel történhet. **Fizikai** módszerrel tisztított víz a **desztillált víz**. Ilyet lehet készen is vásárolni, de ahhoz **drága**, hogy pl. mosásra ezt használjuk.

A víz és a benne oldott anyagok (sók) melyik **fizikai tulajdonságának különbözőségét** használják ki a **desztilláció** során? .....

Vajon miért drága a desztillált víz?

.....  
A **kémiai** módszerekkel való vízlágyításhoz **vízlágyítószeret** használhatunk. Ezek a keménységet okozó ionokat **vízben rosszul oldódó vegyület (csapadék)** formájában távolítják el. A 2. Kísérletben azt vizsgáljuk, hogy a vízlágyításra ajánlott **mosósódának** (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) és **trisónak** (Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) **tényleg van-e vízlágyító hatása**. A kemény vizet CaCl<sub>2</sub>-oldattal és MgCl<sub>2</sub>-oldattal, a vízlágyítószeret pedig nátrium-karbonáttal (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) és nátrium-foszfáttal (Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) fogjuk **modellezni**. A négyféle csoport a 4 lehetséges kombinációt próbálja ki.

### 2. Kísérlet:

a) A tálcátokon a 3. és 4. kémcsőben is 5-5 cm<sup>3</sup> oldat van előkészítve. A 3. kémcsőben az A) és B) csoportoknak CaCl<sub>2</sub>-oldat, a C) és D) csoportoknak MgCl<sub>2</sub>-oldat van. A 4. kémcsőben az A) és C) csoportok a mosósóda, a B) és D) csoportok pedig a trisó olyan oldatait találják, amelyek elég tömények az összes kalciumionnal, illetve magnéziumionnal való csapadékképzéshez. Öntsétek a **4. kémcsőből az összes folyadékot a 3. kémcsőbe**. Mind a négy csoport **tapasztalatait** írájatok be a következő táblázatba, és közösen egészítsétek ki az **egyenleteket**.

A reakcióegyenletekben húzzátok alá a keletkezett **csapadékok képletét**.

| Csoportok    | Összeöntött oldatok:  | Tapasztalatok: | Magyarázatok (reakcióegyenletek):                     |
|--------------|---|----------------|---|
| A) csoportok | CaCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -oldat (mosószóda) |                | CaCl <sub>2</sub> + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> = |
| B) csoportok | CaCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> -oldat (trisó)     |                | CaCl <sub>2</sub> + Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> = |
| C) csoportok | MgCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -oldat (mosószóda) |                | MgCl <sub>2</sub> + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> = |
| D) csoportok | MgCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> -oldat (trisó)     |                | MgCl <sub>2</sub> + Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> = |

b) Tölcsér és szűrőpapír segítségével szűrjétek át a **3. kémcső tartalmát a 4. kémcsőbe** (amiben eredetileg a mosószóda vagy a trisó volt). A szűrletből mérjétek 5 cm<sup>3</sup>-t az 5. kémcsőbe, adjatok hozzá 1 cm<sup>3</sup> szappanoldatot. Dugaszoljátok be és erőteljesen rázzátok össze tízszer. Mérjétek meg vonalzóval a képződött hab magasságát, és írjátok be az alábbi táblázatba. Vessétek össze ezeket az 1. Kísérlet tapasztalataival, és vonjátok le a következtetéseket.

| Csoportok    | Összeöntött oldatok szűrlete + szappanoldat   | Tapasztalatok:<br>A hab magassága (cm) | Következtetések/magyarázatok:  |
|--------------|---|--|--|
| A) csoportok | CaCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -oldat szűrlete + szappanoldat |  | A Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (mosószóda) vízlágyításra <b>alkalmas/nem alkalmas</b> . |
| B) csoportok | CaCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> -oldat szűrlete + szappanoldat |  | A Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (trisó) vízlágyításra <b>alkalmas/nem alkalmas</b> .     |
| C) csoportok | MgCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -oldat szűrlete + szappanoldat |  | A Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (mosószóda) vízlágyításra <b>alkalmas/nem alkalmas</b> . |
| D) csoportok | MgCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> -oldat szűrlete + szappanoldat |  | A Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (trisó) vízlágyításra <b>alkalmas/nem alkalmas</b> .     |

A mosószóda és a trisó közül vajon melyiknek nagyobb a környezetszennyező hatása és miért?

.....  
A **foszfátmentes mosószerek** részben olyan hatóanyagokat is tartalmaznak, amelyek nem érzékenyek a víz keménységére. Másrészt vannak bennük a víz keménységét csökkentő anyagok is (pl. zeolit, ami a vízkeménységet okozó kationokat más kationokra cseréli).

**Az „ősi ellenség” (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)**

Gyakran láthatunk a reklámokban a **vízke** hatásai ellen küzdő háziasszonyokat és vízvezeték-szerelőket. A **kemény vízből** lerakódó vízke nemcsak **csúnya**, hanem **káros** és **veszélyes** is. **Hőszigetelő** hatása miatt megnöveli a víz felforralásához szükséges energiát, és még kazánrobbanást is okozhat. A **kemény vízben a szappan rosszul habzik**, tisztító hatása csökken, sőt szürkés lepedék is képződik. A **vízlagyítás** tehát fontos a háztartások és az ipar számára. Ezt használják ki az „elektromos vízke mentesítő” áruló **áltudományos csalók**, akik a vízkevet „ősi ellenség”-nek nevezik. Pedig éppen ők maguk a tudatlan emberek pénztárcáján élősködő „ősi ellenség”...

Most azt vizsgáljuk meg, hogyan lehet **tényleg eredményesen végezni a vízlagyítást**.

Először azt kell kiderítenünk, hogy **mely kationok okozzák a víz keménységét**. A természetes vizekben legnagyobb mennyiségben a következő 4 kation fordul elő, általában a csökkenő koncentráció szerinti ilyen sorrendben:  $Ca^{2+} > Mg^{2+} > Na^+ > K^+$ . Az 1. Kísérletben négy csoportban fogjátok vizsgálni a négyféle kation hatását. (Az anionok nem okoznak vízkeménységet.)

**1. Kísérlet:** A tálcátokon lévő 1. kémcsőben  $5\text{ cm}^3$  desztillált víz van. A 2. kémcsőben pedig azon kation vegyületének (kloridjának)  $5\text{ cm}^3$  oldata, amelyet a csoportotok vizsgál. Adagoljatok mindkét kémcsőbe  $1\text{ cm}^3$  szappanoldatot. Dugaszoljátok be a kémcsőveket és mindkettőt egyformán erőteljesen rázzátok össze tízszer. Mérjétek meg vonalzóval a képződött hab magasságát, és írjátok be azt az alábbi táblázatba. Utána a többi csoport adatait is írjátok be a táblázatba, és vonjátok le a következtetéseket.

**A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy hibás szövegrészt.**

| Csoportok    | Tapasztalatok: A hab magassága (cm) |                              | Következtetések/magyarázatok:                            |
|--------------|-------------------------------------|------------------------------|--|
|              | desztillált vízben                  | sóoldatban                   |  |
| A) csoportok |                                     | CaCl <sub>2</sub> -oldatban: | A Ca <sup>2+</sup> vízkeménységet <b>okoz/nem okoz</b> . |
| B) csoportok |                                     | MgCl <sub>2</sub> -oldatban: | A Mg <sup>2+</sup> vízkeménységet <b>okoz/nem okoz</b> . |
| C) csoportok |                                     | NaCl-oldatban:               | A Na <sup>+</sup> vízkeménységet <b>okoz/nem okoz</b> .  |
| D) csoportok |                                     | KCl-oldatban:                | A K <sup>+</sup> vízkeménységet <b>okoz/nem okoz</b> .   |

A **vízlagyítás** során tehát a vízből **el kell távolítani** a keménységet okozó .....ionokat.

Ez **fizikai** és **kémiai** módszerekkel történhet. **Fizikai** módszerrel tisztított víz a **desztillált víz**. Ilyet lehet készen is vásárolni, de ahhoz **drága**, hogy pl. mosásra ezt használjuk.

A víz és a benne oldott anyagok (sók) melyik **fizikai tulajdonságának különbözőségét** használják ki a **desztilláció** során? .....

Vajon miért drága a desztillált víz?

A **kémiai** módszerekkel való vízlagyításhoz **vízlagyítószeret** használhatunk. Ezek a keménységet okozó ionokat **vízben rosszul oldódó vegyület (csapadék)** formájában távolítják el. A 2. Kísérletben azt vizsgáljuk, hogy a vízlagyításra ajánlott **mosósódának** (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) és **trisónak** (Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) tényleg van-e **vízlagyító** hatása. A kemény vizet CaCl<sub>2</sub>-oldattal és MgCl<sub>2</sub>-oldattal, a vízlagyítószeret pedig nátrium-karbonáttal (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) és nátrium-foszfáttal (Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) fogjuk **modellezni**. A négyféle csoport a 4 lehetséges kombinációt próbálja ki.

**2. Kísérlet:**

a) A tálcátokon a 3. és 4. kémcsőben is  $5\text{--}5\text{ cm}^3$  oldat van előkészítve. A 3. kémcsőben az A) és B) csoportoknak CaCl<sub>2</sub>-oldat, a C) és D) csoportoknak MgCl<sub>2</sub>-oldat van. A 4. kémcsőben az A) és C) csoportok a mosósóda, a B) és D) csoportok pedig a trisó olyan oldatait találják, amelyek elég tömények az összes kalciumionnal, illetve magnéziumionnal való csapadékképzéshez. Öntsétek a **4. kémcsőből az összes folyadékot a 3. kémcsőbe**.

Mind a négy csoport **tapasztalatait** írjátok be a következő táblázatba, és közösen egészítsétek ki az **egyenleteket**.

**A reakcióegyenletekben húzzátok alá a keletkezett csapadékok képletét.**

| Csoportok    | Összeöntött oldatok:  | Tapasztalatok: | Magyarázatok (reakcióegyenletek):                     |
|--------------|---|----------------|---|
| A) csoportok | CaCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -oldat (mosószóda) |                | CaCl <sub>2</sub> + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> = |
| B) csoportok | CaCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> -oldat (trisó)     |                | CaCl <sub>2</sub> + Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> = |
| C) csoportok | MgCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -oldat (mosószóda) |                | MgCl <sub>2</sub> + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> = |
| D) csoportok | MgCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> -oldat (trisó)     |                | MgCl <sub>2</sub> + Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> = |

b) Tölcsér és szűrőpapír segítségével szűrjétek át a **3. kémcső tartalmát a 4. kémcsőbe** (amiben eredetileg a mosószóda vagy a trisó volt). A szűrletből mérjétek 5 cm<sup>3</sup>-t az 5. kémcsőbe, adjatok hozzá 1 cm<sup>3</sup> szappanoldatot. Dugaszoljátok be és erőteljesen rázzátok össze tízszer. Mérjétek meg vonalzóval a képződött hab magasságát, és írjátok be az alábbi táblázatba. Vessétek össze ezeket az 1. Kísérlet tapasztalataival, és vonjátok le a következtetéseket.

| Csoportok    | Összeöntött oldatok szűrlete + szappanoldat   | Tapasztalatok:<br>A hab magassága (cm) | Következtetések/magyarázatok:  |
|--------------|---|--|--|
| A) csoportok | CaCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -oldat szűrlete + szappanoldat |  | A Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (mosószóda) vízlágyításra <b>alkalmas/nem alkalmas</b> . |
| B) csoportok | CaCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> -oldat szűrlete + szappanoldat |  | A Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (trisó) vízlágyításra <b>alkalmas/nem alkalmas</b> .     |
| C) csoportok | MgCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -oldat szűrlete + szappanoldat |  | A Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (mosószóda) vízlágyításra <b>alkalmas/nem alkalmas</b> . |
| D) csoportok | MgCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> -oldat szűrlete + szappanoldat |  | A Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (trisó) vízlágyításra <b>alkalmas/nem alkalmas</b> .     |

Most nézzük meg, hogyan lehetett volna a **sók oldhatóságát** tartalmazó **alábbi táblázat** ismeretében rájönni arra, hogy **milyen vegyületek alkalmasak vízlágyításra**, és hogy hogyan kellett **megtervezni** a kísérleteket.

**Ezzel a táblázattal mások kísérleteinek a közzétett eredményeit, azaz „irodalmi adatokat” használunk föl.**

| Kationok         | Anionok         |                 |                 |                               |                               |                               |                              |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
|                  | OH <sup>-</sup> | Cl <sup>-</sup> | S <sup>2-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> |
| Na <sup>+</sup>  | Jól             | Jól             | Jól             | Jól                           | Jól                           | Jól                           | Jól                          |
| K <sup>+</sup>   | Jól             | Jól             | Jól             | Jól                           | Jól                           | Jól                           | Jól                          |
| Mg <sup>2+</sup> | Nem             | Jól             | Jól             | Jól                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Ca <sup>2+</sup> | Kissé           | Jól             | Kissé           | Kissé                         | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Ba <sup>2+</sup> | Jól             | Jól             | Jól             | Nem                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Al <sup>3+</sup> | Nem             | Jól             | –               | Jól                           | Nem                           | –                             | Jól                          |
| Zn <sup>2+</sup> | Nem             | Jól             | Nem             | Jól                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Ag <sup>+</sup>  | –               | Nem             | Nem             | Kissé                         | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Cu <sup>2+</sup> | Nem             | Jól             | Nem             | Jól                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Pb <sup>2+</sup> | Nem             | Kissé           | Nem             | Nem                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Fe <sup>2+</sup> | Nem             | Jól             | Nem             | Jól                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Fe <sup>3+</sup> | Nem             | Jól             | –               | Jól                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |

1. A táblázatban a „**Jól**” azt jelenti, hogy a kation és az anion vegyülete **jó vízoldhatóságú**, a „**Nem**” a **csapadék**.
2. Olyan **anionokat** kell keresni, amelyek a **Ca<sup>2+</sup>**-nal és a **Mg<sup>2+</sup>**-nal is **csapadékot** képeznek. Ezek a **PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>** és a **CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>**.
3. A **PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>** illetve a **CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>**-ionok csak **vízoldható** vegyület formájában használhatók **vízlágyítószerként**. Ezek a **Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**, a **Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>**, a **K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**, és a **K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>**.

4. A fenti 4 vegyület közül a (mosó)szóda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), illetve a trisó ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) az **olcsó** megoldások.

5. Az „**egyszerre csak egy tényezőt változtatunk**” elv szerint mindkét vízlágyítószeret kipróbáltuk mindkét vízkeménységet okozó ionnal. **Azonos töménységű és térfogatú**  $\text{Ca}^{2+}$ - és a  $\text{Mg}^{2+}$ -tartalmú oldatokhoz a szóda és a trisó oldataiból **azonos térfogatúakat** öntöttünk és **ugyanúgy szűrtük** őket. Majd a szűrletek **ugyanolyan térfogatú részleteit ugyanolyan térfogatú szappanoldattal ugyanannyiszor, ugyanolyan intenzitással ráztuk, és ugyanúgy mértük a hab magasságát**, mint az 1. Kísérletben.

A mosószóda és a trisó közül vajon melyiknek nagyobb a környezetszennyező hatása és miért?

.....  
A **foszfátmentes mosószerek** részben olyan hatóanyagokat is tartalmaznak, amelyek nem érzékenyek a víz keménységére. Másrészt vannak bennük a víz keménységét csökkentő anyagok is (pl. zeolit, ami a vízkeménységet okozó kationokat más kationokra cseréli).

### Az „ősi ellenség” (3. típus: kísérlettervező változat)

Gyakran láthatunk a reklámokban a **vízke** hatásai ellen küzdő háziasszonyokat és vízvezeték-szerelőket. A **kemény vízből** lerakódó vízke nemcsak **csúnya**, hanem **káros** és **veszélyes** is. **Hőszigetelő** hatása miatt megnöveli a víz felforralásához szükséges energiát, és még kazánrobbanást is okozhat. A **kemény vízben a szappan rosszul habzik**, tisztító hatása csökken, sőt szürkés lepedék is képződik. A **vízlágyítás** tehát fontos a háztartások és az ipar számára. Ezt használják ki az „elektromos vízke mentesítő” áruló **áltudományos csalók**, akik a vízkövet „ősi ellenség”-nek nevezik. Pedig éppen ők maguk a tudatlan emberek pénztárcáján élősködő „ősi ellenség”...

Most azt vizsgáljuk meg, hogyan lehet **tényleg eredményesen végezni a vízlágyítást**.

Először azt kell kiderítenünk, hogy **mely kationok okozzák a víz keménységét**. A természetes vizekben legnagyobb mennyiségben a következő 4 kation fordul elő, általában a csökkenő koncentráció szerinti ilyen sorrendben:  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$ . Az 1. Kísérletben négy csoportban fogjátok vizsgálni a négyféle kation hatását. (Az anionok nem okoznak vízkeménységet.)

**1. Kísérlet:** A tálcákon lévő 1. kémcsőben 5 cm<sup>3</sup> desztillált víz van. A 2. kémcsőben pedig azon kation vegyületének (kloridjának) 5 cm<sup>3</sup> oldata, amelyet a csoportotok vizsgál. Adagoljatok mindkét kémcsőbe 1 cm<sup>3</sup> szappanoldatot. Dugaszoljátok be a kémcsöveket és mindkettőt egyformán erőteljesen rázzátok össze tízszer. Mérjétek meg vonalzóval a képződött hab magasságát, és írjátok be azt az alábbi táblázatba. Utána a többi csoport adatait is írjátok be a táblázatba, és vonjátok le a következtetéseket.

A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy ~~húzd át~~ a hibás szövegrészt.

| Csoportok    | Tapasztalatok: A hab magassága (cm) |                              | Következtetések/magyarázatok:                            |
|--------------|-------------------------------------|------------------------------|--|
|              | desztillált vízben                  | sóoldatban                   |  |
| A) csoportok |                                     | CaCl <sub>2</sub> -oldatban: | A Ca <sup>2+</sup> vízkeménységet <b>okoz/nem okoz</b> . |
| B) csoportok |                                     | MgCl <sub>2</sub> -oldatban: | A Mg <sup>2+</sup> vízkeménységet <b>okoz/nem okoz</b> . |
| C) csoportok |                                     | NaCl-oldatban:               | A Na <sup>+</sup> vízkeménységet <b>okoz/nem okoz</b> .  |
| D) csoportok |                                     | KCl-oldatban:                | A K <sup>+</sup> vízkeménységet <b>okoz/nem okoz</b> .   |

A **vízlágyítás** során tehát a vízből **el kell távolítani** a keménységet okozó .....ionokat.

Ez **fizikai** és **kémiai** módszerekkel történhet. **Fizikai** módszerrel tisztított víz a **desztillált víz**. Ilyet lehet készen is vásárolni, de ahhoz **drága**, hogy pl. mosásra ezt használjuk.

A víz és a benne oldott anyagok (sók) melyik **fizikai tulajdonságának különbözőségét** használják ki a **desztilláció** során? .....

Vajon miért drága a desztillált víz?

.....  
A **kémiai** módszerekkel való vízlágyításhoz **vízlágyítószereket** használhatunk. Ezek a keménységet okozó ionokat **vízben rosszul oldódó vegyület (csapadék)** formájában távolítják el. A 2. Kísérletben azt vizsgáljuk, hogy milyen vegyületek lehetnek alkalmasak **vízlágyításra**. A kemény vizet CaCl<sub>2</sub>-oldattal és MgCl<sub>2</sub>-oldattal fogjuk **modellezni**. A **vízlágyítószereket modellező** anyagokat pedig **nektek kell kiválasztani** az alábbi gondolatmenet alapján.

#### 2. Kísérlet:

a) Nézzük, hogyan lehet a **szükséges tények és adatok** ismeretében, **logikus gondolkodással** rájönni, hogy mely vegyületekkel érdemes próbálkozni a vízlágyítószerek alkalmas anyagok keresésekor.

A túloldalon lévő táblázat a **sók oldhatóságára vonatkozó tényeket tartalmazza**.

**Ezzel a táblázattal mások kísérleteinek a közzétett eredményeit, azaz „irodalmi adatokat” használunk föl.**

1. A táblázatban a „**Jól**” azt jelenti, hogy a kation és az anion vegyülete **jó vízoldhatóságú**, a „**Nem**” a **csapadék**.

2. Olyan **anionokat** kell keresni a túloldali táblázatban, amelyek a **Ca<sup>2+</sup>**-nal és a **Mg<sup>2+</sup>**-nal is **csapadékot** képeznek.

Melyek ezek?.....

| Kationok         | Anionok         |                 |                 |                               |                               |                               |                              |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
|                  | OH <sup>-</sup> | Cl <sup>-</sup> | S <sup>2-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> |
| Na <sup>+</sup>  | Jól             | Jól             | Jól             | Jól                           | Jól                           | Jól                           | Jól                          |
| K <sup>+</sup>   | Jól             | Jól             | Jól             | Jól                           | Jól                           | Jól                           | Jól                          |
| Mg <sup>2+</sup> | Nem             | Jól             | Jól             | Jól                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Ca <sup>2+</sup> | Kissé           | Jól             | Kissé           | Kissé                         | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Ba <sup>2+</sup> | Jól             | Jól             | Jól             | Nem                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Al <sup>3+</sup> | Nem             | Jól             | -               | Jól                           | Nem                           | -                             | Jól                          |
| Zn <sup>2+</sup> | Nem             | Jól             | Nem             | Jól                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Ag <sup>+</sup>  | -               | Nem             | Nem             | Kissé                         | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Cu <sup>2+</sup> | Nem             | Jól             | Nem             | Jól                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Pb <sup>2+</sup> | Nem             | Kissé           | Nem             | Nem                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Fe <sup>2+</sup> | Nem             | Jól             | Nem             | Jól                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Fe <sup>3+</sup> | Nem             | Jól             | -               | Jól                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |

3. A kiválasztott anionok csak **vízoldható** vegyület formájában használhatók **vízlágyítószerként**.

Milyen kationokkal képeznek a kiválasztott anionok vízben **jól oldódó** sókat?.....

4. Melyik 4 vegyület tűnik eszerint alkalmasnak a vízlágyításra?.....

5. A 4 vegyület közül a nátriumionokat tartalmazó „mosószóda” és a „trisó” az **olcsó** megoldások. A „trisó”-ban a „tri” azt jelenti, **3** kation van a képletében. Írjátok ide a **szabályos nevüket** és a **képletüket!**

A trisó képlete: ..... neve: .....

A mosószóda képlete: ..... neve: .....

6. Az „**egyszerre csak egy tényezőt változtatunk**” elv szerint mindkét fönti vegyületet ki kell próbálni mindkét vízkeménységet okozó ionnal. Ez négyféle kombinációt jelent. A különböző betűjelű csoportokat 3. kémcsövében **azonos töménységű** Ca<sup>2+</sup>- vagy Mg<sup>2+</sup>-tartalmú oldatok vannak. A 4. kémcsőben pedig a mosószóda vagy a trisó olyan oldata, amelyek elég tömények az összes kalciumionnal, ill. magnéziumionnal való csapadékképzéshez.

Végezzétek el a kísérleteket, töltsétek ki az alábbi táblázatot, és **húzzátok alá a csapadékok** képletét!

| Csoportok    | Összeöntött oldatok:                               | Tapasztalatok: | Magyarázatok (reakcióegyenletek): |
|--------------|--|----------------|-----------------------------------|
| A) csoportok | CaCl <sub>2</sub> -oldat + .....-oldat (mosószóda) |                | CaCl <sub>2</sub> + ..... =       |
| B) csoportok | CaCl <sub>2</sub> -oldat + .....-oldat (trisó)     |                | CaCl <sub>2</sub> + ..... =       |
| C) csoportok | MgCl <sub>2</sub> -oldat + .....-oldat (mosószóda) |                | MgCl <sub>2</sub> + ..... =       |
| D) csoportok | MgCl <sub>2</sub> -oldat + .....-oldat (trisó)     |                | MgCl <sub>2</sub> + ..... =       |

b) Tölcsér és szűrőpapír segítségével szűrjétek át a **3. kémcső tartalmát** a **4. kémcsőbe**. Hogyan tudnátok megvizsgálni, hogy a szűrletből sikerült-e kivonni a vízkeménységet okozó ionokat? Gondoljatok az 1. Kísérletre! **Mind a négyféle csoportnak pontosan ugyanúgy kell végezni próbát!**

| Csoportok    | Összeöntött oldatok szűrletével végzett próba:         | Tapasztalatok: | Következtetések/magyarázatok:                                    |
|--------------|--|----------------|--|
| A) csoportok | CaCl <sub>2</sub> -oldat + .....-oldat szűrlete +..... |                | A mosószóda (.....) vízlágyításra <b>alkalmas/nem alkalmas</b> . |
| B) csoportok | CaCl <sub>2</sub> -oldat + .....-oldat szűrlete +..... |                | A trisó (.....) vízlágyításra <b>alkalmas/nem alkalmas</b> .     |



|              |   |  |  |
|--------------|---|--|--|
| C) csoportok | MgCl <sub>2</sub> -oldat + .....-oldat<br>szűrlete +..... |  | A mosószóda (.....) vizsgálásra<br><b>alkalmas/nem alkalmas.</b> |
| D) csoportok | MgCl <sub>2</sub> -oldat + .....-oldat<br>szűrlete +..... |  | A trisó (.....) vizsgálásra<br><b>alkalmas/nem alkalmas.</b>     |

A mosószóda és a trisó közül vajon melyiknek nagyobb a környezetszennyező hatása és miért?

.....  
A **foszfátmentes mosószerek** részben olyan hatóanyagokat is tartalmaznak, amelyek nem érzékenyek a víz keménységére. Másrészt vannak bennük a víz keménységét csökkentő anyagok is (pl. zeolit, ami a vízkeménységet okozó kationokat más kationokra cseréli).

### Az „ősi ellenség” (tanári változat)

Gyakran láthatunk a reklámokban a **vízke** hatásai ellen küzdő háziasszonyokat és vízvezeték-szerelőket. A **kemény vízből** lerakódó vízke nemcsak **csúnya**, hanem **káros** és **veszélyes** is. **Hőszigetelő** hatása miatt megnöveli a víz felforralásához szükséges energiát, és még kazánrobbanást is okozhat. A **kemény vízben a szappan rosszul habzik**, tisztító hatása csökken, sőt szürkés lepedék is képződik. A **vízlägyítés** tehát fontos a háztartások és az ipar számára. Ezt használják ki az „elektromos vízke mentesítőt” áruló **áltudományos csalók**, akik a vízkevet „ősi ellenség”-nek nevezik. Pedig éppen ők maguk a tudatlan emberek pénztárcáján élösködö „ősi ellenség”...

Most azt vizsgáljuk meg, hogyan lehet **tényleg eredményesen végezni a vízlägyítást**.

Elöször azt kell kiderítenünk, hogy **mely kationok okozzák a víz keménységét**. A természetes vizekben legnagyobb mennyiségben a következö 4 kation fordul elő, általában a csökkenö koncentráció szerinti ilyen sorrendben:  $Ca^{2+} > Mg^{2+} > Na^+ > K^+$ . Az 1. Kísérletben négy csoportban fogjátok vizsgálni a négyféle kation hatását. (Az anionok nem okoznak vízkeménységet.)

**1. Kísérlet:** A tálcáton lévö 1. kémcsöben  $5\text{ cm}^3$  desztillált víz van. A 2. kémcsöben pedig azon kation vegyületének (kloridjának)  $5\text{ cm}^3$  oldata, amelyet a csoportotok vizsgál. Adagoljatok mindkét kémcsöbe  $1\text{ cm}^3$  szappanoldatot. Dugaszoljátok be a kémcsöveket és mindkettöt egyformán erőteljesen rázzátok össze tízszer. Mérjétek meg vonalzóval a képzödött hab magasságát, és írójátok be azt az alábbi táblázatba. Utána a többi csoport adatait is írójátok be a táblázatba, és vonjátok le a következtetéseket.

**A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy húzd át a hibás szövegrészt.**

| Csoportok    | Tapasztalatok: A hab magassága (cm) |  | Következtetések/magyarázatok:                           |
|--------------|-------------------------------------|--|---|
|              | desztillált vízben                  | sóoldatban                                   |   |
| A) csoportok | <b>6-8 cm</b>                       | CaCl <sub>2</sub> -oldatban: <b>0 - 1 cm</b> | A Ca <sup>2+</sup> vízkeménységét <b>okoz/nem okoz.</b> |
| B) csoportok | <b>6-8 cm</b>                       | MgCl <sub>2</sub> -oldatban: <b>0 - 1 cm</b> | A Mg <sup>2+</sup> vízkeménységét <b>okoz/nem okoz.</b> |
| C) csoportok | <b>6-8 cm</b>                       | NaCl-oldatban: <b>6-8 cm</b>                 | A Na <sup>+</sup> vízkeménységét <b>okoz/nem okoz.</b>  |
| D) csoportok | <b>6-8 cm</b>                       | KCl-oldatban: <b>6 - 8 cm</b>                | A K <sup>+</sup> vízkeménységét <b>okoz/nem okoz.</b>   |

#### Megjegyzések:

- A következö fényképeken láthatók az 1. Kísérlet eredményei csoportonként.
- Az első fényképsorozat a sóoldatokat ábrázolja a szappanoldat hozzáöntése után, de a kémcsövek összerázása előtt. Ezeken a képeken látható, hogy a szappanoldat a Ca<sup>2+</sup>- és Mg<sup>2+</sup>-ionokkal csapadékot képez, míg a desztillált vízben, a NaCl- és a KCl-oldatban csak enyhén opalizál. Ennek megfigyeltetésével alátámaszthatjuk a feladatlap bevezetőjében leírtakat.
- A <https://drive.google.com/file/d/0B9qd9GgBMsnlc1F1eF9CYUZTaE0/view?usp=sharing> linken elérhető videón jól látszik, hogy a szappanoldat magnézium-klorid-oldattal összerázás után pelyhes csapadékot képez, a víznél kisebb sűrűségű csapadék az oldat tetejére úszik, a habzás minimális.



- *A második fényképsorozaton az oldatok összerázás után láthatók. Ezek a képek jól mutatják, hogy a  $\text{CaCl}_2$ - és a  $\text{MgCl}_2$ -oldatban alig habzik a szappan, míg a  $\text{NaCl}$ - és a  $\text{KCl}$ -oldatban a szappan habzása jó közelítéssel megegyezik a desztillált vízben tapasztalttal.*



A vízlágyítás során tehát a vízből **el kell távolítani** a keménységet okozó  **$Ca^{2+}$ - és  $Mg^{2+}$ -ionokat**.

Ez **fizikai** és **kémiai** módszerekkel történhet. **Fizikai** módszerrel tisztított víz a **desztillált víz**. Ilyet lehet készen is vásárolni, de ahhoz **drága**, hogy pl. mosásra ezt használjuk.

A víz és a benne oldott anyagok (sók) melyik **fizikai tulajdonságának különbözőségét** használják ki a **desztilláció** során? **A forráspont (illékonyság)**.

Vajon miért drága tehát a desztillált víz?

**A vízdesztillálás energiaigényes folyamat, és az energiának ára van.**

[Csak az 1. és 2. típusú csoportnak!]

A kémiai módszerekkel való vízlágyításhoz **vízlágyítószer**eket használhatunk. Ezek a keménységet okozó ionokat **vízben rosszul oldódó vegyület (csapadék)** formájában távolítják el. A 2. Kísérletben azt vizsgáljuk, hogy a vízlágyításra ajánlott **mosószódának** ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) és **trisónak** ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) tényleg van-e **vízlágyító** hatása. A kemény vizet  $\text{CaCl}_2$ -oldattal és  $\text{MgCl}_2$ -oldattal, a vízlágyítószerket pedig nátrium-karbonáttal ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) és nátrium-foszfáttal ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) fogjuk **modellezni**. A négyféle csoport a 4 lehetséges kombinációt próbálja ki.

## 2. Kísérlet:

a) A tálcákon a 3. és 4. kémcsőben is 5-5 cm<sup>3</sup> oldat van előkészítve. A 3. kémcsőben az A) és B) csoportoknak  $\text{CaCl}_2$ -oldat, a C) és D) csoportoknak  $\text{MgCl}_2$ -oldat van. A 4. kémcsőben az A) és C) csoportok a mosószóda, a B) és D) csoportok pedig a trisó olyan oldatait találják, amelyek elég tömények az összes kalciumionnal, illetve magnéziumionnal való csapadékképzéshez. Öntsétek a **4. kémcsőből az összes folyadékot a 3. kémcsőbe**.

Mind a négy csoport **tapasztalatait** írjátok be a következő táblázatba, és közösen egészítsétek ki az **egyenleteket**.

A reakcióegyenletekben **húzzátok alá** a keletkezett **csapadékok képletét**.

| Csoportok    | Összeöntött oldatok:   | Tapasztalatok:                  | Magyarázatok (reakcióegyenletek):   |
|--------------|--|---------------------------------|---|
| A) csoportok | $\text{CaCl}_2$ -oldat + $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -oldat (mosószóda) | <b>fehér csapadék képződött</b> | $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \underline{\text{CaCO}_3} + 2 \text{NaCl}$                  |
| B) csoportok | $\text{CaCl}_2$ -oldat + $\text{Na}_3\text{PO}_4$ -oldat (trisó)     | <b>fehér csapadék képződött</b> | $3 \text{CaCl}_2 + 2 \text{Na}_3\text{PO}_4 = \underline{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2} + 6 \text{NaCl}$ |
| C) csoportok | $\text{MgCl}_2$ -oldat + $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -oldat (mosószóda) | <b>fehér csapadék képződött</b> | $\text{MgCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \underline{\text{MgCO}_3} + 2 \text{NaCl}$                  |
| D) csoportok | $\text{MgCl}_2$ -oldat + $\text{Na}_3\text{PO}_4$ -oldat (trisó)     | <b>fehér csapadék képződött</b> | $3 \text{MgCl}_2 + 2 \text{Na}_3\text{PO}_4 = \underline{\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2} + 6 \text{NaCl}$ |

Megjegyzés:

- Az alábbi fényképen láthatók a keletkező fehér csapadékos rendszerek. A kalcium-karbonát és a kalcium-foszfát jól láthatóan fehér csapadékot ad. A magnézium-karbonát válik le a legkevésbé. Ez érthető is, hiszen a magnézium-karbonát oldhatósága a legnagyobb a négy só közül (oldhatóság 20 °C-on  $3,25 \cdot 10^{-2}$  mol/dm<sup>3</sup>), másrészt az egyensúlyi rendszerben a karbonátionok hidrolízise miatt jelenlévő hidrogén-karbonát-ionok is befolyásolhatják az oldhatóságot.



b) Tölcsér és szűrőpapír segítségével szűrjétek át a **3. kémcső tartalmát a 4. kémcsőbe** (amiben eredetileg a mosószóda vagy a trisó volt). A szűrletből mérjétek 5 cm<sup>3</sup>-t az 5. kémcsőbe, adjatok hozzá 1 cm<sup>3</sup> szappanoldatot. Dugaszoljátok be és erőteljesen rázzátok össze tízszer. Mérjétek meg vonalzóval a képződött hab magasságát, és írjátok be az alábbi táblázatba. Vessétek össze ezeket az 1. Kísérlet tapasztalataival és vonjátok le a következtetéseket.

| Csoportok    | Összeöntött oldatok szűrlete + szappanoldat   | Tapasztalatok:<br>A hab magassága (cm) | Következtetések/magyarázatok:  |
|--------------|---|--|--|
| A) csoportok | CaCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -oldat szűrlete + szappanoldat | <b>4-5 cm</b>                          | A Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (mosószóda) vízlágyításra <b>alkalmas/nem alkalmas</b> . |
| B) csoportok | CaCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> -oldat szűrlete + szappanoldat | <b>6-8 cm</b>                          | A Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (trisó) vízlágyításra <b>alkalmas/nem alkalmas</b> .     |
| C) csoportok | MgCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -oldat szűrlete + szappanoldat | <b>2-3 cm</b>                          | A Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (mosószóda) vízlágyításra <b>alkalmas/nem alkalmas</b> . |
| D) csoportok | MgCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> -oldat szűrlete + szappanoldat | <b>6-8 cm</b>                          | A Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (trisó) vízlágyításra <b>alkalmas/nem alkalmas</b> .     |

**Megjegyzés:**

- Az alábbi fénykép mutatja a szappanhab képződését a szűrletekben. Azt tapasztaljuk, hogy a szűrletek mindegyikében jobban habzik a szappan, mint az 1. Kísérletben a CaCl<sub>2</sub>- és MgCl<sub>2</sub>-oldatban. Feltűnő, hogy a szódaoldattal reagáltatott oldatok esetén – az **A)** és **C)** csoportok esetében – a hab magasságának növekedése csekély. A habzás az eredetileg Mg<sup>2+</sup>-ionokat tartalmazó oldat szűrletében a legkisebb mértékű. (A magnézium-karbonát oldhatósági szorzata  $L = 1,0 \cdot 10^{-5}$ ). Ez arra utal, hogy a szóda vízlágyításra kevésbé alkalmas, mint a trisó. Ez összecseng a gyakorlatban alkalmazott módszerekkel: a szódát az iparban Ca(OH)<sub>2</sub>-dal együtt használják vízlágyításra.<sup>42</sup>

<sup>42</sup> [http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0028\\_PatzayGy\\_Kemiai-technologia/Kemiai\\_Technologia\\_vegleges-2\\_70\\_70.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0028_PatzayGy_Kemiai-technologia/Kemiai_Technologia_vegleges-2_70_70.html) (2017. 09. 07.)



[Csak a 2. típusú csoportnak!]

Most nézzük meg, hogyan lehetett volna a **sók oldhatóságát** tartalmazó **alábbi táblázat** ismeretében rájönni arra, hogy **milyen vegyületek alkalmasak vízlágyításra**, és hogy hogyan kellett **megtervezni** a kísérleteket.

Ezzel a táblázattal mások kísérleteinek a **közzétett eredményeit, azaz „irodalmi adatokat”** használunk föl.

| Kationok         | Anionok         |                 |                 |                               |                               |                               |                              |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
|                  | OH <sup>-</sup> | Cl <sup>-</sup> | S <sup>2-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> |
| Na <sup>+</sup>  | Jól             | Jól             | Jól             | Jól                           | Jól                           | Jól                           | Jól                          |
| K <sup>+</sup>   | Jól             | Jól             | Jól             | Jól                           | Jól                           | Jól                           | Jól                          |
| Mg <sup>2+</sup> | Nem             | Jól             | Jól             | Jól                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Ca <sup>2+</sup> | Kissé           | Jól             | Kissé           | Kissé                         | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Ba <sup>2+</sup> | Jól             | Jól             | Jól             | Nem                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Al <sup>3+</sup> | Nem             | Jól             | –               | Jól                           | Nem                           | –                             | Jól                          |
| Zn <sup>2+</sup> | Nem             | Jól             | Nem             | Jól                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Ag <sup>+</sup>  | –               | Nem             | Nem             | Kissé                         | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Cu <sup>2+</sup> | Nem             | Jól             | Nem             | Jól                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Pb <sup>2+</sup> | Nem             | Kissé           | Nem             | Nem                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Fe <sup>2+</sup> | Nem             | Jól             | Nem             | Jól                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |
| Fe <sup>3+</sup> | Nem             | Jól             | –               | Jól                           | Nem                           | Nem                           | Jól                          |

1. A táblázatban a „**Jól**” azt jelenti, hogy a kation és az anion vegyülete **jó vízoldhatóságú**, a „**Nem**” a **csapadék**.
2. Olyan **anionokat** kell keresni, amelyek a **Ca<sup>2+</sup>**-nal és a **Mg<sup>2+</sup>**-nal is **csapadékot** képeznek. Ezek a **PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>** és a **CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>**.
3. A **PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>** illetve a **CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>**-ionok csak **vízoldható** vegyület formájában használhatók **vízlágyítószerként**. Ezek a **Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**, a **Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>**, a **K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**, és a **K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>**.
4. A fenti 4 vegyület közül a (mosó)szóda (**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**), illetve a trisó (**Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>**) az **olcsó** megoldások.
5. Az „**egyszerre csak egy tényezőt változtatunk**” elv szerint mindkét vízlágyítószer kipróbáltuk mindkét vízkeménységet okozó ionnal. **Azonos töménységű és térfogatú** Ca<sup>2+</sup>- és a Mg<sup>2+</sup>-tartalmú oldatokhoz a szóda és a trisó oldataiból **azonos térfogatúakat** öntöttünk és **ugyanúgy szűrtük** őket. Majd a szűrletek **ugyanolyan térfogatú részleteit ugyanolyan térfogatú szappanoldattal ugyanannyiszor, ugyanolyan intenzitással ráztuk**, és **ugyanúgy mértük a hab magasságát**, mint az 1. Kísérletben.

*Megjegyzés:*

- *A táblázat tanulmányozása során a tanulóknak felmerülhet a OH<sup>-</sup>-ionok alkalmassága is, hiszen a táblázat szerint a Mg(OH)<sub>2</sub> „nem”, a Ca(OH)<sub>2</sub> pedig csak „kissé” oldható. Ekkor meg kell beszélni, hogy milyen vízoldható anyagok maradnak egy NaOH-dal vagy KOH-dal végzett vízlágyítás során a szűrletben, és milyen következményekkel járhat a víz erősen lúgos kémhatása. Ráadásul a kalcium-hidroxid oldhatósága nem olyan kicsi, mint a kalcium-karbonáté. Ezt a tanulók onnan is tudhatják, hogy a szén-dioxid kimutatása éppen „meszes vízzel” történik, ami a kalcium-hidroxid víztiszta, leszűrt oldata. (A teljesség kedvéért a tanár kollégák számára meg kell jegyezni, hogy a magnézium-hidroxid oldhatósága kisebb, mint a magnézium-karbonáté.)*



[Csak a 3. típusú csoportoknak!]

A kémiai módszerekkel való vízlágyításhoz **vízlágyítószerkeket** használhatunk. Ezek a keménységet okozó ionokat **vízben rosszul oldódó vegyület (csapadék)** formájában távolítják el. A 2. Kísérletben azt vizsgáljuk, hogy milyen vegyületek lehetnek alkalmasak **vízlágyításra**. A kemény vizet  $\text{CaCl}_2$ -oldattal és  $\text{MgCl}_2$ -oldattal fogjuk **modellezni**. A **vízlágyítószerkeket modellező** anyagokat pedig **nektek kell kiválasztani** az alábbi gondolatmenet alapján.

## 2. Kísérlet:

a) Nézzük, hogyan lehet a **szükséges tények és adatok** ismeretében, **logikus gondolkodással** rájönni, hogy mely vegyületekkel érdemes próbálkozni a vízlágyítószernek alkalmas anyagok keresésekor.

A túloldalon lévő táblázat a **sók oldhatóságára vonatkozó tényeket** tartalmazza.

**Ezzel a táblázattal mások kísérleteinek a közzétett eredményeit, azaz „irodalmi adatokat” használunk föl.**

1. A táblázatban a „**Jól**” azt jelenti, hogy a kation és az anion vegyülete **jó vízoldhatóságú**, a „**Nem**” a **csapadék**.

2. Olyan **anionokat** kell keresni a túloldali táblázatban, amelyek a  $\text{Ca}^{2+}$ -nal és a  $\text{Mg}^{2+}$ -nal is **csapadékot** képeznek.

Melyek ezek?  **$\text{PO}_4^{3-}$  és  $\text{CO}_3^{2-}$ .**

| Kationok         | Anionok       |               |                 |                    |                    |                    |                 |
|------------------|---------------|---------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
|                  | $\text{OH}^-$ | $\text{Cl}^-$ | $\text{S}^{2-}$ | $\text{SO}_4^{2-}$ | $\text{PO}_4^{3-}$ | $\text{CO}_3^{2-}$ | $\text{NO}_3^-$ |
| $\text{Na}^+$    | Jól           | Jól           | Jól             | Jól                | Jól                | Jól                | Jól             |
| $\text{K}^+$     | Jól           | Jól           | Jól             | Jól                | Jól                | Jól                | Jól             |
| $\text{Mg}^{2+}$ | Nem           | Jól           | Jól             | Jól                | Nem                | Nem                | Jól             |
| $\text{Ca}^{2+}$ | Kissé         | Jól           | Kissé           | Kissé              | Nem                | Nem                | Jól             |
| $\text{Ba}^{2+}$ | Jól           | Jól           | Jól             | Nem                | Nem                | Nem                | Jól             |
| $\text{Al}^{3+}$ | Nem           | Jól           | –               | Jól                | Nem                | –                  | Jól             |
| $\text{Zn}^{2+}$ | Nem           | Jól           | Nem             | Jól                | Nem                | Nem                | Jól             |
| $\text{Ag}^+$    | –             | Nem           | Nem             | Kissé              | Nem                | Nem                | Jól             |
| $\text{Cu}^{2+}$ | Nem           | Jól           | Nem             | Jól                | Nem                | Nem                | Jól             |
| $\text{Pb}^{2+}$ | Nem           | Kissé         | Nem             | Nem                | Nem                | Nem                | Jól             |
| $\text{Fe}^{2+}$ | Nem           | Jól           | Nem             | Jól                | Nem                | Nem                | Jól             |
| $\text{Fe}^{3+}$ | Nem           | Jól           | –               | Jól                | Nem                | Nem                | Jól             |

3. A kiválasztott anionok csak **vízoldható** vegyület formájában használhatók **vízlágyítószerként**.

Milyen kationokkal képeznek a kiválasztott anionok vízben **jól oldódó** sókat? **A nátriumionnal és a káliumionnal.**

4. Melyik 4 vegyület tűnik eszerint alkalmasnak a vízlágyításra? **A  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , a  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , a  $\text{K}_2\text{CO}_3$  és a  $\text{K}_3\text{PO}_4$ .**

5. A 4 vegyület közül a nátriumionokat tartalmazó „mosószóda” és a „trisó” az **olcsó** megoldások. A „trisó”-ban a „**tri**” azt jelenti, **3** kation van a képletében. Írjátok ide a **szabályos nevüket** és a **képletüket!**

A trisó képlete:  **$\text{Na}_3\text{PO}_4$**  neve: **nátrium-foszfát/trinátrium-foszfát.**

A mosószóda képlete:  **$\text{Na}_2\text{CO}_3$**  neve: **nátrium-karbonát/dinátrium-karbonát.**

6. Az „**egyszerre csak egy tényezőt változtatunk**” elv szerint mindkét fönti vegyületet ki kell próbálni mindkét vízkeménységet okozó ionnal. Ez négyféle kombinációt jelent. A különböző betűjelű csoportokat 3. kémcsőben **azonos töménységű**  $\text{Ca}^{2+}$ - vagy  $\text{Mg}^{2+}$ -tartalmú oldatok vannak. A 4. kémcsőben pedig a mosószóda vagy a trisó olyan oldata, amelyek elég tömények az összes kalciumionnal, ill. magnéziumionnal való csapadékképzéshez.

Végezzétek el a kísérleteket, töltsétek ki az alábbi táblázatot és **húzzátok alá a csapadékok** képletét!

| Csoportok    | Összeöntött oldatok:   | Tapasztalatok:                          | Magyarázatok (reakcióegyenletek):   |
|--------------|--|---|---|
| A) csoportok | $\text{CaCl}_2$ -oldat + $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -oldat (mosószóda) | <b>fehér csapadék/<br/>opálos oldat</b> | $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \underline{\text{CaCO}_3} + 2 \text{NaCl}$                  |
| B) csoportok | $\text{CaCl}_2$ -oldat + $\text{Na}_3\text{PO}_4$ -oldat (trisó)     | <b>fehér csapadék/<br/>opálos oldat</b> | $3 \text{CaCl}_2 + 2 \text{Na}_3\text{PO}_4 = \underline{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2} + 6 \text{NaCl}$ |

|              |   |                                 |   |
|--------------|---|---------------------------------|---|
| C) csoportok | MgCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -oldat (mosószóda) | fehér csapadék/<br>opálos oldat | $MgCl_2 + Na_2CO_3 = MgCO_3 + 2 NaCl$           |
| D) csoportok | MgCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> oldat (trisó)      | fehér csapadék/<br>opálos oldat | $3 MgCl_2 + 2 Na_3PO_4 = Mg_3(PO_4)_2 + 6 NaCl$ |

b) Tölcsér és szűrőpapír segítségével szűrjétek át a **3. kémcső tartalmát a 4. kémcsőbe**. Hogyan tudnátok megvizsgálni, hogy a szűrletből sikerült-e kivonni a vízkeménységet okozó ionokat? Gondoljatok az 1. Kísérletre! **Mind a négyféle csoportnak pontosan ugyanúgy kell végezni próbát!**

Megjegyzés:

- A kísérlet elvégzése előtt a tanulók először a csoportokon belül tervezzék meg a kísérletet, majd osztályszinten kell egyeztetni a különböző csoportokban született ötleteket. Utána közösen kell megállapodniuk arról, hogy hogyan kell a kísérleteket elvégezni az egyes csoportoknak.

**Válasz: A szűrletből ki kell mérni 5 cm<sup>3</sup> térfogatú oldatot az 5. kémcsőbe. 1 cm<sup>3</sup> szappanoldatot hozzáadva tízszer össze kell rázni, és vonalzóval megmérni a keletkező szappanhab magasságát.**

| Csoportok    | Összeöntött oldatok szűrletével végzett próba:   | Tapasztalatok:<br>A hab magassága (cm) | Következtetések/magyarázatok:   |
|--------------|--|--|---|
| A) csoportok | CaCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -oldat szűrlete + <b>szappanoldat és összerázás</b> | 4-5 cm                                 | A mosószóda (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) vízlágyításra <b>alkalmas</b> /nem alkalmas. |
| B) csoportok | CaCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> -oldat szűrlete + <b>szappanoldat és összerázás</b> | 6-8 cm                                 | A trisó (Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ) vízlágyításra <b>alkalmas</b> /nem alkalmas.     |
| C) csoportok | MgCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -oldat szűrlete + <b>szappanoldat és összerázás</b> | 2-3 cm                                 | A mosószóda (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) vízlágyításra <b>alkalmas</b> /nem alkalmas. |
| D) csoportok | MgCl <sub>2</sub> -oldat + Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> -oldat szűrlete + <b>szappanoldat és összerázás</b> | 6-8 cm                                 | A trisó (Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ) vízlágyításra <b>alkalmas</b> /nem alkalmas.     |

- A tanulóknak a kísérletet úgy kell megtervezniük, hogy az 1. Kísérlet után rögzített tapasztalatokkal összevethetők legyenek az eredmények. Ezért a szűrletekkel végzett próbát az 1. Kísérletben leírtak szerint kell elvégezniük. Mivel a 1. Kísérletben az oldatok térfogata 5 cm<sup>3</sup> volt, a keletkezett szűrletből a próbához ekkora térfogatot kell kimérniük a rendelkezésre álló térfogatmérő eszközzel. Utána pedig ugyanakkora térfogatú (1 cm<sup>3</sup>) szappanoldatot kell bele tenniük, pontosan tízszer kell összerázniuk, és vonalzóval kell megmérniük a hab magasságát.

**[Mindhárom típusú csoportnak!]**

A mosószóda és a trisó közül vajon melyiknek nagyobb a környezetszennyező hatása és miért?

**Válasz: A trisónak, mert a benne lévő foszfor miatt a vízi növények elszaporodását okozhatja.**

Megjegyzés:

- A teljesebb válasz, amiből annyit érdemes megbeszélni a tanulókkal, amennyinek a megértésére és a befogadására a tanár szerint képesek: A trisónak, mert foszfátion formájában foszfort tartalmaz, amely a növények számára felvehető, szerves anyagokat felépítő („organogén”) elem. Így a trisó a tavakba kerülve elősegíti a növények elszaporodását, ezzel a tó feltöltődését. (A szóda karbonátion formájában szénat tartalmaz, de ez nem jelent tápanyag-növekedést a környezetben, hiszen a növények számára a levegő széndioxid tartalma gyakorlatilag korlátlan szénforrás, ezért a növényekben más mechanizmus alakult ki a szén felvételére, mint a foszforéra.)

A **foszfátmentes mosószerek** részben olyan hatóanyagokat is tartalmaznak, amelyek nem érzékenyek a víz keménységére. Másrészt vannak bennük a víz keménységét csökkentő anyagok is (pl. zeolit, ami a vízkeménységet okozó kationokat más kationokra cseréli).

# 11. feladatlap: Nem ettünk meszet!<sup>43</sup>

(Az első változatot készítette: Rózsashegyi Márta)

## Módszertani útmutató

**1. Téma:** A kalcium vegyületeinek előfordulása és reakcióik (új tananyag)

**2. Felhasználás:** 8. osztály, 45 perces tanóra

### 3. Szükséges előzetes ismeretek:

- A sav, a bázis/lúg és a só fogalma (az Arrhenius–Ostwald-féle disszociációs elmélet szerint).
- Az oldatok kémhatása lehet savas, semleges és lúgos/bázikus.
- Az oldatok kémhatását az egyes sav-bázis indikátorok adott színekkel jelzik.
  - A fenolftaleinindikátor-oldat semleges és savas közegben színtelen, lúgos közegben lila/ciklámen/rózsaszín/bíbor.
  - A vöröskáposzta leve semleges kémhatású oldatban lila színű, savasban piros.
- A vízzel reakcióba lépő fém-oxidok fém-hidroxiddá alakulnak, melyek lúgos kémhatását a hidroxidionok okozzák.
- A savak és a bázisok reagálnak egymással.
- A közömbösítési reakciók általános szóegyenlete: sav + lúg = só + víz.
- A pezsgés gázfejlődést jelez.
- A szénsav vízre és szén-dioxidra bomlik.
- A szén-dioxid gáz-halmazállapotú, az égést nem táplálja.
- A kőzet és az ásvány fogalma.

### 4. Célok:

- Motiváció: a kíváncsiság fölkelése a környezetünkben lévő anyagok tulajdonságainak és viselkedésük szabályszerűségeinek megértése iránt. (Ha volt a tanulók környezetében kisipari építkezés vagy felújítás, akkor mesélhetnek arról, hogy milyen anyagokat és kémiai folyamatokat láttak.)
- A kalcium fontosabb vegyületeinek és azok reakcióinak kontextusba helyezett megismerése.
- Annak felismerése, hogy a természetben, az élő szervezetben, a háztartásban, az iparban és a mezőgazdaságban zajló folyamatok kémiai lényegének megértése azok modellezésével történhet. A modellkísérletekből levont tanulságok pedig lehetőséget nyújtanak a valóságban lezajló folyamatok számunkra kedvező irányba való befolyásolására.
- A kémia hasznáról alkotott nézetek megerősítése azzal, hogy épített környezetünk elképzelhetetlen a vegyipar anyagai és folyamatai nélkül.
- A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
- A logikus következtetéseken alapuló gondolkodás fejlesztése.
- A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében a modellkísérlet tervezésének megértése, illetve a 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók rávezetése a modellkísérlet megtervezésére és kivitelezésére.
- A természetismeret, a biológia és a földrajz tananyagában szerzett ismeretek felelevenítése és integrálása (a mészkőhegyek, a tojás, a csontok anyagának, és a természetben, a háztartásban, ill. iparban lejátszódó folyamatok közös kémiai lényegének tárgyalásával).

### 5. Tananyag:

- **Ismeret szint:**
  - A kalcium-karbonát változatos formákban fordul elő (mészkő, tojánhéj, csontok stb.).

---

<sup>43</sup> A jelen feladatlap témáinak korábbi földolgozásai itt találhatóak: Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához, in: Szalay L. szerk., (2016), Kémiai kísérletek az általános iskolákban (digitális jegyzet), 1. fejezet, 1.6. „A természet harca a savas eső ellen”, 23-25., 3. fejezet, 3.10. „Tényleg meszes a tojás héja?”, 224-228., ISBN 978-963-284-733-7, [http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai\\_kiserletek\\_altalanos\\_iskolakban\\_0.pdf](http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai_kiserletek_altalanos_iskolakban_0.pdf) (2017.08.18.)

- A kalcium vegyületeinek reakciói fontos szerepet játszanak a természetben, az élő szervezetben, a háztartásban, az iparban és a mezőgazdaságban.
  - A kalcium-karbonátból (a mészkőből) hevítés hatására kalcium-oxid („égetett mész”) keletkezik („mészégetés”).
  - Amikor a kalcium-oxid („égetett mész”) vízzel reagál („mészoltás”) kalcium-hidroxid („oltott mész”) keletkezik.
  - A kalcium-karbonát (és általában a karbonátok) sokféle savval reakcióba lépnek, eközben széndioxid-gáz fejlődik.
- **Megértés szint:**
    - A „mészégetés” nem égés, hanem hőbomlás. A megtévesztő elnevezés onnan származik, hogy a szükséges hő hagyományosan a fa égetésével állították elő.
    - A kalcium vegyületeinek reakciói ismeretében a természetben, az élő szervezetben, a háztartásban, az iparban és a mezőgazdaságban zajló sokféle folyamat megérthető és befolyásolható.
    - A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében annak megértése, hogy hogyan kell megtervezni egy valóságos folyamatot leegyszerűsítő (annak lényegét kiemelő) modellkísérletet.
  - **Alkalmazás szint:**
    - Az 1. Kísérlet során megismert kémiai reakciók alkalmazása a 2. Kísérlet magyarázatához.
    - A 3. Kísérlet során megismert kémiai reakció alkalmazása a 4. Kísérlet magyarázatához.
    - A 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében az 1. és a 3. Kísérlet során megismert „modellkísérlet” fogalmának alkalmazása a 4. Kísérlet során.
  - **Magasabb rendű műveletek szintje:**
    - A 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében a 4. Kísérlet során elvégzendő vizsgálatok megtervezése egy komplex természettudományos probléma megoldása érdekében.

## 6. Módszertani megfontolások:

- A kalcium-karbonát reakcióinak a jelen feladatlapon szereplő kísérletekkel való vizsgálata igen jó „befektetés”, amely bőven „kamatozik”. Egyrészt lehetőséget nyújt az élő és élettelen, valamint a természetes és az épített környezetben sokféle formában előforduló anyag (a kalcium-karbonát) és legfontosabb reakciói közös kémiai lényegének megismerésére. Másrészt ezeken keresztül felismerhető, hogy érdemes a valóság folyamatait egyszerűsített formában, modellkísérletekkel vizsgálni. Ezek ugyanis segíthetik a lezajló kémiai reakciók megismerését és megértését. Az így szerzett tudás birtokában pedig számunkra kedvező irányba befolyásolhatjuk a laboratóriumokon kívüli valóság folyamatait is.
- A „savas eső” kapcsán utalni kell arra, hogy az eső természetesen nem az ecetsavtól, hanem más anyagoktól savas. (Ennek részleteiről vagy tanultak már korábban a diákok, vagy később fognak sorra kerülni az adott tananyagrészek.) Ez tehát jó alkalom annak rögzítésére, hogy az ecetsavval csak más, savas tulajdonságú anyagokat modellezünk.
- Az a tény csak a kémiai egyensúlyok, valamint a gyenge savak fogalmának ismeretében tárgyalható, hogy a karbonátok a szénsavnál erősebb savakkal lépnek reakcióba. (A szénsavat csak a nála erősebb savak tudják felszabadítani a sóiból, a karbonátokból és a hidrogén-karbonátokból.)
- A feladatlap megoldása során érdemes kitérni arra, hogy a „mészégetés” nem égés, hanem hőbomlás. Ezzel megelőzhető egy gyakori tévképzet kialakulása. Az „égetett szesz”-hez hasonlóan megtévesztő elnevezés onnan származik, hogy a szükséges hő hagyományosan fa égetésével állították elő.
- A feladatlap fölhívja a figyelmet arra, hogy a „mész”, „meszes” szóval többféle kalcium-vegyületet is illetünk. Ha van idő rá, akkor hasznos lenne megbeszélni azt is, hogy a szén-dioxid egyszerű kimutatására szolgáló „meszes víz” a kalcium-hidroxid szűrt, víztiszta oldata.
- A kalcium-karbonát élelmiszer adalékanyagként (E170) is használatos. Ez a tény szerepel a feladatlapon, és jó alkalmat teremt az áltudományos „E-fóbia” elleni küzdelemre. Ha az idő engedi, érdemes kitérni annak megbeszélésre, hogy az „E-számmal” jelölt anyagok éppen azért nem veszedelmesek, mert ezek élelmiszerekben való fölhasználását a hatóságok csak alapos vizsgálatok után engedélyezték.

- A természetismeretben 5. osztályban, földrajzban pedig 8. osztályban megismerkednek a tanulók a hazai mészkőhegységekkel, biológiából pedig 8. osztályban sor kerül a csontokat felépítő anyagok ismertetésére. Az óra bevezetése során vagy a házi feladat kijelölésekor építhetünk ezekre az ismeretekre is.
- Egy 60 kg tömegű ember szervezetében 1,2 kg kalcium található, ennek 80%-a a csontokban van, természetesen különböző vegyületek, többek között kalcium-karbonát formájában. Ezek a számszerű adatok, vagy egy ezekből képezett feladat – ha van időnk és lehetőségünk számolni – érdekes lehet.
- A kalcium vegyületeinek építőipari felhasználása kapcsán elmesélhetjük (ha van rá lehetőség), filmmel is bemutatjuk, hogy régebben az építkezéseken fa- vagy széntüzelésű kályhával fűtöttek. Utána feltehetjük a gondolkoztató kérdést, hogy ennek vajon milyen előnyei voltak. Így a habarcs megkötésekor lejátszódó kémiai reakció (kalcium-hidroxid + szén-dioxid = kalcium-karbonát + víz) teljessé teszi azt a körfolyamatot, amelynek a mészégítés és mészoltás az első két lépése.
- A tananyagban szereplő többi építőanyagról csak „mesélni” tudunk, mert nincsenek meg a kémiai alapjai a részletesebb ismertetésnek. Ezért – véleményünk szerint – ha a teljes óra rá megy a feladatlappal való munkára, a tankönyvben lévő szöveget a tanulók otthon önállóan feldolgozhatják.
- A feladatlapon szereplő szólások („Nem ettem meszet!” és „hajt, mint a meszes”) jó lehetőséget adnak a magyar nyelv és irodalom tárggyal való tantárgyi koncentrációra.

## 7. Technikai segédlet

- **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként):**
  - mészkődarabka (csipesszel megfogható méretű) és apró (zúzott) mészkő (kiskanálnyi)
  - desztillált víz (ennek hiányában csapvíz is jó)
  - fenolftaleinindikátor-oldat
  - tojáshéj
  - sósav, 2 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú
  - vöröskáposztalé
  - étellecet (20%-os, de 10%-os is megfelel, csak abból kétszer annyi cseppre van szükség)
  - „madárhomok” (a kisállat-kereskedési boltokban kapható) vagy tisztára mosott más homok
  - fémcspesz
  - borszeszegő
  - gyufa
  - 2 db műanyag kupak
  - 1 db kémcső
  - kémcsőállvány
  - gyújtópálca (gyufa is helyettesítheti)
  - 1 db szemcseppentő vagy Pasteur-pipetta az ecet becsöppentéséhez (a 3. típusú feladatlapon megoldó tanulócsoporthoz esetében + 1 db szemcseppentő vagy Pasteur-pipetta a vöröskáposztalé kiméréséhez)
  - 3 db (egyforma méretű, 50-100 cm<sup>3</sup>-es) főzőpohár
  - 1 db kis főzőpohár vagy más edény a vöröskáposztalé kiadásához (csak a 3. típusú feladatlapon megoldó tanulócsoporthoz esetében!)
  - 3 db üvegbot
  - 2 db vegyszereskanál
  - alkoholos filctoll (csak a 3. típusú feladatlapon megoldó tanulócsoporthoz esetében!)
  - (védőkesztyű)
  - (védőszemüveg)
- **Előkészítés**
  - Mivel a feladatok elvégzése és a feladatlapon kitöltése elég időigényes (különösen a 3. csoport esetében), javasoljuk a tálcák körültekintő előkészítését. Így például a műanyag kupakokba töltjük ki a desztillált vizet, és abba tegyük bele az 1-2 csepp fenolftaleinoldatot.
  - A kémcsőbe töltünk kb. 2 cm magasságig 2 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósavat.
  - Az 1. és a 2. típusú feladatlapon megoldó tanulócsoporthoz esetében a 3. számított főzőpoharat félig töltjük meg desztillált vízzel, majd töltünk mindegyikbe 1-1 cm<sup>3</sup> vöröskáposztalévet is, és aztán keverjük meg a főzőpoharak tartalmát. A 3. típusú feladatlapon megoldó tanulócsoporthoz

esetében a 3 főzőpohár ne legyen megszámozva, viszont legyen minden tálcán egy alkoholos filctoll. Főzőpoharak és üvegbotok helyett használhatók (lehetőleg átlátszó falú) műanyag poharak és műanyag kávékeverők is.

- Az ecetet kiadhatjuk eleve a feliratozott Pasteur-pipettába fölszívva is.
- A csipeszek közül lehetőleg olyanokat kell választani, amelyek az előírt időtartamú melegítés alatt sem forrósodnak át nagyon.
- Az előkészítéshez szükséges anyagok a következő fényképen láthatók.



- A szertár ideális felszereltsége esetén az 1. és a 2. típusú feladatlapot megoldó csoportok számára előkészített tálca az alábbi fényképen tekinthető meg.



- A 3. típusú feladatlapot megoldó csoportok számára előkészített tálca pedig a következő fényképen szerepel.



- **Balesetvédelem**

- A nyílt láng (borszeszégő) használata előtt át kell ismételni a vonatkozó balesetvédelmi szabályokat. A hosszú hajú tanulók haja legyen összefogva, és semmilyen éghető anyag ne kerüljön a láng közelébe. A borszeszégő meggyújtása után a tanulók helyezték a gyufát egy hamutálcára vagy óraüvegre. Amikor nincs szükség a lángra, azonnal el kell oltani az égőt. A tanulók ügyeljenek arra, hogy ne égessék meg magukat vagy egymást.
- Ezen kívül csak arra kell figyelni, hogy a felhasznált anyagokat a tanulók ne kóstolják meg, ill. ne öntsék magukra vagy egymásra.
- A kesztyű és a védőszemüveg használata elvben minden kémiai kísérlet során kötelező.

- **Hulladékkezelés**

- A keletkező hulladékok veszélytelenek, ezért konyhai mosogatóba is kiönthetők. Arra figyeljünk, hogy a homok- és mészkőmaradék ne dugaszolja el a lefolyót.



## Nem ettünk meszet! (1. típus: receptszerű változat)

A **kalcium-karbonát** fantasztikus! Mészköben, márványban, vízkőben, tojánhéjban, csigaházban, súrolóporban, fogkrémekben, talajjavítóban, gyomorsav-megkötőben és élelmiszer adalékanyagként (E170) egyaránt előfordul. **Reakciói** fontos szerepet játszanak **ipari, háztartási és környezeti folyamatokban**. Érdemes megismerni őket.

**Mészégetéskor** a **mészke kalcium-karbonát** tartalma **hevítés** hatására elbomlik **kalcium-oxidra** és **szén-dioxidra**. **Mészoltáskor** az **égetett mész**, azaz a **kalcium-oxid**, **vízzel** reagálva **kalcium-hidroxidot**, köznapi nevén **oltott meszet** képez. Ezt az **építkezések** során használják. Az oltott mész **erősen maró lúg**. Ezért a „Nem ettem meszet!” szólás jelentése az, hogy „Nem bolondultam meg, hogy azt tegyem!” A **mészoltás veszélyes**, mert a **hőfejlődés** hatására a forró lúg szétfröccsenhet. A „hajt, mint a meszes” kifejezés is arra utalhatott, hogy a kocsisok el akarták kerülni, hogy az égetett mész megázzon. Az 1. Kísérletben a **mészégetés** és **mészoltás** folyamatait **modellezzük**.

**1. Kísérlet:** Gyűjtsátok meg a borszeszegőt. Fogjátok csipeszbe a kis mészke-darabot és tartsátok a lángba kb. 2 percig. Ezután várjatok kb. fél percet. Tegyétek a kihevített mészke-darabot az egyik kupakban lévő fenolftaleines desztillált vízbe. Töltsétek ki az alábbi tapasztalatokat és a fenti szöveg segítségével a magyarázatokat is.

**Tapasztalatok:** Az oldat színe .....-ról/-ről .....színűre változott.

**Magyarázatok:** A mészke hevítésekor („mészégetés”) a következő **egyenlettel** leírható **reakció** játszódott le:

..... Amikor a kihevített mészke-darabot vízbe dobtuk („mészoltás”), a következő **egyenlettel** leírható **reakció** játszódott le:

..... A fenolftalein színe

..... kémhatást jelez, amelyet a ..... okoz.

A hétköznapiokban egyes talajokra, az öregedő csigolyákra és a puhatestűek vázára is azt mondjuk, hogy „meszes”. Pedig ezek valójában **nem kalcium-oxidot** vagy **kalcium-hidroxidot**, hanem **kalcium-karbonátot** tartalmaznak. A **tojánhéj** szilárdságát is a kalcium-karbonát-tartalom biztosítja. Ezt a 2. Kísérlettel szemléltetjük.

**2. Kísérlet:** Gyűjtsátok meg ismét a borszeszegőt. A kis darab tojánhéjat fogjátok meg csipeszsel. Kb. 1 percig tartsátok a lángba. Figyeljétek meg a változásokat, majd kis várakozás után tegyétek a másik kupakban lévő fenolftaleines vízbe. Töltsétek ki az alábbi tapasztalatokat és a magyarázatokat.

**Tapasztalatok:** A tojánhéj a lángban először ..... színűre változott, majd a széleken

..... lett. A színtelen oldat a kihevített tojánhéj hatására ..... színű lett.

**Magyarázatok:** Hevítéskor a tojánhéjban lévő széntartalmú vegyületek bomlása okozza a ..... színt.

A tojánhéjban lévő .....-ból keletkező ..... színű anyag kémiai neve a

....., amelyet vízbe téve ..... keletkezik. Ennek a

..... kémhatását jelzi a fenolftalein. A tojánhéj fő összetevője is a .....

A **karbonátok** sokféle **savval reakcióba** lépnek. Ezért használható a kalcium-karbonát a főleg sav „megkötésére” pl. a gyomorban, borban, üdítőitalokban és a talajban. Azonban emiatt rongálja a savas eső a mészkeből készült házakat és szobrokat is. A **vízkeoldók** is így működnek, amelyet a 3. kísérlettel **modellezzük**.

**3. Kísérlet:** A kémcsőben lévő sósavba szórjátok kanálhegynyi apróra zúzott mészke-ot. Egy-két perc után tartsátok a kémcső szájához égő gyújtópálcát!

**Tapasztalat:** A kémcsőben ..... indult meg. Az égő gyújtópálca .....

**Magyarázat:** A pezsgés .....-t jelez. Az égő gyújtópálca viselkedéséből arra következtethetünk,

hogy ez a .....-gáz. A kalcium-karbonát és a sósav között végbemenő reakció

**egyenlete:** .....

A karbonátok és savak között lejátszódó reakció miatt a **mésző gátolja a természetes vizek savasodását**. A 4. kísérletben azt **modellezzük**, hogyan változik a **savas eső hatására a tó vizének a kémhatása**, ha **homok**, és hogyan akkor, ha **mésző** alkotja a tómedret.

**4. Kísérlet:** Mindhárom főzőpohárban desztillált víz és vöröskáposztalé van. Írjátok be a **színét** az alábbi **táblázat 1. sorába**. Cseppentsetek mindhárom főzőpohárba 2 csepp étecetet és keverjétek meg az oldatokat. Jegyezzétek fel az **oldatok színét** a **táblázat 2. sorába**. Szórjatok a 2. főzőpohárba kiskanálnyi homokot, a 3. főzőpohárba pedig kiskanálnyi mészövet. Kevergessétek az oldatokat kb. 3 percig. Jegyezzétek fel az **oldatok színét** az alábbi **táblázat 3. sorába**.

**Tapasztalatok:**

|    | 1. főzőpohár                       | 2. főzőpohár                       | 3. főzőpohár                       |
|----|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1. | desztillált víz + vöröskáposztalé: | desztillált víz + vöröskáposztalé: | desztillált víz + vöröskáposztalé: |
| 2. | + ecet:                            | + ecet:                            | + ecet:                            |
| 3. | 3 perc után:                       | + homok, 3 perc után:              | + mésző, 3 perc után:              |

**Egészítsd ki a következő szöveget, és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy hibás szövegrészt.**

**Magyarázat:** A vöröskáposztalé a ..... kémhatású desztillált vízben .....színű.

Az ecet hozzáadása után a vöröskáposztalé indikátor ..... kémhatást jelez.

A **homok** hatására ..... kémhatás **változik/nem változik**, mert a **homok reagál/nem reagál** a **savval**. A **mésző** hatására a ..... kémhatás **változik/nem változik**, mert a **mésző reagál/nem reagál** a **savval**. Tehát a ..... **ellensúlyozni tudja a savas eső hatását**, és akadályozza a tó vizének a savasodását. Erre a ..... nem képes, mert nem lép reakcióba savakkal.

Az 1., a 3. és a 4. kísérlet ún. „**modellkísérlet**” volt, mert a valóságban lejátszódó folyamatok **kémiai lényegét** ragadták meg.

## Nem ettünk meszet! (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

A **kalcium-karbonát** fantasztikus! Mészköben, márványban, vízkőben, tojánhéjban, csigaházban, súrolóporban, fogkrémekben, talajjavítóban, gyomorsav-megkötőben és élelmiszer adalékanyagként (E170) egyaránt előfordul. **Reakciói** fontos szerepet játszanak **ipari, háztartási és környezeti folyamatokban**. Érdemes megismerni őket.

**Mészégetéskor** a **mészke kalcium-karbonát** tartalma **hevítés** hatására elbomlik **kalcium-oxidra** és **szén-dioxidra**. **Mészoltáskor** az **égetett mész**, azaz a **kalcium-oxid**, **vízzel** reagálva **kalcium-hidroxidot**, köznapinévén **oltott meszet** képez. Ezt az **építkezések** során használják. Az oltott mész **erősen maró lúg**. Ezért a „Nem ettem meszet!” szólás jelentése az, hogy „Nem bolondultam meg, hogy azt tegyem!” A **mészoltás veszélyes**, mert a **hőfejlődés** hatására a forró lúg szétfröccsenhet. A „hajt, mint a meszes” kifejezés is arra utalhatott, hogy a kocsisok el akarták kerülni, hogy az égetett mész megázzon. Az 1. Kísérletben a **mészégetés** és **mészoltás** folyamatait **modellezzük**.

**1. Kísérlet:** Gyűjtsátok meg a borszeszegőt. Fogjátok csipeszbe a kis mészke-darabot és tartsátok a lángba kb. 2 percig. Ezután várjatok kb. fél percet. Tegyétek a kihevített mészke-darabot az egyik kupakban lévő fenolftaleines desztillált vízbe. Töltsétek ki az alábbi tapasztalatokat és a fenti szöveg segítségével a magyarázatokat is.

**Tapasztalatok:** Az oldat színe .....-ról/-ről .....színűre változott.

**Magyarázatok:** A mészke hevítésekor („mészégetés”) a következő **egyenlettel** leírható **reakció** játszódott le:

..... Amikor a kihevített mészke-darabot vízbe dobtuk („mészoltás”), a következő **egyenlettel** leírható **reakció** játszódott le:

..... A fenolftalein színe

..... kémhatást jelez, amelyet a ..... okoz.

A hétköznapi életben egyes talajokra, az öregedő csigolyákra és a puhatestűek vázára is azt mondjuk, hogy „meszes”. Pedig ezek valójában **nem kalcium-oxidot** vagy **kalcium-hidroxidot**, hanem **kalcium-karbonátot** tartalmaznak. A **tojánhéj** szilárdságát is a kalcium-karbonát-tartalom biztosítja. Ezt a 2. Kísérlettel szemléltetjük.

**2. Kísérlet:** Gyűjtsátok meg ismét a borszeszegőt. A kis darab tojánhéjat fogjátok meg csipeszsel. Kb. 1 percig tartsátok a lángba. Figyeljétek meg a változásokat, majd kis várakozás után tegyétek a másik kupakban lévő fenolftaleines vízbe. Töltsétek ki az alábbi tapasztalatokat és a magyarázatokat.

**Tapasztalatok:** A tojánhéj a lángban először ..... színűre változott, majd a széleken

..... lett. A színtelen oldat a kihevített tojánhéj hatására ..... színű lett.

**Magyarázatok:** Hevítéskor a tojánhéjban lévő széntartalmú vegyületek bomlása okozza a ..... színt.

A tojánhéjban lévő .....-ből keletkező ..... színű anyag kémiai neve a

....., amelyet vízbe téve ..... keletkezik. Ennek a

..... kémhatását jelzi a fenolftalein. A tojánhéj fő összetevője is a .....

A **karbonátok** sokféle **savval reakcióba** lépnek. Ezért használható a kalcium-karbonát a főleg sav „megkötésére” pl. a gyomorban, borban, üdítőitalokban és a talajban. Azonban emiatt rongálja a savas eső a mészkeből készült házakat és szobrokat is. A **vízkőoldók** is így működnek, amelyet a 3. Kísérlettel **modellezzük**.

**3. Kísérlet:** A kémcsőben lévő sósavba szórjátok kanálhegynyi apróra zúzott mészke-t. Egy-két perc után tartsátok a kémcső szájához égő gyújtópálcát!

**Tapasztalat:** A kémcsőben ..... indult meg. Az égő gyújtópálca .....

**Magyarázat:** A pezsgés .....-t jelez. Az égő gyújtópálca viselkedéséből arra következtethetünk,

hogy ez a .....-gáz. A kalcium-karbonát és a sósav között végbemenő reakció

**egyenlete:** .....

A karbonátok és savak között lejátszódó reakció miatt a **mészkö** gátolja a **természetes vizek savasodását**. A 4. kísérletben azt **modellezzük**, hogyan változik a **savas eső hatására a tó vizének a kémhatása**, ha **homok**, és hogyan akkor, ha **mészkö** alkotja a tómedret.

**4. Kísérlet:** Mindhárom főzőpohárban desztillált víz és vöröskáposztalé van. Írjátok be a **színét** az alábbi **táblázat 1. sorába**. Cseppentsetek mindhárom főzőpohárba 2 csepp étecetet és keverjétek meg az oldatokat. Jegyezzétek fel az **oldatok színét** a **táblázat 2. sorába**. Szórjatok a 2. főzőpohárba kiskanálnyi homokot, a 3. főzőpohárba pedig kiskanálnyi mészkövet. Kevergessétek az oldatokat kb. 3 percig. Jegyezzétek fel az **oldatok színét** az alábbi **táblázat 3. sorába**.

**Tapasztalatok:**

|    | 1. főzőpohár                       | 2. főzőpohár                       | 3. főzőpohár                       |
|----|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1. | desztillált víz + vöröskáposztalé: | desztillált víz + vöröskáposztalé: | desztillált víz + vöröskáposztalé: |
| 2. | + ecet:                            | + ecet:                            | + ecet:                            |
| 3. | 3 perc után:                       | + homok, 3 perc után:              | + mészkö, 3 perc után:             |

**Egészítsd ki a következő szöveget, és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy hibás szövegrészt.**

**Magyarázat:** A vöröskáposztalé a ..... kémhatású desztillált vízben .....színű.

Az ecet hozzáadása után a vöröskáposztalé indikátor ..... kémhatást jelez.

A **homok** hatására ..... kémhatás **változik/nem változik**, mert a **homok reagál/nem reagál** a **savval**. A **mészkö** hatására a ..... kémhatás **változik/nem változik**, mert a **mészkö reagál/nem reagál** a **savval**. Tehát a ..... **ellensúlyozni tudja a savas eső hatását**, és akadályozza a tó vizének a savasodását. Erre a ..... nem képes, mert nem lép reakcióba savakkal.

A 4. kísérlet ún. „**modellkísérlet**” volt, mert a valóságban lejátszódó folyamat **kémiai lényegét** ragadta meg.

Ehhez előbb kiválasztottuk az **anyagokat**, amelyek a **valóságban** a következőket **helyettesítik**:

Az ecet helyettesíti a .....

A desztillált víz helyettesíti a .....

A homok helyettesíti a .....

A mészkö helyettesíti a .....

Az anyagok között megfelelő **eszközökkel** olyan **kémiai reakciót** hoztunk létre, amely a természetben is lejátszódik. Írd le, melyik reakciónak felel meg az ecet és a mészkö között lejátszódó reakció a természetben:

.....

A reakció lejátszódását ki kellett mutatni. Ezt **jelezte** a ..... színváltozása.

A mészkö hatását a homok hatásához **hasonlítottuk**. Tehát a homok ún. **összehasonlító anyagként** szerepelt. A **desztillált vizet** tartalmazó 1. főzőpohár tartalma csak azt mutatta, hogyan változik a kémhatás sav hatására, ha a két összehasonlítandó anyag (mészkö és homok) egyike sincs jelen. Ez volt az **ellenőrző kísérlet**, más szóval **kontrollkísérlet**. Melyek voltak a modellkísérletek az 1., a 2. és a 3. kísérletek közül?

.....

### Nem ettünk meszet! (3. típus: kísérlettervező változat)

A **kalcium-karbonát** fantasztikus! Mészköben, márványban, vízkőben, tojánhéjban, csigaházban, sűrűporban, fogkrémekben, talajjavítóban, gyomorsav-megkötőben és élelmiszer adalékanyagként (E170) egyaránt előfordul. **Reakciói** fontos szerepet játszanak **ipari, háztartási és környezeti folyamatokban**. Érdemes megismerni őket.

**Mészégetéskor** a **mész** **kalcium-karbonát** tartalma **hevítés** hatására elbomlik **kalcium-oxidra** és **szén-dioxidra**. **Mészoltáskor** az **égetett mész**, azaz a **kalcium-oxid**, **vízzel** reagálva **kalcium-hidroxidot**, köznapin nevének **oltott meszet** képez. Ezt az **építkezéseknél** során használják. Az oltott mész **erősen maró lúg**. Ezért a „Nem ettem meszet!” szólás jelentése az, hogy „Nem bolondultam meg, hogy azt tegyem!” A **mészoltás veszélyes**, mert a **hőfejlődés** hatására a forró lúg szétfröccsenhet. A „hajt, mint a meszes” kifejezés is arra utalhatott, hogy a kocsisok el akarták kerülni, hogy az égetett mész megázzon. Az 1. Kísérletben a **mészégetés** és **mészoltás** folyamatait **modellezzük**.

**1. Kísérlet:** Gyűjtsátok meg a borszeszegőt. Fogjátok csipeszbe a kis mészdarabot és tartsátok a lángba kb. 2 percig. Ezután várjatok kb. fél percet. Tegyétek a kihevített mészdarabot az egyik kupakban lévő fenolftaleines desztillált vízbe. Töltsétek ki az alábbi tapasztalatokat és a fenti szöveg segítségével a magyarázatokat is.

**Tapasztalatok:** Az oldat színe .....-ról/-ről .....színűre változott.

**Magyarázatok:** A mész hevítésekor („mészégetés”) a következő **egyenlettel** leírható **reakció** játszódott le:

..... Amikor a kihevített mészdarabot vízbe dobtuk („mészoltás”), a következő **egyenlettel** leírható **reakció** játszódott le:

..... A fenolftalein színe

..... kémhatást jelez, amelyet a ..... okoz.

A hétköznapokban egyes talajokra, az öregedő csigolyákra és a puhatestűek vázára is azt mondjuk, hogy „meszes”. Pedig ezek valójában **nem kalcium-oxidot** vagy **kalcium-hidroxidot**, hanem **kalcium-karbonátot** tartalmaznak. A **tojánhéj** szilárdságát is a kalcium-karbonát-tartalom biztosítja. Ezt a 2. Kísérlettel szemléltetjük.

**2. Kísérlet:** Gyűjtsátok meg ismét a borszeszegőt. A kis darab tojánhéjat fogjátok meg csipeszsel. Kb. 1 percig tartsátok a lángba. Figyeljétek meg a változásokat, majd kis várakozás után tegyétek a másik kupakban lévő fenolftaleines vízbe. Töltsétek ki az alábbi tapasztalatokat és a magyarázatokat.

**Tapasztalatok:** A tojánhéj a lángban először ..... színűre változott, majd a széleken

..... lett. A színtelen oldat a kihevített tojánhéj hatására ..... színű lett.

**Magyarázatok:** Hevítéskor a tojánhéjban lévő széntartalmú vegyületek bomlása okozza a ..... színt.

A tojánhéjban lévő .....-ből keletkező ..... színű anyag kémiai neve a

....., amelyet vízbe téve ..... keletkezik. Ennek a

..... kémhatását jelzi a fenolftalein. A tojánhéj fő összetevője is a .....

A **karbonátok** sokféle **savval reakcióba** lépnek. Ezért használható a kalcium-karbonát a főleg sav „megkötésére” pl. a gyomorban, borban, üdítőitalokban és a talajban. Azonban emiatt rongálja a savas eső a mészköből készült házakat és szobrokat is. A **vízköoldók** is így működnek, amelyet a 3. kísérlettel **modellezzük**.

**3. Kísérlet:** A kémcsőben lévő sósavba szórjatok kanálhegynyi apróra zúzott mészövet. Egy-két perc után tartsátok a kémcső szájához égő gyújtópálcát!

**Tapasztalat:** A kémcsőben ..... indult meg. Az égő gyújtópálca .....

**Magyarázat:** A pezsgés .....-t jelez. Az égő gyújtópálca viselkedéséből arra következtethetünk, hogy ez a .....-gáz. A kalcium-karbonát és a sósav között végbemenő reakció

**egyenlete:** .....

A karbonátok és savak között lejátszódó reakció miatt a **mész** gátolja a természetes vizek savasodását. A 4. kísérletben azt **modellezzük**, hogyan változik a **savas eső hatására a tó vizének a kémhatása**, ha **homok**, és hogyan akkor, ha **mész** alkotja a tómedret.

**4. Kísérlet:** A kísérlet megtervezéséhez ki kell választanotok a tálcán lévő **anyagok** közül azokat, amelyek

- helyettesítik...** ... a tó vizét: .....
- ... a savas esőt: .....
- ... a homokos tómedret: .....
- ... a mészköves tómedret : .....

Az anyagok között olyan **kémiai reakciót** kell létrehozni, amely a **valóságban** is lejátszódik. Hogyan lehetne a fenti anyagokkal **„utánozni”** a savas eső és a mész között a természetben lejátszódó reakciót?

.....

Hogyan lehetne **jelzeni** a reakció lejátszódását? .....

Milyen anyag hatásához kell **hasonlítani** a mész hatását? („**Összehasonlító anyag:**”) .....

Kell egy olyan **ellenőrző kísérlet**, más szóval **kontrollkísérlet** is, amelyben a két összehasonlítandó anyag egyike sincs jelen. Mik kellene ehhez?

.....

Milyen **eszközök** kellene a reakció kivitelezéséhez?

.....

**A kísérlet terve:**

1. lépés: .....
2. lépés: .....
3. lépés: .....
4. lépés: .....

**Tapasztalatok:** Ezeket egy táblázatban foglaljátok össze!

**Magyarázatok:** .....

.....

**Egészítsd ki a következő szöveget, és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy hibás szövegrészt.**

A **homok** hatására ..... kémhatás **változik/nem változik**, mert a **homok reagál/nem reagál** a **savval**. A **mész** hatására a ..... kémhatás **változik/nem változik**, mert a **mész reagál/nem**

**reagál a savval.** Tehát a ..... **ellensúlyozni tudja a savas eső hatását,** és akadályozza a tó vizének a savasodását. Erre a ..... nem képes, mert nem lép reakcióba savakkal.

Melyek voltak a modellkísérletek az 1., a 2. és a 3. kísérletek közül?

.....

## Nem ettünk meszet! (tanári változat)

A **kalcium-karbonát** fantasztikus! Mészköben, márványban, vízkőben, tojáshéjban, csigaházban, sűrűporban, fogkrémekben, talajjavítóban, gyomorsav-megkötőben és élelmiszer adalékanyagként (E170) egyaránt előfordul. **Reakciói** fontos szerepet játszanak **ipari, háztartási és környezeti folyamatokban**. Érdemes megismerni őket.

**Mészégetéskor** a **mész** **kalcium-karbonát**tartalma **hevítés** hatására elbomlik **kalcium-oxidra** és **szén-dioxidra**. **Mészoltáskor** az **égetett mész**, azaz a **kalcium-oxid**, **vízzel** reagálva **kalcium-hidroxidot**, köznapi nevén **oltott meszet** képez. Ezt az **építkezések** során használják. Az oltott mész **erősen maró lúg**. Ezért a „Nem ettem meszet!” szólás jelentése az, hogy „Nem bolondultam meg, hogy azt tegyem!” A **mészoltás veszélyes**, mert a **hőfejlődés** hatására a forró lúg szétfröccsenhet. A „hajt, mint a meszes” kifejezés is arra utalhatott, hogy a kocsisok el akarták kerülni, hogy az égetett mész megázzon. Az 1. Kísérletben a **mészégetés** és **mészoltás** folyamatait **modellezzük**.

**1. Kísérlet:** Gyűjtsátok meg a borszeszegőt. Fogjátok csipeszbe a kis mészdarabot és tartsátok a lángba kb. 2 percig. Ezután várjatok kb. fél percet. Tegyétek a kihevített mészdarabot az egyik kupakban lévő fenolftaleines desztillált vízbe. Töltsétek ki az alábbi tapasztalatokat és a fenti szöveg segítségével a magyarázatokat is.

**Tapasztalatok:** Az oldat színe **színtelen** ~~+ól/-ról~~ **lila/ciklámen/rózsaszín/bibor** színűre változott.

**Magyarázatok:** A mész hevítésekor („mészégetés”) a következő **egyenlettel** leírható **reakció** játszódott le:  $CaCO_3 = CaO + CO_2$ . Amikor a kihevített mészdarabot vízbe dobtuk („mészoltás”), a következő **egyenlettel** leírható **reakció** játszódott le:  $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$ . A fenolftalein színe **lúgos** kémhatást jelez, amelyet a **kalcium-hidroxid/hidroxidion** okoz.

*Megjegyzések:*

- *A szín megadása a fentiekben feltüntetett kifejezések bármelyikével elfogadható, de a „piros” szín nem megfelelő.*

A hétköznapi életben egyes talajokra, az öregedő csigolyákra és a puhatestűek vázára is azt mondjuk, hogy „meszes”. Pedig ezek valójában **nem kalcium-oxidot** vagy **kalcium-hidroxidot**, hanem **kalcium-karbonátot** tartalmaznak. A **tojáshéj** szilárdságát is a kalcium-karbonát-tartalom biztosítja. Ezt a 2. Kísérlettel szemléltetjük.

**2. Kísérlet:** Gyűjtsátok meg ismét a borszeszegőt. A kis darab tojáshéjat fogjátok meg csipeszbe. Kb. 1 percig tartsátok a lángba. Figyeljétek meg a változásokat, majd kis várakozás után tegyétek a másik kupakban lévő fenolftaleines vízbe. Töltsétek ki az alábbi tapasztalatokat és a magyarázatokat.

**Tapasztalatok:** A tojáshéj a lángban először **fekete** színűre változott, majd a széleken **fehér** lett. A színtelen oldat a kihevített tojáshéj hatására **lila/ciklámen/rózsaszín/bibor** színű lett.

**Magyarázatok:** Hevítéskor a tojáshéjban lévő széntartalmú vegyületek bomlása okozza a **fekete** színt. A tojáshéjban lévő **kalcium-karbonát**-ból keletkező **fehér** színű anyag kémiai neve a **kalcium-oxid**, amelyet vízbe téve **kalcium-hidroxid** keletkezik. Ennek a **lúgos** kémhatását jelzi a fenolftalein. A tojáshéj fő összetevője is a **kalcium-karbonát**.

*Megjegyzések:*

- *A tojás belső, lágy burkát a feltörés után célszerű eltávolítani, és a kihevítést csak a kemény burokkal végezni.*
- *1 x 1 cm-es tojáshéjdarabokat javasolunk a kísérlethez.*
- *Az 1. és a 2. Kísérlet eredményét mutatja az alábbi fénykép.*





A **karbonátok** sokféle **savval reakcióba** lépnek. Ezért használható a kalcium-karbonát a fölösleges sav „megkötésére” pl. a gyomorban, borban, üdítőitalokban és a talajban. Azonban emiatt rongálja a savas eső a mészkőből készült házakat és szobrokat is. A **vízköoldók** is így működnek, amelyet a 3. kísérlettel **modellezünk**.

**3. Kísérlet:** A kémcsőben lévő sósavba szórjatok kanálhegynyi apróra zúzott mészkövet. Egy-két perc után tartsatok a kémcső szájához égő gyújtópálcát!

**Tapasztalat:** A kémcsőben **pezsgés** indult meg. Az égő gyújtópálca **elalszik**.

**Magyarázat:** A pezsgés **gázfejlődés**-t jelez. Az égő gyújtópálca viselkedéséből arra következtethetünk, hogy ez a **szén-dioxid**-gáz. A kalcium-karbonát és a sósav között végbemenő reakció



**Megjegyzések:**

- *Por alakú kalcium-karbonát alkalmazása nem célszerű, mert a pezsgés túl heves lehet.*

A karbonátok és savak között lejátszódó reakció miatt a **mészkő gátolja a természetes vizek savasodását**. A 4. kísérletben azt **modellezünk**, hogyan változik a **savas eső hatására a tó vizének a kémhatása**, ha **homok**, és hogyan akkor, ha **mészkő** alkotja a tómedret.

**4. Kísérlet:** [Csak az 1. és 2. típusú feladatlapok esetében!]

Mindhárom főzőpohárban desztillált víz és vöröskáposztalé van. Írjátok be a **színét** az alábbi **táblázat 1. sorába**. Cseppentsetek mindhárom főzőpohárba 2 csepp ételcezetet és keverjétek meg az oldatokat. Jegyezzétek fel az **oldatok színét** a **táblázat 2. sorába**. Szórjatok a 2. főzőpohárba kiskanálnyi homokot, a 3. főzőpohárba pedig kiskanálnyi mészkövet. Kevergessétek az oldatokat kb. 3 percig. Jegyezzétek fel az **oldatok színét** az alábbi **táblázat 3. sorába**.

**Tapasztalatok:**

|    | 1. főzőpohár   | 2. főzőpohár   | 3. főzőpohár   |
|----|--|--|--|
| 1. | desztillált víz + vöröskáposztalé:<br><b><i>lila</i></b> | desztillált víz + vöröskáposztalé:<br><b><i>lila</i></b> | desztillált víz + vöröskáposztalé:<br><b><i>lila</i></b> |
| 2. | + ecet: <b><i>piros</i></b>                              | + ecet: <b><i>piros</i></b>                              | + ecet: <b><i>piros</i></b>                              |
| 3. | 3 perc után: <b><i>piros</i></b>                         | + homok, 3 perc után: <b><i>piros</i></b>                | + mészkő, 3 perc után: <b><i>lilás</i></b>               |

Egészítsd ki a következő szöveget, és **húzd alá** vagy **keretezd be** a helyes vagy ~~húzd át~~ a hibás szövegrészt.

**Magyarázat:** A vöröskáposztalé a **semleges** kémhatású desztillált vízben **lila** színű.

Az ecet hozzáadása után a vöröskáposztalé indikátor **savas** kémhatást jelez.

A **homok** hatására a **savas** kémhatás ~~változik/nem változik~~, mert a **homok reagál/nem reagál** a savval. A mézskő hatására a **savas** kémhatás ~~változik/nem változik~~, mert a **mészskő reagál/nem reagál** a savval. Tehát a **mészskő ellensúlyozni tudja a savas eső hatását**, és akadályozza a tó vizének a savasodását. Erre a **homok** nem képes, mert nem lép reakcióba savakkal.

[Csak az 1. típusú feladatlapok esetében!]

Az 1., a 3. és a 4. kísérlet ún. „**modellkísérlet**” volt, mert a valóságban lejátszódó folyamatok **kémiai lényegét** ragadták meg.

**Megjegyzések:**

- Ha nem áll rendelkezésre elegendő főzőpohár, akkor a 4. kísérlet 3 kémcsőben is elvégezhető.
- A 4. kísérlet elejét és végét az alábbi két fénykép mutatja.



[Csak a 2. típusú feladatlapok esetében!]

A 4. kísérlet ún. „**modellkísérlet**” volt, mert a valóságban lejátszódó folyamat **kémiai lényegét** ragadta meg.

Ehhez előbb kiválasztottuk az **anyagokat**, amelyek a **valóságban** a következőket **helyettesítik**:

Az ecet helyettesíti a **savas esőt**.

A desztillált víz helyettesíti a **tóvizet**.

A homok helyettesíti a **homokos tómedret**.

A mézskő helyettesíti a **mészsköves tómedret**.

Az anyagok között megfelelő **eszközökkel** olyan **kémiai reakciót** hoztunk létre, amely a természetben is lejátszódik. Írd le, melyik reakciónak felel meg az ecet és a mézskő között lejátszódó reakció a természetben:

**A savas eső és a mézskő között lejátszódó reakciónak.**

A reakció lejátszódását ki kellett mutatni. Ezt **jelezte** a **vöröskáposztalé** színváltozása.

A mészkő hatását a homok hatásához **hasonlítottuk**. Tehát a homok ún. **összehasonlító anyagként** szerepelt. A **desztillált víz** tartalmazó 1. főzőpohár tartalma csak azt mutatta, hogyan változik a kémhatás sav hatására, ha a két összehasonlítandó anyag (mészkő és homok) egyike sincs jelen. Ez volt az **ellenőrző kísérlet**, más szóval **kontrollkísérlet**.

Megjegyzések:

- A mindhárom (egyforma méretű) főzőpohár félig legyen desztillált vízzel és 1-1 cm<sup>3</sup> káposztalé is legyen bennük.
- Mivel a különböző ecetek töménysége eltérő, ezért célszerű a kísérletet a rendelkezésre álló ecettel kipróbálni, és a hozzáadott cseppek számát a tapasztalat alapján megadni.
- A keveréshez célszerű 3 üvegbotot vagy 3 más keverőpálcát előkészíteni.
- A megadott 3 perc csak javasolt időtartam, már 2 perc után is látható a színkülönbség, különösen, ha fehér hátteret alkalmazunk az oldatok mögött.
- A modellkísérletben a mészkő és az ecetsav reakciójakor keletkező szén-dioxid egy része is beoldódik a vízbe, ami növeli a jól észlelhető színkülönbség kialakulásához szükséges időt.
- Ha a tanulók túl lassúnak vélik a színváltozást, meg lehet beszélni velük, hogy itt nagyon híg savoldatról van szó. Azonban a savas eső sem tömény savoldat. Hosszú évek vagy évtizedek alatt mégis jelentős károkat okoz. Ennek csak egy látványos megjelenési formája a mészkőből faragott, embert ábrázoló szobrok orrának eltűnése. Valójában a korallok pusztulása és a tengervíz pH-ja csökkenésének a tengeri élőlényekre gyakorolt egyéb hatásai ettől sokkal fontosabbak.

[Csak a 3. típusú feladatlapok esetében!]

**4. Kísérlet:** A kísérlet megtervezéséhez ki kell választanotok a tálcán lévő **anyagok** közül azokat, amelyek **helyettesítik...**

... a tó vizét: **desztillált víz**

... a savas esőt: **ecet**

... a homokos tómedret: **homok**

... a mészköves tómedret: **mészkő**

Az anyagok között olyan **kémiai reakciót** kell létrehozni, amely a **valóságban** is lejátszódik. Hogyan lehetne a fenti anyagokkal „**utánozni**” a savas eső és a mészkő között a természetben lejátszódó reakciót?

**Ecetes vízbe kell tenni a mészkövet.**

Hogyan lehetne **jelezni** a reakció lejátszódását? **Vöröskáposztaléval.**

Milyen anyag hatásához kell **hasonlítani** a mészkő hatását? („**Összehasonlító anyag:**”) **A homokéhoz.**

Kell egy olyan **ellenőrző kísérlet**, más szóval **kontrollkísérlet** is, amelyben a két összehasonlítandó anyag egyike sincs jelen. Mik kellene ehhez?

**Desztillált víz, vöröskáposztalé és ecet.**

Milyen **eszközök** kellene a reakció kivitelezéséhez?

**3 db főzőpohár, 3 db üvegbot, 2 db cseppentő, 2 vegyszereskanál.**

**A kísérlet terve:**

1. lépés: **Mindhárom főzőpohárba azonos mennyiségű desztillált vizet töltünk.**

2. lépés: **Mindhárom főzőpohárba azonos mennyiségű vöröskáposztalévet csöpögtetünk.**

3. lépés: **Mindhárom főzőpohárba azonos mennyiségű ecetet csöpögtetünk.**

4. lépés: **Az egyik főzőpohárba egy kanál homokot, a másik főzőpohárba egy (ugyanakkora) kanál mészkövet teszünk és azonos ideig kevergetjük. (A harmadik főzőpohár tartalma a kontrollkísérlet.)**

**Tapasztalatok:** Ezeket egy táblázatban foglaljátok össze!

|    | 1. főzőpohár                                      | 2. főzőpohár                                      | 3. főzőpohár                                      |
|----|---|---|---|
| 1. | desztillált víz + vöröskáposztalé:<br><b>lila</b> | desztillált víz + vöröskáposztalé:<br><b>lila</b> | desztillált víz + vöröskáposztalé:<br><b>lila</b> |
| 2. | + ecet: <b>piros</b>                              | + ecet: <b>piros</b>                              | + ecet: <b>piros</b>                              |

|    |                           |                                    |                                     |
|----|---------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 3. | 3 perc után: <b>piros</b> | + homok, 3 perc után: <b>piros</b> | + mészkő, 3 perc után: <b>lilás</b> |
|----|---------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|

**Magyarázatok:**

**A vöröskáposztalé a semleges kémhatású desztillált vízben lila színű. Az ecet hozzáadása után a vöröskáposztalé-indikátor savas kémhatást jelez. A mészkő semlegesíti a savas kémhatást.**

Egészítsd ki a következő szöveget, és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy hibás szövegrészt.

**Magyarázat:**

A homok hatására a savas kémhatás ~~változik/nem változik~~, mert a homok ~~reagál/nem reagál~~ a savval. A mészkő hatására a savas kémhatás ~~változik/nem változik~~, mert a mészkő ~~reagál/nem reagál~~ a savval. Tehát a **mészkő ellensúlyozni tudja a savas eső hatását**, és akadályozza a tó vizének a savasodását. Erre a **homok** nem képes, mert nem lép reakcióba savakkal.

**Megjegyzések:**

- Ha a tanulók a vöröskáposztaleves vízbe az ecet előtt teszik bele a homokot, ill. a mészkövet, akkor azt tapasztalhatják, hogy a mészkő hatására a lila szín kékeslilára változik. Tehát a mészkővel érintkező vöröskáposztalé-oldatnak lúgosabb a kémhatása, mint a csak vöröskáposztalevet tartalmazó oldaté. Ezen a szinten a jelenség a legegyszerűbben úgy magyarázható, hogy a mészkő eleve tartalmazhat lúgosságot okozó anyagokat, pl. kalcium-oxidot<sup>44</sup>. (A kalcium-karbonát minimális oldódása nyomán fellépő lúgos hidrolízis, ill. a desztillált vízben esetleg jelen lévő savas szennyezések hatását nem érdemes említeni.)

[Csak a 2. és 3. típusú csoportoknak!]

Melyek voltak a modellkísérletek az 1., a 2. és a 3. kísérletek közül?

**Az 1. és a 3. modellkísérlet.**

<sup>44</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Lime\\_\(material\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Lime_(material)) (2017.08.25.)

## 12. feladatlap: A tej, mint teljes értékű élelmiszer<sup>45</sup>

(Az első változatot készítette: Kiss Edina)

### Módszertani útmutató

- Téma:** A tej, mint teljes értékű élelmiszer összetételének vizsgálata (gyakorló óra)
- Felhasználás:** 8. osztály, 45 perces óra
- Szükséges előzetes ismeretek:**
  - Élelmiszer, táplálék.
  - Tápanyagok: szénhidrátok (cukrok), zsírok (mint vízben nem oldódó apoláris vegyületek), fehérjék, vitaminok, ásványi anyagok, víz.
  - „Hasonló a hasonlóban oldódik jól” elv.
  - A víz és a benzin egymás jelenlétében való viselkedése; a víz poláris, a benzin apoláris oldószer, két fázist alkotnak, a benzin a kisebb sűrűségű, tehát a víz tetején helyezkedik el.
- Célok:**
  - A tanulók érdeklődésének felkeltése, mindennapi élelmiszereink és a kémia kapcsolatának feltárásával.
  - Annak megismerése, hogy hogyan lehet a kémia módszereivel (ún. „próbák” elvégzésével) igazolni a különböző típusú tápanyagok jelenlétét a tejben, egyben a kémia hasznosságának bizonyítása.
  - A tanulók manuális készségeinek fejlesztése a kémiai kísérletek elvégzése által.
  - A balesetvédelmi előírások betartásának gyakorlása.
  - A kísérleti tapasztalatok megadásának gyakorlása, majd azokból logikus következtetések levonása.
  - A 2. és 3. csoport tanulói számára megismerni/gyakorolni az „egyszerre csak egy paramétert változtatunk” elvet. A 3. csoport alkalmazza is azt a kísérlettervezés során.
- Tananyag:**
  - Ismeret szint:**
    - A teljes értékű táplálék fogalma.
    - A benzin, a víz és az olaj eltérő viselkedésének ismerete párolgáskor.
    - A Fehling-próba a szénhidrátok egyik típusának (ami a tejben a tejcukor, azaz a laktóz) kimutatására alkalmas szerves kémiai eljárás, melynek során a vörös csapadék megjelenése utal az adott típusú szénhidrát jelenlétére.
    - A biuret-reakció a fehérjék jellemző molekuláris szerkezetének kimutatására szolgáló kémiai reakció, melynek során a lila szín megjelenése utal a fehérjetartalomra.
  - Megértés szint:**
    - A benzin, a víz és az olaj eltérő párolgási sebességének anyagszerkezeti oka az, hogy részecskéik között különböző erősségű kölcsönhatások vannak.
    - Ha egy adott „próba” elvégzése pozitív eredménnyel zárul, az valamely kémiai anyag (vagy a kémiai anyagok egy csoportjának) jelenlétére utal.

---

<sup>45</sup>Jelen feladatlap alapjául az alábbi források szolgálták:

Csenki József: „A tej, mint teljes értékű élelmiszer” című óraterve

<http://ttomc.elte.hu/kiadvany/22-oraterv-kemia-es-kornyezettan-tanitasahoz-szerkesztheto-formaban-19-word-fajl-es-11-ppt>

(utolsó letöltés: 2017. 08. 24.)

1.12. „Élet, erő egészség”, in: Tanulói kísérletek, in: Szalay L. szerk., (2016), Kémiai kísérletek az általános iskolákban (digitális jegyzet), 1. fejezet, 41-45., ISBN 978-963-284-733-7,

[http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai\\_kiserletek\\_altalanos\\_iskolakban\\_0.pdf](http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai_kiserletek_altalanos_iskolakban_0.pdf)

(utolsó letöltés: 2017. 08. 24.)

- Az „egyszerre csak egy paramétert változtatunk” elv megértése (2. és a 3. csoport diákjai esetében).
- **Alkalmazás szint:**
  - A „hasonló a hasonlóban oldódik jól” elv alkalmazása a tej tejszír tartalmának meghatározásakor.
  - A Fehling-reakció alkalmazása a tej szénhidrát (tejcukor, laktóz) tartalmának kimutatására.
  - A biuret-reakció alkalmazása a tej tejszín tartalmának kimutatására.
  - Az „egyszerre csak egy tényezőt változtatunk” elv alkalmazása (a 3. típusú csoport esetében).
- **Magasabb rendű műveletek:**
  - Az előzetes ismeretek alapján az egyes tápanyagtípusok kimutatására alkalmas próbák azonosítása, valamint az egyes próbáknál felhasznált anyagok és a tej viselkedésének összehasonlítása és ebből következtetés levonása a tej összetételére.
  - Annak belátása, hogy a kémia milyen szinteken, területeken hogyan járul hozzá az egészséges táplálkozáshoz (a minőségi analízis alapja, a tápanyagok felépítése, a tápanyagok felhasználása az emberi szervezetben, kapcsolódás a biológiához).

#### 6. Módszertani megfontolások:

- A 45 perces tanóra által felállított időkorlát miatt javasoljuk a megelőző órán házi feladatként internetes kutatómunka keretében feladni a tej vitamin- és ásványianyag-tartalmának felderítését. Az ellenőrzést azonban célszerű az óra végére hagyni, miután a tej egyéb tápanyagtartalmának kimutatása már megtörtént. Minden kolléga maga határozhatja meg, hogy milyen feladatot jelöl ki pontosan a tanulók számára ehhez (csak az egyes vitaminok és ásványi anyagok felsorolása, vagy esetleg a legnagyobb mennyiségben jelen lévő anyagok kiemelése stb.).

**Megbízható mennyiségi információk szerepelnek például a következő weblapokon:**

<http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/tej-tejtermek/ch03s05.html> (utolsó letöltés 2017. 08. 18.)

<http://www.vilaglex.hu/Erdekes/Html/Tejkemia.htm> (utolsó letöltés 2017. 08. 18.)

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Tej> (utolsó letöltés 2017. 08. 18.)

- Különbséget lehet tenni az elsősorban energiát biztosító és a szervezet saját makromolekuláinak felépítéséhez használt kismolekulákat szolgáltató makrotápanyagok és a szervezetben szintén fontos szerepet játszó, de csak kis mennyiségben jelen lévő mikrotápanyagok között.
- A tej zsírtartalma kimutatásának sikeréhez érdemes nagyobb zsírtartalmú tejet választani (pl. 2,8% vagy 3,5%-osat, a kettő között a zsír kimutatása szempontjából nincs látható különbség). A tanulókkal meg lehet beszélni, hogy a frissen fejt tejnek ennél nagyobb a zsírtartalma (4-5%, de ezt sok tényező befolyásolja, pl. takarmányozás, évszakhatás, a tehén egészségi állapota stb.), ami a tej feldolgozása során csökken. Ugyanis a tejszín, a tejföl és a vaj a spontán módon két fázisra szétváló tej zsíros fázisából készül.
- A tehetség gondozás során ki lehet térni a kolloid rendszerekre is, vagy érdemes előre utalni a 9. osztályos kémia tananyagra, amikor ezeket kicsit részletesebben lehet tárgyalni. Az emulzió fogalmának tanulásakor meg lehet említeni, hogy míg a tej „olaj a vízben”, addig a vaj „víz az olajban” típusú emulzió.
- A tejcukor lebontását végző enzim (laktáz) nem minden ember szervezetében van jelen. Azoknál, akiknél hiányzik, súlyos tüneteket (hasmenés, puffadás stb.) okozhat a tej, illetve egyéb tejtermékek fogyasztása. Ebben az esetben ún. laktózmentes tejet lehet inni a tünetek elkerülésére. A laktózmentes tej annyiban különbözik az eredeti tejtől, hogy a laktóz (diszacharid) felbontásához az enzimet, a laktázt is tartalmazza. Így az ilyen tejben a laktóz nagy része már glükózra és galaktózra van bontva. Tehát cukortartalma pont ugyanannyi, mint az eredeti tejé. A Fehling-próbát is el lehet végezni vele, mivel a glükóz és a galaktóz is redukáló tulajdonságú, pozitív eredményt ad. Érdekes, hogy a laktózmentes tej nagyobb

glükóztartalma miatt édesebb ízű, így ízleléssel is megkülönböztethető a „laktázmentes” változatától. Természetesen a főntebb leírtak teljes egészében csak 10. osztályban, a cukrok tanításakor magyarázhatók meg. 8. osztályban elegendő azt mondani erről, hogy a tejcukrot az egészséges szervezetben egy enzim két másik, egyszerűbb cukorra bontja.

- A Fehling-próba során a helyes tapasztalat megállapítása céljából érdemes felhívni a figyelmet arra, hogy a melegítés során az esetlegesen a kémcső falára rakódott kormot a tanulók távolítsák el. Meg kell várni, amíg a kémcső lehűl, és csak azután törölgék le a kémcső külső felületét egy papír zsebkendővel vagy papírtörülkövel.
- Mivel a redukáló szénhidrátok molekuláinak sajátos szerkezetével a tanulók ebben az életkorban még nincsenek tisztában, így teljes magyarázatot csak később, vagy legfeljebb csak a tehetséggondozás során adhatunk. Célszerű azonban a tanári magyarázat során elmondani, hogy ezt a reakciót csak egy bizonyos atomcsoporttal rendelkező molekulák adják, melyek közé a tejcukor is tartozik.
- A tavalyi tanévben még nem javasoltuk a „poláris – apoláris” kifejezések használatát, mivel 7. osztályban a diákok még nem tanulnak elektromosságtant, és ezért nem ismerhetik a „pólus” fogalmát. Természetesen azóta ezek a fogalmak a kémiaórán is bevezetésre kerülhettek. Ha mégis előfordulna, hogy ennek a feladatlapnak az elvégzése megelőzi ezeknek a fogalmaknak az ismeretét, akkor a tanár alkalmazhatja az általa eddig használt terminológiát.
- A feladatlap végrehajtása során a tanulók több „próbát” elvégeznek, melyeknek „pozitív” vagy „negatív” kimenetele lehet. A „pozitív próba” értelmezéséhez járul egy olyan tévképzet, amely szerint az valami jó, számunkra mindenképpen előnyös eredményt jelent, míg a negatív éppen ellenkezőleg. Ugyanakkor, ha pl. egy orvosi vizsgálat során a vizeletből sikerül fehérjét kimutatni, azt „pozitív” próbának mondják annak ellenére, hogy rossz hír, mivel arra utal, hogy gyulladás van a szervezetben. Érdemes megbizonyosodni arról, hogy fennáll-e a tanulóknál ez a tévképzet, és ha igen, tudatosítani a helyes értelmezést. Esetünkben a „pozitív próba” valamely anyag, vagy anyagcsoport jelenlétére utal.
- Meg kell kérdezni a tanulókat, hogy hallottak-e már az enzimekről, tudják-e, hogy mi a szó jelentése. Részletesen 8. osztályban még nem tudjuk elmagyarázni a fogalmat, de annyit meg lehet említeni, hogy „a szervezetben folyó reakciók lejátszódását meggyorsító (ill. lehetővé tévő) fehérje”.
- A házi feladat ellenőrzése során hívjuk fel a tanulók figyelmét arra, hogy a [www.vilaglex.hu](http://www.vilaglex.hu) oldalon a »"szörnyűséges" E-anyagokat« kifejezés nem véletlenül van idézőjelben. Ekkor lehetőség nyílik egy újabb tévképzet felszámolására, miszerint minden E-szám egy káros anyagot jelöl. Valójában az E-szám azt jelenti, hogy étkezési célra alkalmas, ill. bizonyítottan nem káros vegyületről van szó, amelynek a használatát az illetékes hatóságok engedélyezték.
- Nagyon fontos minden kísérlet megbeszélése során tudatosítani a tanulóknál az ok-okozat összefüggést, azaz, hogy az adott esetben mi okozta a változást, milyen anyag jelenléte miatt lett pozitív a próba.
- Nem csak az időkorlát, de az iskolai szertárak felszereltsége és a laboránsok hiánya miatt terveztük úgy ezt a feladatlapot, hogy minden tápanyagot más-más csoport mutat ki. Az I. csoport az 1. Kísérletet végzi, ami a tejszír kimutatása. A II. csoport a 2. Kísérletet végzi, ami a tejcukor kimutatása. A III. csoport a 3. Kísérletet végzi, ami a tejfehérje kimutatása. Ennek megfelelően csoportonként állítottuk össze az anyag- és eszközanyagot.

## 7. Technikai segédlet:

- **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez:**
  1. Kísérlet: (az I. csoport részére a tejszír kimutatásához)
    - tej (2,8%-os vagy 3,5%-os)
    - olaj
    - desztillált víz
    - benzin
    - 3 db kémcső (szilikon dugóval)
    - 3 db főzőpohár

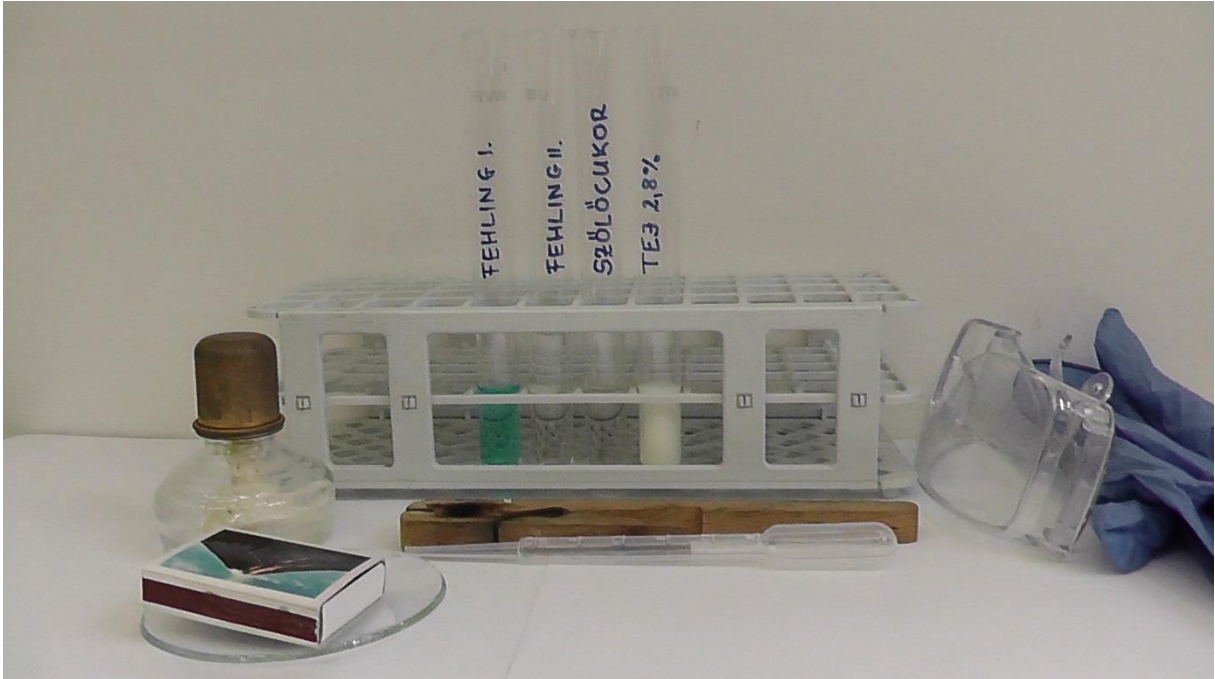
- 4 db cseppentő
- szűrőpapír
- kémcsőállvány
- (védőszemüveg)
- (védőkesztyű)
- Az I. csoport 1. Kísérletéhez szükséges eszközök és anyagok az alábbi fényképen láthatók



- 2. Kísérlet:** (a II. csoport részére a tejcukor kimutatásához)
- tej (2,8%-os vagy 3,5%-os)
  - Fehling I-oldat
  - Fehling II-oldat
  - szőlőcukoroldat (w = 5%)
  - 4 db kémcső
  - (+1 a laktózmentes tejnek, opcionális)
  - 1 db cseppentő
  - kémcsőfogó
  - kémcsőállvány
  - borszeszégő
  - gyufa
  - óraüveg
  - védőszemüveg
  - (védőkesztyű)



- A II. csoport 2. Kísérletéhez szükséges eszközök és anyagok az alábbi fényképen láthatók



**3. Kísérlet. (a III. csoport részére a tejfehérje kimutatásához)**

- tej (2,8%-os vagy 3,5%-os)
  - tojásfehérje-oldat
  - nátrium-hidroxid-oldat ( $w = 5\%$ )
  - réz(II)-szulfát-oldat ( $w = 1\%$ )
  - 3 db kémcső (2 db szilikon dugóval)
  - 1 db főzőpohár
  - kémcsőállvány
  - (védőszemüveg)
  - (védőkesztyű)
- A III. csoport 3. Kísérletéhez szükséges eszközök és anyagok az alábbi fényképen láthatók



- **Előkészítés:**
  - Természetesen a kísérleteket előre ki kell próbálni a rendelkezésre álló anyagokkal, eszközökkel és tejmintával.
  - A benzines extrakcióhoz (1. Kísérlet) 4 db cseppentőre van szükség. Hívjuk fel a tanulók figyelmét arra, hogy minden anyaghoz külön cseppentőt használjanak, és minden cseppentőt mindig a saját folyadékába tegyenek vissza!
  - A benzines extrakció során először 3 fázis jelenik meg a kémcsőben. Az anyagok sűrűségét figyelembe véve alulról fölfelé a vizes, az olajos és végül a benzines. Néhány percet várni kell, amíg kialakul a 2 fázis. A tej extrakciója során 2 fázis alakul ki, azonban mivel mindkettő fehér lesz, nehezebben különböztethető meg egymástól. A megfigyeléskor érdemes fény felé tartani a kémcsövet. Arra is lehet számítani, hogy a felső benzines fázis kissé beledermes a kémcsőbe, mosogatáskor nehezebb kiönteni.
  - A benzines extrakció során érdemes összehangolni a kémcsövek és a cseppentők méretét. Bizonyos esetekben a cseppentő nem éri el a felső fázist, így meg kellene dönteni a kémcsövet a mintavételhez, ami jelentős hibát okozhat.
  - A biuret-reakció során 5 csepp is kell az 1%-os réz(II)-szulfát-oldatból ahhoz, hogy jól látható legyen a szín. Természetesen a szükséges cseppek száma változhat, ha nem analitikai tisztaságú anyagokkal dolgozunk, ezért ezt is ki kell próbálni a tanulókkal való elvégzés előtt.
  - A tojásfehérje-oldatot a szokásos módon kell elkészíteni: a tojásfehérjét elválasztani a tojássárgájától, majd a tojásfehérjét desztillált vízzel kb. háromszoros térfogatúra kell hígítani és szűrőpapíron átszűrni. Fagyasztószekrényben hónapokig eltartható.
- **Balesetvédelem:**
  - A melegítésre (a nyílt láng használata miatt) nagyon vigyázni kell. A kémcsöveket csak kémcsőfogóban melegíthetjük. A forró kémcső megfogása tilos. A hosszú hajakat össze kell fogatni. Melegítés közben gumikesztyűt nem használunk.
  - A kémcsövet a melegítés közben állandóan mozgatni kell, és a száját ne irányítsuk se magunk, se más személy felé.
  - Az 1.a), 1.b) és 1.c) kísérletet nyílt láng mellett elvégezni tilos, mert a benzin gyúlékony és robbanásveszélyes. Ezért érdemes a tejsír és tejcukor kimutatását végző csoportokat az osztályteremben egymástól távol elhelyezni.
  - A kémcső tartalmának összerázásakor tilos azt ujjal befogni, minden esetben az odakészített dugókat kell használni.
  - A benzint tartalmazó kémcsőből rázás közben néha el kell távolítani a dugót, megelőzve az esetlegesen keletkezett benzingőz általi kilövését.
- **Hulladékkezelés:**
  - A kísérletek maradékát a megfelelő gyűjtőedényekbe kell üríteni, a lefolyóba önteni tilos. A nehézfémek a szerves gyűjtőbe, a benzines keverékek a halogénmentes szerves gyűjtőbe kerüljenek.

## A tej, mint teljes értékű élelmiszer (1. típus: receptszerű változat)

Régi bölcsesség, hogy a tej élet, erő, egészség. Az újszülött emlősök, beleértve az embert is, első táplálékként tejet fogyasztanak. Az anyatej különösen sokféle tápanyagot tartalmaz és összetétele képes a baba igényeihez és életkorához igazodva változni. A mai órán azt fogjuk megvizsgálni, hogy a tej teljes értékű élelmiszernek számít-e. Ehhez be kell bizonyítanunk, hogy minden típusú tápanyag megtalálható benne. A házi feladat megoldása során már megnéztétek, hogy a tej milyen vitaminokat és ásványi anyagokat tartalmaz. A továbbiakban az egyéb tápanyagok kimutatását fogjuk elvégezni. Minden tápanyagot más-más csoport mutat ki.

Az I. csoport az 1. Kísérletet végzi, ami a tejszír kimutatása. A II. csoport a 2. Kísérletet végzi, ami a tejcukor kimutatása. A III. csoport a 3. Kísérletet végzi, ami a tejfehérje kimutatása.

A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és a magyarázatokat a mondatok kiegészítésével és a **vastagon nyomtatott** szavak közül a **megfelelő aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő áthúzásával!** Ha elkészültetek, beszéljétek meg közösen minden egyes kísérlet tapasztalatát és írjátok le a magyarázatokat is!

1.a) **Kísérlet:** Öntsetek kémcsőbe 2 ujjnyi vizet és adjatok hozzá kb. 1 ujjnyi olajat! A kémcsövet dugaszoljátok be és alaposan rázzátok össze! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A víz és az olaj **elegyedik/nem elegyedik** egymással.

**Magyarázat:** Az olaj **vízoldható/zsíroidható**, ezért **nem válik külön/külön válik** a víztől.

Ezután csepegtessetek a kémcső tartalmához kb. 1 ujjnyi benzint, dugaszoljátok be, majd rázzátok össze újra! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A benzin a(z) **vízzel/olajjal** elegyedett.

**Magyarázat:** A benzin **vízoldható/zsíroidható** anyag.

Ezután cseppentsetek 1 cseppet az olajból és a benzinből külön-külön, de egyszerre szűrőpapírra, és figyeljétek meg, mi történik! (A szűrőpapíron minden alkalommal jelöljétek, hogy mit hova cseppentettetek!)

**Tapasztalat:** Az olaj és a benzin szűrőpapírra cseppentése után a(z) ..... hamar elpárolgott, a(z) ..... pedig nyomot hagyott a papíron.

**Magyarázat:** Az olaj és a benzin közül az párolog el hamarabb, amelynek részecskéi között **gyengébb/erősebb** a kölcsönhatás.

Végül az összerázott kémcső felső részében lévő folyadékból is cseppentsetek 1 cseppet szűrőpapírra! Mi történt?

**Tapasztalat:** Az összerázott kémcső felső részéből vett minta a(z) **olajhoz/benzinhez** hasonló nyomot hagyott a papíron.

**Magyarázat:** A kémcső felső részéből vett minta .....-t és .....-t tartalmazott. A(z) ..... elpárolgott, míg a(z) ..... a papíron maradt.

1.b) **Kísérlet:** Öntsetek kémcsőbe 2 ujjnyi tejet és csepegtessetek hozzá kb. 1 ujjnyi benzint! A kémcsövet dugaszoljátok be és alaposan rázzátok össze! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:**.....

**Magyarázat:**.....

1.c) **Kísérlet:** Cseppentővel a felső részből cseppentsetek szűrőpapírra 1 cseppet! Néhány percig figyeljétek meg, hogy mi történik!

**Tapasztalat:**.....

**Magyarázat:**.....  
.....  
.....

2.a) **Kísérlet:** A kémcsőben lévő Fehling I-oldathoz csepegtessetek addig Fehling II-oldatot, amíg a kezdetben kiváló csapadék mélykék színnel feloldódik! A csapadék oldódását rázogatással segítsétek! Öntsétek át az így elkészült „Fehling-reagens” harmadát a szőlőcukoroldathoz, amit ezután melegítsetek borszeszegő segítségével! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A szőlőcukrot tartalmazó kémcsőben ..... színű csapadék vált ki.

**Magyarázat:** Az imént elvégzett „Fehling-próba” egyes cukorszerű szénhidrátok (pl. szőlőcukor, tejcukor, malátacukor) kimutatására alkalmas vizsgálat. Ha a vizsgált oldatunk tartalmazza a megfelelő tulajdonságú cukrot, az oldatból ..... színű csapadék válik ki.

2.b) **Kísérlet:** A Fehling-reagens második harmadát öntsétek hozzá a kémcsőben lévő tejhez, majd melegítsétek a kémcső tartalmát! Mit tapasztaltok? Mire következtettek ebből?

**Tapasztalat:**.....  
.....

**Magyarázat:**.....  
.....

3.a) **Kísérlet:** A kémcsőben lévő nátrium-hidroxid-oldat harmadát öntsétek a tojásfehérje-oldathoz! Ezután adjatok hozzá 5 csepp réz-szulfát-oldatot! Rázzátok össze a kémcső tartalmát és figyeljétek meg a színváltozást!

**Tapasztalat:** A tojásfehérjét tartalmazó kémcsőben ..... színű lett a kémcső tartalma.

**Magyarázat:** A fentiekben elvégzett reakció neve „biuret-reakció”, mely a fehérjék jellemző molekuláriszletének kimutatására szolgáló kémiai reakció. Lényege, hogy lúgos közegben a réz-ionok a fehérjékkel ..... színű anyagot alkotnak.

3.b) **Kísérlet:** A kémcsőben lévő tejjel végezzétek el a fent leírt biuret-reakciót! Figyeljétek meg a színváltozást! Mire következtettek ebből?

**Tapasztalat:**.....  
.....

**Magyarázat:**.....  
.....

Az elvégzett három kísérlet segítségével sikerült bizonyítani, hogy a tej .....-t, .....-t és .....-t is tartalmaz. A házi feladatban azt is megállapítottuk, hogy vitaminokat és ásványi anyagokat is találunk benne. Ennek megfelelően a tej ..... értékű élelmiszer.

## A tej, mint teljes értékű élelmiszer (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

Régi bölcsesség, hogy a tej élet, erő, egészség. Az újszülött emlősök, beleértve az embert is, első táplálékként tejet fogyasztanak. Az anyatej különösen sokféle tápanyagot tartalmaz és összetétele képes a baba igényeihez és életkorához igazodva változni. A mai órán azt fogjuk megvizsgálni, hogy a tej teljes értékű élelmiszernek számít-e. Ehhez be kell bizonyítanunk, hogy minden típusú tápanyag megtalálható benne. A házi feladat megoldása során már megnéztétek, hogy a tej milyen vitaminokat és ásványi anyagokat tartalmaz. A továbbiakban az egyéb tápanyagok kimutatását fogjuk elvégezni. Minden tápanyagot más-más csoport mutat ki.

Az I. csoport az 1. Kísérletet végzi, ami a tejszír kimutatása. A II. csoport a 2. Kísérletet végzi, ami a tejcukor kimutatása. A III. csoport a 3. Kísérletet végzi, ami a tejfehérje kimutatása.

A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és a magyarázatokat a mondatok kiegészítésével és a **vastagon nyomtatott** szavak közül a **megfelelő aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő aláhúzásával!** Ha elkészültetek, beszéljétek meg közösen minden egyes kísérlet tapasztalatát és írjátok le a magyarázatokat is!

1.a) **Kísérlet:** Öntsetek kémcsőbe 2 ujjnyi vizet és adjatok hozzá kb. 1 ujjnyi olajat! A kémcsövet dugaszoljátok be és alaposan rázzátok össze! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A víz és az olaj **elegyedik/nem elegyedik** egymással.

**Magyarázat:** Az olaj **vízoldható/zsíroidható**, ezért **nem válik külön/külön válik** a víztől.

Ezután csepegtessetek a kémcső tartalmához kb. 1 ujjnyi benzint, dugaszoljátok be, majd rázzátok össze újra! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A benzin a(z) **vízzel/olajjal** elegyedett.

**Magyarázat:** A benzin **vízoldható/zsíroidható** anyag.

Ezután csepegtessetek 1 cseppet az olajból és a benzinből külön-külön, de egyszerre szűrőpapírra, és figyeljétek meg, mi történik! (A szűrőpapíron minden alkalommal jelöljétek, hogy mit hova csepegtettetek!)

**Tapasztalat:** Az olaj és a benzin szűrőpapírra csepegtése után a(z) ..... hamar elpárolgott, a(z) ..... pedig nyomot hagyott a papíron.

**Magyarázat:** Az olaj és a benzin közül az párolog el hamarabb, amelynek részecskéi között **gyengébb/erősebb** a kölcsönhatás.

Végül az összerázott kémcső felső részében lévő folyadékból is csepegtessetek 1 cseppet szűrőpapírra! Mi történt?

**Tapasztalat:** Az összerázott kémcső felső részéből vett minta a(z) **olajhoz/benzinhez** hasonló nyomot hagyott a papíron.

**Magyarázat:** A kémcső felső részéből vett minta .....-t és .....-t tartalmazott. A(z) ..... elpárolgott, míg a(z) ..... a papíron maradt.

1.b) **Kísérlet:** Öntsetek kémcsőbe 2 ujjnyi tejet és csepegtessetek hozzá kb. 1 ujjnyi benzint! A kémcsövet dugaszoljátok be és alaposan rázzátok össze! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:**.....

**Magyarázat:**.....

1.c) **Kísérlet:** Csepegtetővel a felső részből csepegtessetek szűrőpapírra 1 cseppet! Néhány percig figyeljétek meg, hogy mi történik!

**Tapasztalat:**.....

**Magyarázat:**.....

2.a) **Kísérlet:** A kémcsőben lévő Fehling I-oldathoz csepegtessetek addig Fehling II-oldatot, amíg a kezdetben kiváló csapadék mélykék színnel feloldódik! A csapadék oldódását rázogatóssal segítsétek! Öntsétek át az így elkészült „Fehling-reagens” harmadát a szőlőcukoroldathoz, amit ezután melegítsetek borszeszégő segítségével! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A szőlőcukrot tartalmazó kémcsőben ..... színű csapadék vált ki.

**Magyarázat:** Az imént elvégzett „Fehling-próba” egyes cukorszerű szénhidrátok (pl. szőlőcukor, tejcukor, malátacukor) kimutatására alkalmas vizsgálat. Ha a vizsgált oldatunk tartalmazza a megfelelő tulajdonságú cukrot, az oldatból ..... színű csapadék válik ki.

2.b) **Kísérlet:** A Fehling-reagens második harmadát öntsétek hozzá a kémcsőben lévő tejhez, majd melegítsetek a kémcső tartalmát! Mit tapasztaltok? Mire következtettek ebből?

**Tapasztalat:**.....  
.....

**Magyarázat:**.....  
.....

3.a) **Kísérlet:** A kémcsőben lévő nátrium-hidroxid-oldat harmadát öntsétek a tojásfehérje-oldathoz! Ezután adjatok hozzá 5 csepp réz-szulfát-oldatot! Rázzátok össze a kémcső tartalmát és figyeljétek meg a színváltozást!

**Tapasztalat:** A tojásfehérjét tartalmazó kémcsőben ..... színű lett a kémcső tartalma.

**Magyarázat:** A fentiekben elvégzett reakció neve „biuret-reakció”, mely a fehérjék jellemző molekularészletének kimutatására szolgáló kémiai reakció. Lényege, hogy lúgos közegben a rézionok a fehérjékkel ..... színű anyagot alkotnak.

3.b) **Kísérlet:** A kémcsőben lévő tejjel végeztétek el a fent leírt biuret-reakciót! Figyeljétek meg a színváltozást! Mire következtettek ebből?

**Tapasztalat:**.....  
.....

**Magyarázat:**.....  
.....

Az elvégzett három kísérlet segítségével sikerült bizonyítani, hogy a tej .....-t, .....-t és .....-t is tartalmaz. A házi feladatban azt is megállapítottuk, hogy vitaminokat és ásványi anyagokat is találunk benne. Ennek megfelelően a tej ..... értékű élelmiszer.

A kísérletek végrehajtásakor különböző **próbákat** végeztetek. A kémiában ezek a próbák azt a célt szolgálják, hogy kimutassuk egy bizonyos tulajdonságú anyag (vagy anyagcsoport) jelenlétét.

A mai órán a tejben lévő különböző tápanyagok (zsír, szénhidrát, fehérje) jelenlétét mutattátok ki. Egy próba akkor jó, ha csakis egy bizonyos tulajdonságú anyag vagy anyagcsoport jelenlétekor következik be a várt változás, máskor nem. Ezért először egy olyan anyaggal végeztétek el, amikor a próba eredménye „**pozitív**” volt (vagyis kimutattátok az adott anyag jelenlétét). Majd ezt **összehasonlítottátok** az eredeti reagenssel, azaz, amikor nem volt benne a kérdéses anyag (a zsír, a szénhidrát vagy a fehérje). Ezek után elvégeztétek a próbát a tejjel is, kimutatva benne az adott összetevőt. Az egyes **próbák végrehajtásakor mindig mindent ugyanúgy kellett tenni, csak az anyagot változtattátok, amivel a próbát elvégeztétek.** Azaz az „**egyszerre csak egy tényezőt (paramétert) változtatunk**” elvet használtátok. A próbákat „**tesztnek**” vagy „**vizsgálatnak**” is szokták nevezni.

### A tej, mint teljes értékű élelmiszer (3. típus: kísérlettervező változat)

Régi bölcsesség, hogy a tej élet, erő, egészség. Az újszülött emlősök, beleértve az embert is, első táplálékként tejet fogyasztanak. Az anyatej különösen sokféle tápanyagot tartalmaz és összetétele képes a baba igényeihez és életkorához igazodva változni. A mai órán azt fogjuk megvizsgálni, hogy a tej teljes értékű élelmiszernek számít-e. Ehhez be kell bizonyítanunk, hogy minden típusú tápanyag megtalálható benne. A házi feladat megoldása során már megnéztétek, hogy a tej milyen vitaminokat és ásványi anyagokat tartalmaz. A továbbiakban az egyéb tápanyagok kimutatását fogjuk elvégezni. Minden tápanyagot más-más csoport mutat ki.

Az I. csoport az 1. Kísérletet végzi, ami a tejsír kimutatása. A II. csoport a 2. Kísérletet végzi, ami a tejcukor kimutatása. A III. csoport a 3. kísérletet végzi, ami a tejfehérje kimutatása.

A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és a magyarázatokat a mondatok kiegészítésével és a **vastagon nyomtatott** szavak közül a **megfelelő aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő áthúzásával!** Ha elkészültetek, beszéljétek meg közösen minden egyes kísérlet tapasztalatát és írjátok le a magyarázatokat is!

A kísérletek végrehajtásakor különböző **próbákat** fogtok végezni. A kémiában ezek a próbák azt a célt szolgálják, hogy **kimutassuk egy bizonyos tulajdonságú anyag vagy anyagcsoport** jelenlétét.

Egy próba akkor jó, ha csakis egy bizonyos tulajdonságú **anyag vagy anyagcsoport** jelenlétekor következik be a várt változás, máskor nem. Ezért először egy olyan anyaggal végzitek el, amikor a próba eredménye **„pozitív”** (vagyis kimutatjátok az adott anyag jelenlétét). Majd ezt **összehasonlíthatjátok** az eredeti reagenssel, azaz, amikor nincs benne a kérdéses anyag (a zsír, a szénhidrát vagy a fehérje). Az egyes **próbák végrehajtásakor mindig mindent ugyanúgy kell tenni**, csak az **anyagot változtatjátok, amivel a próbát elvégzitek**. Azaz az **„egyszerre csak egy tényezőt (paramétert) változtatunk”** elvet fogjátok használni. A próbákat **„tesztnek”** vagy **„vizsgálatnak”** is szokták nevezni.

1.a) **Kísérlet:** Öntsetek kémcsőbe 2 ujjnyi vizet és adjatok hozzá kb. 1 ujjnyi olajat! A kémcsövet dugaszoljátok be és alaposan rázzátok össze! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A víz és az olaj **elegyedik/nem elegyedik** egymással.

**Magyarázat:** Az olaj **vízoldható/zsíroidható**, ezért **nem válik külön/külön válik** a víztől.

Ezután csepegtessetek a kémcső tartalmához kb. 1 ujjnyi benzint, dugaszoljátok be, majd rázzátok össze újra! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A benzin a(z) **vízzel/olajjal** elegyedett.

**Magyarázat:** A benzin **vízoldható/zsíroidható** anyag.

Ezután csepegtetsetek 1 cseppet az olajból és a benzinből külön-külön, de egyszerre szűrőpapírra, és figyeljétek meg, mi történik! (A szűrőpapíron minden alkalommal jelöljétek, hogy mit hova csepegtettetek!)

**Tapasztalat:** Az olaj és a benzin szűrőpapírra csepegtése után a(z) ..... hamar elpárolgott, a(z) ..... pedig nyomot hagyott a papíron.

**Magyarázat:** Az olaj és a benzin közül az párolog el hamarabb, amelynek részecskéi között **gyengébb/erősebb** a kölcsönhatás.

Végül az összerázott kémcső felső részében lévő folyadékból is csepegtetsetek 1 cseppet szűrőpapírra! Mi történt?

**Tapasztalat:** Az összerázott kémcső felső részéből vett minta a(z) **olajhoz/benzinhez** hasonló nyomot hagyott a papíron.

**Magyarázat:** A kémcső felső részéből vett minta .....-t és .....-t tartalmazott. A(z) ..... elpárolgott, míg a(z) ..... a papíron maradt.

1.b) **Kísérlet:** Tervezzetek kísérletet annak kiderítésére, hogy a tej tartalmaz-e zsírt! A kísérlet **megtervezéséhez az „egyszerre csak egy tényezőt (paramétert) változtatunk” elvet használjátok!**

A kísérlet terve:.....  
.....  
.....

**Tapasztalat:**.....  
.....

**Magyarázat:**.....  
.....

2.a) **Kísérlet:** A kémcsőben lévő Fehling I-oldathoz csepegtessetek addig Fehling II-oldatot, amíg a kezdetben kiváló csapadék mélykék színnel feloldódik! A csapadék oldódását rázogatással segítsétek! Öntsétek át az így elkészült „Fehling-reagens” harmadát a szőlőcukoroldathoz, amit ezután melegítsetek borszeszégő segítségével! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A szőlőcukrot tartalmazó kémcsőben ..... színű csapadék vált ki.

**Magyarázat:** Az imént elvégzett „Fehling-próba” egyes cukorszerű szénhidrátok (pl. szőlőcukor, tejcukor, malátacukor) kimutatására alkalmas vizsgálat. Ha a vizsgált oldatunk tartalmazza a megfelelő tulajdonságú cukrot, az oldatból ..... színű csapadék válik ki.

2.b) **Kísérlet:** Tervezzetek kísérletet annak meghatározására, hogy a tej tartalmaz-e szénhidrátot! A kísérlet megtervezéséhez az „egyszerre csak egy tényezőt (paramétert) változtatunk” elvet használjátok!

A kísérlet terve: .....  
.....  
.....

**Tapasztalat:**.....  
.....

**Magyarázat:**.....  
.....

3.a) **Kísérlet:** A kémcsőben lévő nátrium-hidroxid-oldat harmadát öntsétek a tojásfehérje-oldathoz! Ezután adjatok hozzá 5 csepp réz-szulfát-oldatot! Rázzátok össze a kémcső tartalmát és figyeljétek meg a színváltozást!

**Tapasztalat:** A tojásfehérjét tartalmazó kémcsőben ..... színű lett a kémcső tartalma.

**Magyarázat:** A fentiekben elvégzett reakció neve „biuret-reakció”, mely a fehérjék jellemző molekulárisztruktúrájának kimutatására szolgáló kémiai reakció. Lényege, hogy lúgos közegben a rézionok a fehérjékkel ..... színű anyagot alkotnak.

3.b) **Kísérlet:** Tervezzetek kísérletet annak megállapítására, hogy a tej tartalmaz-e fehérjét! A kísérlet megtervezéséhez az „egyszerre csak egy tényezőt (paramétert) változtatunk” elvet használjátok!

A kísérlet terve: .....  
.....  
.....

**Tapasztalat:**.....  
.....

**Magyarázat:**.....  
.....

Az elvégzett három kísérlet segítségével sikerült bizonyítani, hogy a tej .....-t, .....-t és .....-t is tartalmaz. A házi feladatban azt is megállapítottuk, hogy vitaminokat és ásványi anyagokat is találunk benne. Ebből az következik, hogy a tej ..... értékű élelmiszer.



### A tej, mint teljes értékű élelmiszer (tanári változat)

Régi bölcsesség, hogy a tej élet, erő, egészség. Az újszülött emlősök, beleértve az embert is, első táplálékként tejet fogyasztanak. Az anyatej különösen sokféle tápanyagot tartalmaz és összetétele képes a baba igényeihez és életkorához igazodva változni. A mai órán azt fogjuk megvizsgálni, hogy a tej teljes értékű élelmiszernek számít-e. Ehhez be kell bizonyítanunk, hogy minden típusú tápanyag megtalálható benne. A házi feladat megoldása során már megnéztétek, hogy a tej milyen vitaminokat és ásványi anyagokat tartalmaz. A továbbiakban az egyéb tápanyagok kimutatását fogjuk elvégezni. Minden tápanyagot más-más csoport mutat ki.

Az I. csoport az 1. Kísérletet végzi, ami a tejszír kimutatása. A II. csoport a 2. Kísérletet végzi, ami a tejcukor kimutatása. A III. csoport a 3. Kísérletet végzi, ami a tejfehérje kimutatása.

A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és a magyarázatokat a mondatok kiegészítésével és a **vastagon nyomtatott** szavak közül a **megfelelő aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő áthúzásával!** Ha elkészültetek, beszéljétek meg közösen minden egyes kísérlet tapasztalatát és írjátok le a magyarázatokat is!

[Csak az 1. és 2. típusú csoportoknak!]

1.a) **Kísérlet:** Öntsetek kémcsőbe 2 ujjnyi vizet és adjatok hozzá kb. 1 ujjnyi olajat! A kémcsövet dugaszoljátok be és alaposan rázzátok össze! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A víz és az olaj **elegyedik/nem elegyedik** egymással.

**Magyarázat:** Az olaj **vízoldható/zsíroidható**, ezért **nem válik külön/külön válik** a víztől.

Ezután csepegtessetek a kémcső tartalmához kb. 1 ujjnyi benzint, dugaszoljátok be, majd rázzátok össze újra! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A benzin a(z) **vízrel/olajjal** elegyedett.

**Magyarázat:** A benzin **vízoldható/zsíroidható** anyag.

Ezután csepegtessetek 1 cseppet az olajból és a benzinből külön-külön, de egyszerre szűrőpapírra, és figyeljétek meg, mi történik! (A szűrőpapíron minden alkalommal jelöljétek, hogy mit hova csepegtettetek!)

**Tapasztalat:** Az olaj és a benzin szűrőpapírra csepegtése után a(z) **benzin** hamar elpárolgott, a(z) **olaj** pedig nyomot hagyott a papíron.

**Magyarázat:** Az olaj és a benzin közül az párolog el hamarabb, amelynek részecskéi között **gyengébb/erősebb** a kölcsönhatás.

Végül az összerázott kémcső felső részében lévő folyadékból is csepegtessetek 1 cseppet szűrőpapírra! Mi történt?

**Tapasztalat:** Az összerázott kémcső felső részéből vett minta a(z) **olajhoz/benzinhez** hasonló nyomot hagyott a papíron.

**Magyarázat:** A kémcső felső részéből vett minta **benzint** és **olajat** tartalmazott. A(z) **benzin** elpárolgott, míg a(z) **olaj** a papíron maradt.

1.b) **Kísérlet:** Öntsetek kémcsőbe 2 ujjnyi tejet, és csepegtessetek hozzá kb. 1 ujjnyi benzint! A kémcsövet dugaszoljátok be, és alaposan rázzátok össze! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** **A kémcső tartalma két részre válik szét.**

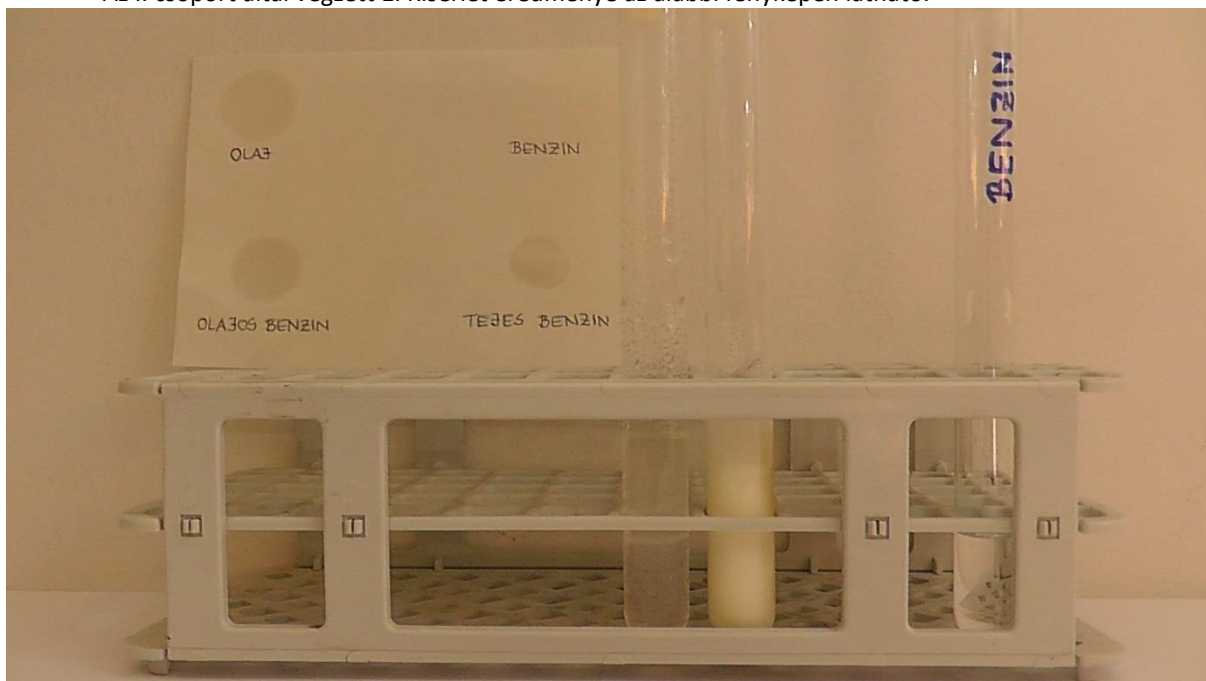
**Magyarázat:** **A tej víztartalma és vízoldható (poláris) anyagai, valamint a benzin, benne a tejből kioldott zsíroidható (apoláris) anyagokkal két részre (fázisra) válnak szét. A benzines rész felül helyezkedik el, mert sűrűsége kisebb.**

1.c) **Kísérlet:** Csepegtővel a felső részből csepegtessetek szűrőpapírra 1 cseppet! Néhány percig figyeljétek meg, hogy mi történik!

**Tapasztalat:** **A papíron az olajhoz hasonló folt/zsír folt jelenik meg.**

**Magyarázat:** **A tej zsírtartalma a benzinben jobban oldódik, mint a fő tömegében vízből álló („zsírmentes”) tejben, ezért átoldódik a benzines részbe (fázisba). A benzin elpárolgása után a zsír a papíron marad.**

- Az I. csoport által végzett 1. Kísérlet eredménye az alábbi fényképen látható.



2.a) **Kísérlet:** A kémcsőben lévő Fehling I-oldathoz csepegtettesek addig Fehling II-oldatot, amíg a kezdetben kiváló csapadék mélykék színnel feloldódik! A csapadék oldódását rázogatással segítsétek! Öntsétek át az így elkészült „Fehling-reagens” harmadát a szőlőcukoroldathoz, amit ezután melegítetek borszeszégő segítségével! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A szőlőcukrot tartalmazó kémcsőben **vörös** színű csapadék vált ki.

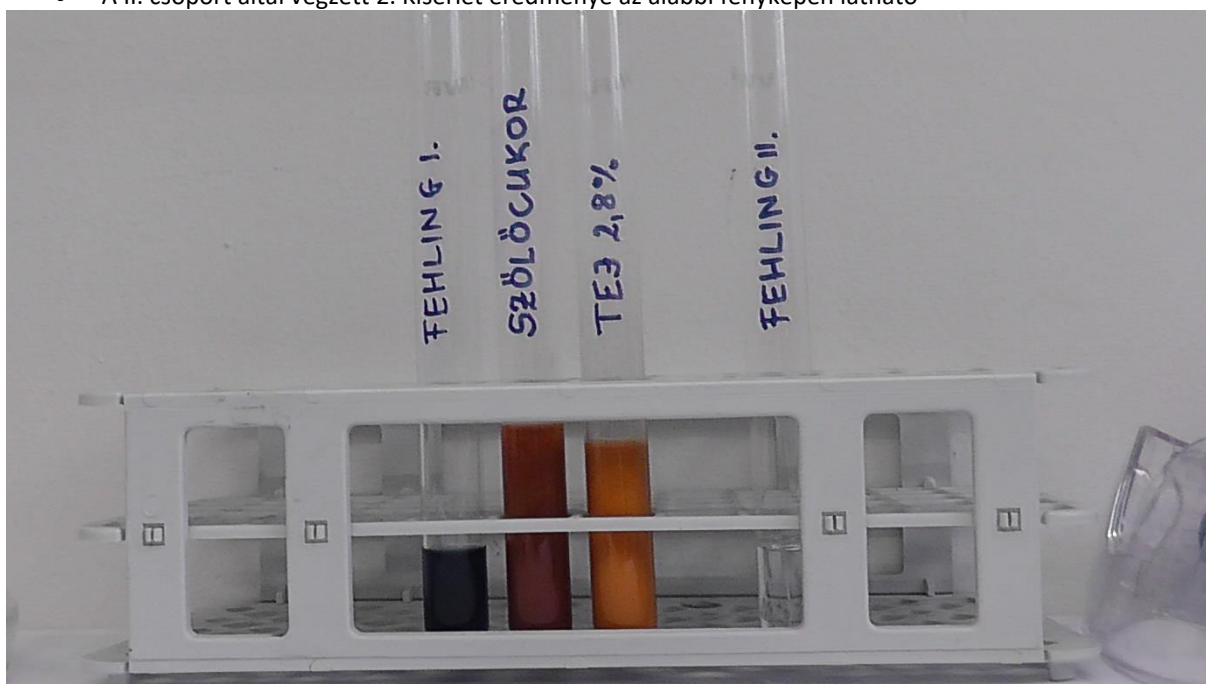
**Magyarázat:** Az imént elvégzett „Fehling-próba” egyes cukorszerű szénhidrátok (pl. szőlőcukor, tejcukor, malátacukor) kimutatására alkalmas vizsgálat. Ha a vizsgált oldatunk tartalmazza a megfelelő tulajdonságú cukrot, az oldatból **vörös** színű csapadék válik ki.

2.b) **Kísérlet:** A Fehling-reagens második harmadát öntsétek hozzá a kémcsőben lévő tejhez, majd melegítétek a kémcső tartalmát! Mit tapasztaltok? Mire következtettek ebből?

**Tapasztalat:** *A kémcsőben vörös színű csapadék jelent meg.*

**Magyarázat:** *A tej tartalmaz olyan típusú szénhidrátot, mely pozitív próbát ad. Ezt a szénhidrátot tejcukornak (laktóznak) nevezzük.*

- A II. csoport által végzett 2. Kísérlet eredménye az alábbi fényképen látható



3.a) **Kísérlet:** A kémcsőben lévő nátrium-hidroxid-oldat harmadát öntsétek a tojásfehérje-oldathoz! Ezután adjatok hozzá 5 csepp réz-szulfát-oldatot! Rázzátok össze a kémcső tartalmát és figyeljétek meg a színváltozást!

**Tapasztalat:** A tojásfehérjét tartalmazó kémcsőben **lila** színű lett a kémcső tartalma.

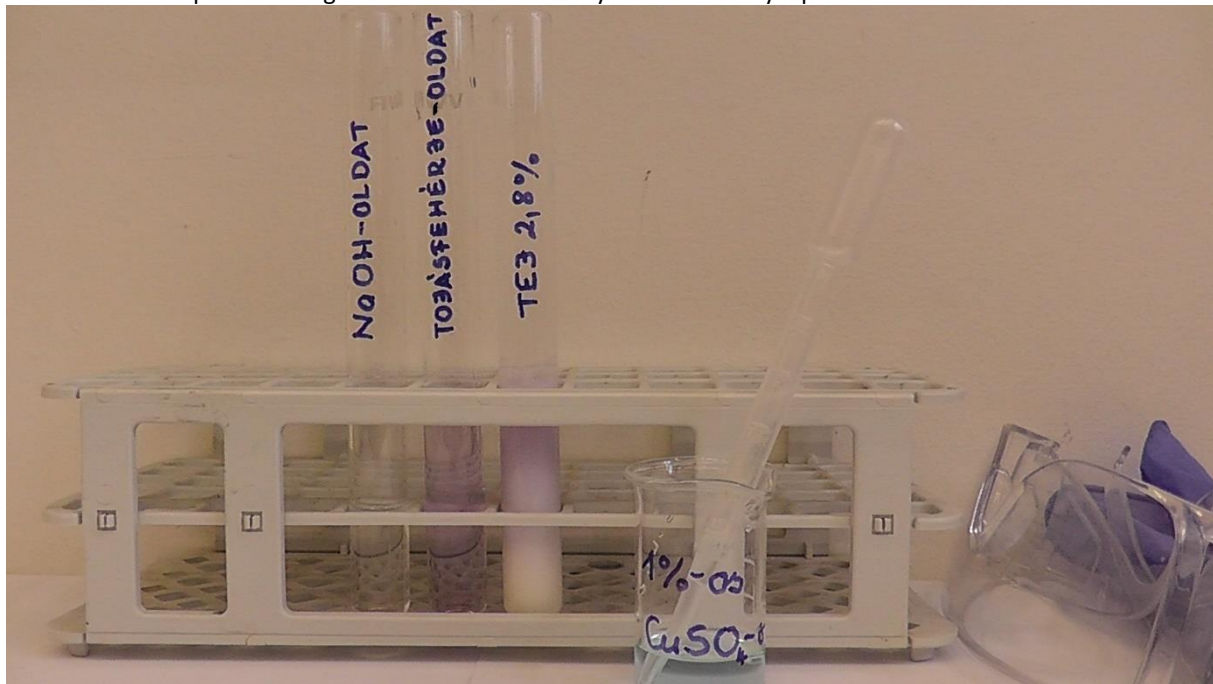
**Magyarázat:** A fentiekben elvégzett reakció neve „biuret-reakció”, mely a fehérjék jellemző molekulárisztruktúrájának kimutatására szolgáló kémiai reakció. Lényege, hogy lúgos közegben a rézionok a fehérjékkel **lila** színű anyagot alkotnak.

3.b) **Kísérlet:** A kémcsőben lévő tejjel végezzétek el a fent leírt biuret-reakciót! Figyeljétek meg a színváltozást! Mire következtettek ebből?

**Tapasztalat:** A kémcsőben **lila szín jelent meg.**

**Magyarázat:** A tej **fehérjét tartalmaz.**

- A III. csoport által végzett 3. Kísérlet eredménye az alábbi fényképen látható.



Az elvégzett három kísérlet segítségével sikerült bizonyítani, hogy a tej **zsírt, szénhidrátot (tejcukor) és fehérjét** is tartalmaz. A házi feladatban azt is megállapítottuk, hogy vitaminokat és ásványi anyagokat is találunk benne. Ebből az következik, hogy a tej **teljes** értékű élelmiszer.

[Csak a 2. típusú csoportoknak!]

A kísérletek végrehajtásakor különböző **próbákat** végeztetek. A kémiában ezek a próbák azt a célt szolgálják, hogy kimutassuk egy bizonyos tulajdonságú anyag (vagy anyagcsoport) jelenlétét.

A mai órán a tejben lévő különböző tápanyagok (zsír, szénhidrát, fehérje) jelenlétét mutattátok ki. Egy próba akkor jó, ha csakis egy bizonyos tulajdonságú anyag vagy anyagcsoport jelenlétekor következik be a várt változás, máskor nem. Ezért először egy olyan anyaggal végeztétek el, amikor a próba eredménye „**pozitív**” volt (vagyis kimutattátok az adott anyag jelenlétét). Majd ezt **összehasonlítottátok** az eredeti reagenssel, azaz, amikor nem volt benne a kérdéses anyag (a zsír, a szénhidrát vagy a fehérje). Ezek után elvégeztétek a próbát a tejjel is, kimutatva benne az adott összetevőt. Az egyes **próbák végrehajtásakor mindig mindent ugyanúgy kellett tenni**, csak az **anyagot változtattátok, amivel a próbát elvégeztétek**. Azaz az „**egyszerre csak egy tényezőt (paramétert) változtatunk**” elvet használtátok. A próbákat „**tesztnek**” vagy „**vizsgálatnak**” is szokták nevezni.

[Csak a 3. típusú csoportoknak!]

A kísérletek végrehajtásakor különböző **próbákat** fogtok végezni. A kémiában ezek a próbák azt a célt szolgálják, hogy **kimutassuk egy bizonyos tulajdonságú anyag vagy anyagcsoport** jelenlétét.

Egy próba akkor jó, ha csakis egy bizonyos tulajdonságú **anyag vagy anyagcsoport** jelenlétekor következik be a várt változás, máskor nem. Ezért először egy olyan anyaggal végzitek el, amikor a próba eredménye „**pozitív**”

(vagyis kimutatjátok az adott anyag jelenlétét). Majd ezt **összehasonlíthatjátok** az eredeti reagenssel, azaz, amikor nincs benne a kérdéses anyag (a zsír, a szénhidrát vagy a fehérje). Az egyes **próbák végrehajtásakor mindig mindent ugyanúgy kell tenni**, csak az **anyagot változtatjátok, amivel a próbát elvégzitek**. Azaz az „egyszerre csak egy tényezőt (paramétert) változtatunk” elvet fogjátok használni. A próbákat „tesztnek” vagy „vizsgálatnak” is szokták nevezni.

1.a) **Kísérlet:** Öntsetek kémcsőbe 2 ujjnyi vizet, és adjatok hozzá kb. 1 ujjnyi olajat! A kémcsövet dugaszoljátok be, és alaposan rázzátok össze! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A víz és az olaj **elegyedik/nem elegyedik** egymással.

**Magyarázat:** Az olaj **vízoldható/zsíroidható**, ezért **nem válik külön/külön válik** a víztől.

Ezután csepegtessetek a kémcső tartalmához kb. 1 ujjnyi benzint, dugaszoljátok be, majd rázzátok össze újra! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A benzin a(z) **vízrel/olajjal** elegyedett.

**Magyarázat:** A benzin **vízoldható/zsíroidható** anyag.

Ezután csepegtessetek 1 cseppet az olajból és a benzinnél külön-külön, de egyszerre szűrőpapírra, és figyeljétek meg, mi történik! (A szűrőpapíron minden alkalommal jelöljétek, hogy mit hova csepegtettetek!)

**Tapasztalat:** Az olaj és a benzin szűrőpapírra csepegtetése után a(z) **benzin** hamar elpárolgott, a(z) **olaj** pedig nyomot hagyott a papíron.

**Magyarázat:** Az olaj és a benzin közül az párolog el hamarabb, amelynek részecskéi között **gyengébb/erősebb** a kölcsönhatás.

Végül az összerázott kémcső felső részében lévő folyadékból is csepegtessetek 1 cseppet szűrőpapírra! Mi történt?

**Tapasztalat:** Az összerázott kémcső felső részéből vett minta a(z) **olajhoz/benzinhez** hasonló nyomot hagyott a papíron.

**Magyarázat:** A kémcső felső részéből vett minta **benzint** és **olajat** tartalmazott. A(z) **benzin** elpárolgott, míg a(z) **olaj** a papíron maradt.

1.b) **Kísérlet:** Tervezzetek kísérletet annak kiderítésére, hogy a tej tartalmaz-e zsírt! A kísérlet megtervezéséhez az „egyszerre csak egy tényezőt (paramétert) változtatunk” elvet használjátok!

**A kísérlet terve:** *Egy kémcsőbe 2 ujjnyi tejet öntünk, majd 1 ujjnyi benzint csepegtetünk hozzá. A kémcsövet bedugaszoljuk, és jól összerázzuk. A kémcső tartalmának felső részéből 1 cseppet szűrőpapírra csepegtünk.*

**Tapasztalat:** *A kémcső tartalma két részre válik szét. A benzines rész felül helyezkedik el. A szűrőpapíron zsírfolt jelenik meg.*

**Magyarázat:** *A tej víztartalma és vízoldható (poláris) anyagai, valamint a benzin, benne a tejből kioldott zsíroidható (apoláris) anyagokkal két részre (fázisra) válnak szét. A benzines rész felül helyezkedik el, mert sűrűsége kisebb.*

**A tej zsírtartalma a benzinnel jobban oldódik, mint a fő tömegében vízből álló („zsírmentes”) tejben, ezért átoldódik a benzines részbe (fázisba). A benzin elpárolgása után a zsír a papíron marad.**

**Megjegyzés:**

- *Az is előfordulhat, hogy a tanulók először vízzel, majd olajjal is összerázzák a tejet, és csak azután benzinnel. Érdekes tapasztalat lehet a számukra, hogy vízzel egy fázist, olajjal és benzinnel azonban két fázist alkot a tej. Felvetődhet a kérdés, hogy hogyan van benne a tejben az apoláris zsír. Ebben az életkorban legfeljebb a tehetséggondozás során magyarázható el részletesen ennek az oka a kolloid oldatok, és azon belül az „olaj a vízben” emulzió fogalmának bevezetésével. Más esetben elég annyit mondani, hogy a zsír apró cseppek formájában van jelen (az iszapos vízhez hasonlóan, amiben a szilárd anyag nagyon kicsi szemcséi lebegnek).*

2.a) **Kísérlet:** A kémcsőben lévő Fehling I-oldathoz csepegtessetek addig Fehling II-oldatot, amíg a kezdetben kiváló csapadék mélykék színnel feloldódik! A csapadék oldódását rázogatással segítsétek! Öntsétek át az így elkészült „Fehling-reagens” harmadát a szőlőcukoroldathoz, amit ezután melegítsetek borszeszégő segítségével! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A szőlőcukrot tartalmazó kémcsőben **vörös** színű csapadék vált ki.

**Magyarázat:** Az imént elvégzett „Fehling-próba” egyes cukorszerű szénhidrátok (pl. szőlőcukor, tejcukor, malátacukor) kimutatására alkalmas vizsgálat. Ha a vizsgált oldatunk tartalmazza a megfelelő tulajdonságú cukrot, az oldatból **vörös** színű csapadék válik ki.

2.b) **Kísérlet:** Tervezetek kísérletet annak meghatározására, hogy a tej tartalmaz-e szénhidrátot! A kísérlet megtervezéséhez az „egyszerre csak egy tényezőt (paramétert) változtatunk” elvet használjátok!

**A kísérlet terve:** *Az előző kísérlethez hasonlóan Fehling-reagenst készítünk, majd 3 ujjnyi tejet adunk hozzá és melegítjük a kémcső tartalmát.*

**Tapasztalat:** *A kémcsőben vörös színű csapadék jelent meg.*

**Magyarázat:** *A tej tartalmaz olyan típusú szénhidrátot, mely pozitív próbát ad. Ezt a szénhidrátot tejcukornak (laktóznak) nevezzük.*

3.a) **Kísérlet:** A kémcsőben lévő nátrium-hidroxid-oldat harmadát öntsétek a tojásfehérje-oldathoz! Ezután adjatok hozzá 5 csepp réz-szulfát-oldatot! Rázzátok össze a kémcső tartalmát és figyeljétek meg a színváltozást!

**Tapasztalat:** A tojásfehérjét tartalmazó kémcsőben **lila** színű lett a kémcső tartalma.

**Magyarázat:** A fentiekben elvégzett reakció neve „biuret-reakció”, mely a fehérjék jellemző molekuláris szerkezetének kimutatására szolgáló kémiai reakció. Lényege, hogy lúgos közegben a rézionok a fehérjékkel **lila** színű anyagot alkotnak.

3.b) **Kísérlet:** Tervezetek kísérletet annak megállapítására, hogy a tej tartalmaz-e fehérjét! A kísérlet megtervezéséhez az „egyszerre csak egy tényezőt (paramétert) változtatunk” elvet használjátok!

**A kísérlet terve:** *Egy kémcsőben 2 ujjnyi tejjel elvégezzük az előző kísérletben megismert biuret-reakciót.*

**Tapasztalat:** *A kémcsőben lila szín jelent meg.*

**Magyarázat:** *A tej fehérjét tartalmaz.*

Az elvégzett három kísérlet segítségével sikerült bizonyítani, hogy a tej **zsírt, szénhidrátot (tejcukor) és fehérjét** is tartalmaz. A házi feladatban azt is megállapítottuk, hogy vitaminokat és ásványi anyagokat is találunk benne. Ebből az következik, hogy a tej **teljes** értékű élelmiszer.

**Megjegyzés:**

- *Tapasztalt kísérletező számára nem tűnik komoly „tervezési” feladatnak egy ismert próba új anyaggal való elvégzése, majd a következtetés levonása. Azok a diákok azonban, akik most végeznek életükben először ilyet, valószínűleg meg fognak torpanni egy pillanatra, ha nem lesz pontosan leírva, hogy mit mihez kell önten.*
- *Ha van idő, beszélhetünk a tanulóknak a „vakpróbáról” is. Igaz, az egyszerűség kedvéért, most a reagenseket nem öntöttük desztillált vízhez, de így is meggyőződhattünk volna a próbák megfelelő működéséről. Pontosabban arról, hogy desztillált vízzel negatív eredményt kapunk. (Ez elé az állíthat gyakorlati akadályt, hogy a már nem friss, algásodott desztillált víz szintén tartalmaz redukáló hatású anyagokat, amelyek pozitív Fehling-próbát eredményeznek.)*
- *Ennek a feladatlapnak a feldolgozása során különösen jól fejleszthető a tanulói csoportok együttműködése. Mivel minden csoport másféle kísérletet hajt végre, ezért a végén át kell adniuk egymásnak a tapasztalataikat és meg kell beszélniük azok magyarázatát. Ez nagyon hasznos képesség, amely az életben is jól alkalmazható. Érdekesképpen el lehet mondani a tanulóknak, hogy ez hasonlít pl. a Humán Genom Projekthez, csak ott nem egy osztályteremben, hanem más-más országban, esetleg földrészen dolgoztak a kutatócsoportok, akik aztán megosztották egymással a kutatás eredményeit. Így is 16 évig tartott, amíg együtt feltérképezték az emberi génállományt.*

# **FELADATLAPOK A KUTATÁSALAPÚ KÉMIA TANÍTÁSHOZ**

**9. osztály**

# 13. feladatlap: Mire jó még a tűzijáték?

(Az első változatot készítette: Szél Nikolatta)

## Módszertani útmutató

**1. Téma:** Az atomok lángfestése

**2. Felhasználás:** 9. osztály, 45 perces tanóra

**3. Szükséges előzetes ismeretek:**

- Az alapállapotú atomok elektronszerkezete.
- Az atomok alapállapota és gerjesztett állapota.

**4. Célok:**

- Motiváció: A kíváncsiság felkeltése a környezetünkben lévő anyagok tulajdonságainak és viselkedésük szabályszerűségeinek megértése iránt a lángfestés kapcsán.
- Ismétlés: Az atomok elektronszerkezete.
- A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
- A logikus gondolkodás, az induktív következtetés gyakorlása.
- A 2. és a 3. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében elméleti ismerkedés a természettudományos vizsgálatok lépéseivel. A 3. típusú feladatlapot kitöltő tanulók esetében a saját tervezésű kísérletek megvalósításának gyakorlása.

**5. Tananyag:**

- **Ismeret szint:**
  - Az atomokban az elektronok energiabefektetés hatására magasabb energiájú pályára lépnek, de a nem stabil gerjesztett állapotból hamarosan újra alapállapotba kerülnek, miközben a felvett energiát kisugározzák.
  - Az elemek gerjesztési energiája az adott elemre jellemző érték.
  - A fény hullámhossza fordítottan arányos egy fotonjának energiájával.
- **Megértés szint:**
  - Egyes atomok gerjesztési energiája a látható fény tartományába esik, ezek a lángot színesre festik.
  - A kisugárzott energia a gerjesztési energiával megegyező nagyságú, és ezért a lángfestés színe az adott elemre jellemző, így a minőségi analízis egyik fontos próbája.
- **Alkalmazás szint:**
  - A tanulóknak el kell tudniuk dönteni adott elemek lángfestésének színéből, és a megadott fényvel kapcsolatos adatokból, összefüggésekből, hogy azok gerjesztési energiája hogyan viszonyul egymáshoz.
- **Magasabb rendű műveletek szintje:**
  - A 2. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében a konkrét példa utólagos magyarázata alapján meg kell érteni, hogy melyek a természettudományos kutatások főbb lépései.
  - A 3. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében a feladatlapon kapott segítség és konkrét példa végrehajtása alapján meg kell érteni, hogy melyek a természettudományos kutatások főbb lépései.

## 6. Módszertani megfontolások:

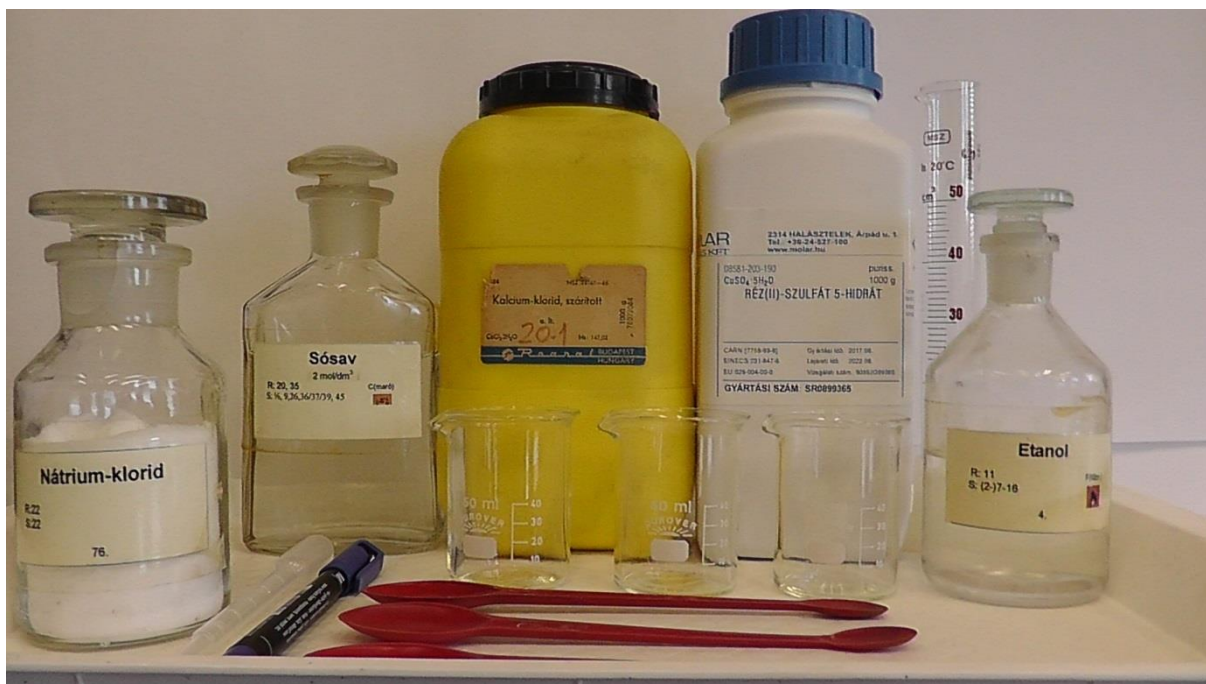
- Ez a feladatlap a minőségi meghatározások módszerei közül mutat be egy példát. Ebben az esetben a tanulók a lángfestés vizsgálatakor természetesen csak saját látásukra hagyatkoznak. (A gyakorlatban az elvet műszeres mérések során is alkalmazzák, minőségi és mennyiségi meghatározásokhoz is.) A feladatlapok alapján végzett kísérletek során tehát a lángfestés jelenségének kvalitatív analízisre való felhasználása történik. A kvantitatív meghatározásra jó példa az élelmiszerek nátrium-klorid-tartalmának, vagy a talaj nehézfém-szennyezésének mérése.
- A 2. és 3. feladatlapot megoldó tanulók ismeretlen vegyület összetételét határozzák meg. A biztos meghatározáshoz fontos, hogy a feladatlapon csak olyan elemek szerepeljenek, amelyek lángfestése az ismeretlen lángfestésétől egyértelműen eltérő színű. (Például a kalcium téglavörös, a stroncium kárminpiros, a lítium bíborvörös lángfestése esetén a színnevezések és a három közül egy szín látványa alapján a tanulók számára nem biztos, hogy egyértelműen kiválasztható a megfelelő elem.) Az ismert vegyületek oldataival történő összehasonítás lehetővé tenné a több elem közül történő kiválasztást, azonban takarékosági okok miatt (mivel így csak három szórófejes flakonra van szükség tanulócsoportonként) nem ezt a megoldást választottuk.
- A lángfestés jelensége az atomok elektronszerkezetének tárgyalásakor illeszthető a tanmenetbe. Bár ennek a témakörnek nem központi eleme, ez a látványos tanulókíséret kiváló motiváció lehet e rendkívül elvont tananyag rész tanulásakor.
- A tananyag elsajátítása során szóba kerülhet, hogy mitől látunk színesnek egyes anyagokat szokványos körülmények között. Ez egy olyan komplex természettudományos kérdés, amely kapcsolatot teremt a kémia, biológia (színlátás) és fizika (a fény hullám- és részecsketermészete) tantárgyak között. Később a kovalens kötés tárgyalásánál erre vissza lehet utalni, példaként említve a paprika, paradicsom gyönyörű színeit és a bennük található karotinoidok kötés szerkezetét. Megjegyzendő, hogy a paradicsom (általában a festékek, így az indikátorok stb.) színe nem úgy áll elő, ahogyan ebben a feladatban szerepel (emisszió, fénykibocsátás), hanem a molekulák fényelnyelése (abszorpció) útján, ami más mechanizmust jelent.
- A feladatlapon kizárólag fémek lángfestése szerepel. Fontos felhívni rá a figyelmet, hogy ez a jelenség egyes nemfémes elemek esetén is megfigyelhető. Házi feladat lehet, hogy a tanulók keressenek az interneten ilyen elemeket a hozzájuk tartozó lángfestés színével, esetleg hasonlítsák össze ezek gerjesztési (ill. kibocsátási) energiáját, illetve készítsenek a feladatlapon található feladatokhoz hasonló kiegészítendő mondatokat, melyeket aztán feladhatnak osztálytársaiknak.
- Szükség esetén el kell magyarázni a diákoknak, hogy mit jelent az „atomizálódás”. A lángfestést fémsókkal végezzük, de azokban fémionok vannak, melyeknek – többnyire – nincs könnyen gerjeszthető vegyértékelektronja. A láng hőmérsékletének hatására azonban a fémsó egy kis része szublimál és a gázfázisban atomokra bomlik (atomizálódik).
- Ha a feladatlap megoldása nem tölti ki a teljes tanórát, akkor kémiatörténeti érdekességként megemlíthető, hogy a lángfestés jelenségét elsőként Bunsen vizsgálta, és éppen ebből a célból fejlesztette ki a Bunsen-égőt. Ennek kapcsán lehet beszélni a spektrum és a spektroszkóp jelentőségéről, ami a nemesgázok felfedezésének tanításakor hasznos lesz. Tanári demonstrációs kísérletként pedig más elemek lángfestései is bemutatathatók.

## 7. Technikai segédlet:

- **Anyagok és eszközök az oldatok elkészítéséhez**
  - réz(II)-szulfát
  - nátrium-klorid
  - kalcium-klorid
  - etil-alkohol (96%-os vagy abszolút)
  - 2 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav
  - vegyszeres kanál, 3 db
  - 50-100 cm<sup>3</sup> főzőpohár, 3 db
  - 50 cm<sup>3</sup> mérőhenger
  - Pasteur-pipetta
  - alkoholos filctoll
- **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként):**



- szórófejes műanyagflakon, 3 db
- borszeszegő
- gyufa
- Petri-csésze, óraüveg vagy egyéb alkalmas üvegedény a használt gyufának
- tálca
- védőkesztyű
- védőszemüveg
- **Előkészítés:**
  - Az előkészítéshez szükséges anyagokat és eszközöket tartalmazó tálca fényképe a következő:



- Készítünk alkoholos oldatot a három sóból a következőképpen. (Az alábbi leírás az egyetlen csoport számára elegendő oldat készítéséről szól. Az egész osztály számára történő oldatkészítéskor tehát az alkohol és a sósav mennyiségét meg kell szorozni a tanuló kísérleteket egyszerre végző csoportok számával.) Oldjunk az egyik szilárd anyagból néhány kristályt  $5 \text{ cm}^3$  etil-alkoholban, és 5 csepp  $2 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavban. Öntsünk az oldatból egy keveset egy feliratozott szórófejes flakonba, és ellenőrizzük, hogy jól látható-e a lángfestés. Ha nem, akkor próbáljunk nagyobb koncentrációjú oldatot készíteni (további só és sósav hozzáadásával), majd ismételjük meg a lángfestési próbát. Ha jól látható a lángfestés várt színe, akkor az oldatot osszuk szét a csoportok tálcáira kerülő feliratozott szórófejes flakonokba (a flakonokba önthetőek az  $5\text{-}5 \text{ cm}^3$ -nyi oldatok). Ismételjük meg ezt a másik két só esetében is.
- Ha a diákok kérdezik, miért van szükség a sósavra, akkor utalni kell rá, hogy ez egy olyan jelenség (a hidrolízis) visszaszorítása miatt kell, amelyről néhány hónap múlva, a sav-bázis folyamatok kapcsán fognak tanulni.
- A réz(II)-szulfát alkoholos oldata a keletkező tetrakloro-kuprát-ionok miatt zöld színű, így azok a tanuló csoportok, amelyek ezt ismeretlenként kapják, nem találják majd ki azonnal, hogy réz(II)-szulfát van az oldatban.
- A borszeszegő lángja ugyan eleve sárga, és nem színtelen, azonban ennek ellenére (a kipróbálások tapasztalatai szerint) az itt használt fém sók lángfestéseinek színei jól megkülönböztethetők egymástól.

- Az **1. és 2. típusú feladatlap**hoz a tanulók számára előkészített tálca fényképe a következő:



- A **3. típusú feladatlap**hoz a tanulók számára előkészített tálca fényképe a következő:



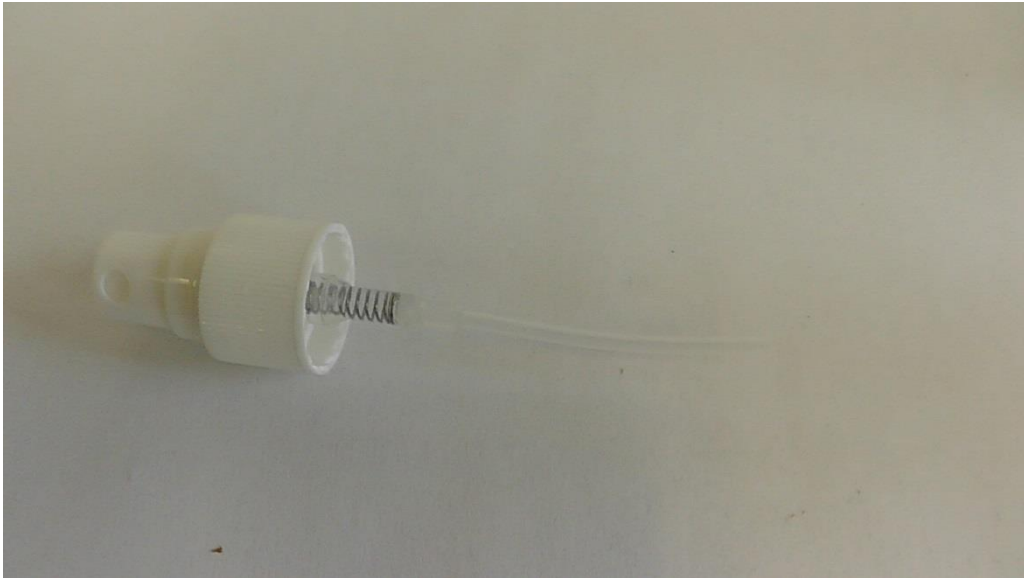
- **Balesetvédelem**

- A nyílt láng használata előtt át kell ismételni a vonatkozó balesetvédelmi szabályokat. A hosszú hajú tanulók haja legyen összefogva, és semmilyen éghető anyag ne kerüljön a láng közelébe. Az oldatok porlasztása során fokozottan ügyeljünk rá, hogy a csoportok tagjai ne hajoljanak közel az égőhöz.

- **Hulladékkezelés**

- Az elkészített oldatok a későbbiekben azonos célra újra felhasználhatók. Érdeemes a porlasztófejet eltávolítani, és elmosva külön tárolni, hogy a fém alkatrészek ne korrodeálódjanak a sósavas gőzben. A flakonok például gumidugóval lezárhatók.

- A porlasztófej rugója (mely fémből készül) a következő fényképen látható:



- A keletkező réztartalmú hulladékokat a halogénmentes szerves gyűjtőbe kell önteni.

### Mire jó még a tűzijáték? (1. típus: receptszerű változat)

Ha a gáztűzhelyen a forró leves kifut a fazékból, sárgára festi a kék gázlángot. Ugyanilyen sárga színnel világítanak az utcai nátriumgőzlámpák. Mindkét esetben a nátrium jellegzetes sárga lángfestését látjuk. A tűzijáték mesés színekavalkádját is a **különböző atomok különféle színű lángfestése** okozza. Mivel **egy adott elem atomjai mindig ugyanolyan színűre festik a lángot**, ez alapján az elem jelenléte kimutatható. Így a lángfestés a **kémiai elemzés (analitika)** egyik legrégebbi módszere. A lángfestés jelenségén alapuló műszeres módszerek pedig ma is fontos szerepet játszanak a keverékek összetevőinek **minőségi és mennyiségi meghatározásában**.

A lángfestés magyarázatához tudnunk kell, hogy az atomok **legstabilisabb** energiájú állapotát **alapállapotnak** nevezzük. Ekkor elektronjaik a lehető legkisebb energiájú atompályákon helyezkednek el. Energiabefektetés hatására az elektronok magasabb energiájú pályára lépnek. Ekkor az atom úgynevezett **gerjesztett állapotba** kerül, ami nem stabilis. Így az atom hamarosan újra alapállapotba jut, és közben a **felvett energiát kisugározza**.

Az alapállapot és a gerjesztett állapot közötti **gerjesztési energia** (amely a gerjesztett állapot megszűnése során kisugárzott energiával megegyező nagyságú) egy **adott atom** esetében állandó érték. Ezért a gerjesztés megszűnésekor **kisugárzott elektromágneses hullámok fotonjai is mindig ugyanolyan energiájúak**. Ha ezen fotonok energiája a **látható fény tartományába** esik, akkor az **atomra jellemző színű lángfestést** látunk.

**1. Kísérlet:** A tálcán az egyik porlasztófejjel ellátott flakonban nátrium-klorid alkoholos oldata van. Gyűjtsátok meg a borszeszégőt, spricceljétek az oldatot a lángba és figyeljétek meg a változást!

#### Tapasztalat:

A láng színe a nátrium-klorid-oldat beleporlasztása során ..... színű lett.

**Magyarázat:** Hevítés hatására a sóban található fémion atomizálódott, elektronjai .....  
..... atompályára kerültek, majd a .....  
állapot megszűnése során az atom a felvett energiát .....  
formájában kisugározta, miközben visszakerült .....

A látható fény a **380-760 nanométer** (jele: nm, a méter egymilliárdod része) hullámhossztartományba eső elektromágneses sugárzás, az egyes **színérzeteket** ezen belül más-más hullámhosszú (a hullámhossz jele  $\lambda$  – lambda) fény kelti<sup>46</sup>:

| A lángfestés színe | Hullámhossz, $\lambda$ (nm) |
|--------------------|-----------------------------|
| ibolya             | 380 – 420                   |
| kék                | 420 – 490                   |
| zöld               | 490 – 575                   |
| sárga              | 575 – 585                   |
| narancs            | 585 – 650                   |
| vörös              | 650 – 750                   |

A különböző elektromágneses sugárzásoknak nemcsak a hullámhossza, hanem fotonjaik energiája is eltérő. **A sugárzás egy fotonjának energiája a hullámhosszal fordítottan arányos:**

$$E \sim \frac{1}{\lambda}$$

<sup>46</sup> <https://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A9ny> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.)

Tehát minél nagyobb a kibocsátott sugárzás hullámhossza (azaz minél közelebb van az érzékelt szín a vöröshöz), annál kisebb fotonjainak energiája. Ez azt is jelenti, hogy minél közelebb van a vöröshöz egy elem lángfestése, annál kisebb energia szükséges elektronjainak gerjesztéséhez.

Lássunk erre néhány példát! **Nézd meg a következő táblázatot! Olvasd el a szöveget és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy hibás szövegrészt!**

| Az elem neve | A lángfestés színe |
|--------------|--------------------|
| céziium      | kék                |
| kálium       | fakóibolya         |
| stroncium    | kárminpiros        |
| bárium       | fakózöld           |

A céziumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a káliumatom, mert a céziumatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza **kisebb/nagyobb**, mint a káliumatom gerjesztettségének megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.

A felsorolt atomok közül legkisebb energiával gerjeszthető a **céziium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

A felsorolt atomok közül legnagyobb energiával gerjeszthető a **céziium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

2. **Kísérlet:** Döntsetek el, hogy a rézatom vagy a kalciumatom elektronjai gerjeszthetők-e a nátriumatom elektronjainál nagyobb energiával! A tálcán található két másik porlasztófejes flakon. Ezekben réz(II)-szulfát, illetve kalcium-klorid alkoholos oldata található. Végezzétek el a lángfestés-vizsgálatot ezekkel az oldatokkal is!

**Tapasztalat:**

| A só neve       | A lángfestés színe |
|-----------------|--------------------|
| réz(II)-szulfát |                    |
| kalcium-klorid  |                    |

A rézatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett rézatom által kibocsátott ..... színű fény hullámhossza....., mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott ..... színű fény hullámhossza.

A kalciumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett kalciumatom által kibocsátott ..... színű fény hullámhossza ..... , mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott ..... színű fény hullámhossza.

## Mire jó még a tűzijáték? (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

Ha a gáztűzhelyen a forró leves kifut a fazékból, sárgára festi a kék gázlángot. Ugyanilyen sárga színrel világítanak az utcai nátriumgőz-lámpák. Mindkét esetben a nátrium jellegzetes sárga lángfestését látjuk. A tűzijáték mesés színekavalkádját is a **különböző atomok különféle színű lángfestése** okozza. Mivel **egy adott elem atomjai mindig ugyanolyan színűre festik a lángot**, ez alapján az elem jelenléte kimutatható. Így a lángfestés a **kémiai elemzés (analitika)** egyik legrégebbi módszere. A lángfestés jelenségén alapuló műszeres módszerek pedig ma is fontos szerepet játszanak a keverékek összetevőinek **minőségi és mennyiségi meghatározásában**.

A lángfestés magyarázatához tudnunk kell, hogy az atomok **legstabilisabb** energiájú állapotát **alapállapot**nak nevezzük. Ekkor elektronjaik a lehető legkisebb energiájú atompályákon helyezkednek el. Energiabefektetés hatására az elektronok magasabb energiájú pályára lépnek. Ekkor az atom úgynevezett **gerjesztett állapot**ba kerül, ami nem stabilis. Így az atom hamarosan újra alapállapotba jut, és eközben a **felvett energiát kisugározza**.

Az alapállapot és a gerjesztett állapot közötti **gerjesztési energia** (mely a gerjesztett állapot megszűnése során kisugárzott energiával megegyező nagyságú) egy **adott atom** esetében állandó. Ezért a gerjesztés megszűnésekor **kisugárzott elektromágneses hullámok fotonjai** is **mindig ugyanolyan energiájúak**. Ha ezen fotonok energiája a **látható fény tartományába** esik, akkor az **atomra jellemző színű lángfestést** látunk.

**1. Kísérlet:** A tálcán az egyik porlasztófejjel ellátott flakonban nátrium-klorid alkoholos oldata van. Gyűjtsátok meg a borszeszégőt, spricceljétek az oldatot a lángba és figyeljétek meg a változást!

### Tapasztalat:

A láng színe a nátrium-klorid-oldat beleporlasztása során ..... színű lett.

**Magyarázat:** Hevítés hatására a sóban található fémion atomizálódott, elektronjai .....  
..... atompályára kerültek, majd a .....  
állapot megszűnése során az atom a felvett energiát .....  
formájában kisugározta, miközben visszakerült .....

A látható fény a **380-760 nanométer** (jele nm, a méter egymilliárdod része) hullámhossztartományba eső elektromágneses sugárzás, az egyes **színérzeteket** ezen belül más-más hullámhosszú (a hullámhossz jele  $\lambda$  – lambda) fény kelti<sup>47</sup>:

| A lángfestés színe | Hullámhossz, $\lambda$ (nm) |
|--------------------|-----------------------------|
| ibolya             | 380 – 420                   |
| kék                | 420 – 490                   |
| zöld               | 490 – 575                   |
| sárga              | 575 – 585                   |
| narancs            | 585 – 650                   |
| vörös              | 650 – 750                   |

A különböző elektromágneses sugárzásoknak nemcsak a hullámhossza, hanem fotonjaik energiája is eltérő. **A sugárzás egy fotonjának energiája a hullámhosszal fordítottan arányos:**

<sup>47</sup> <https://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A9ny> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.)

$$E \sim \frac{1}{\lambda}$$

Tehát minél nagyobb a kibocsátott sugárzás hullámhossza (azaz minél közelebb van az érzékelt szín a vöröshöz), annál kisebb fotonjainak energiája. Ez azt is jelenti, hogy minél közelebb van a vöröshöz egy elem lángfestése, annál kisebb energia szükséges elektronjainak gerjesztődéséhez.

Lássunk erre néhány példát! **Nézd meg a következő táblázatot! Olvasd el a szöveget és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy hibás szövegrészt!**

| Az elem neve | A lángfestés színe |
|--------------|--------------------|
| céziium      | kék                |
| kálium       | fakóibolya         |
| stroncium    | kárminpiros        |
| bárium       | fakózöld           |

A céziumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a káliumatom, mert a céziumatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza **kisebb/nagyobb**, mint a káliumatom gerjesztettségének megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.

A felsorolt atomok közül legkisebb energiával gerjeszthető a **céziium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

A felsorolt atomok közül legnagyobb energiával gerjeszthető a **céziium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

**2. Kísérlet:** Döntsék el, hogy a rézatom vagy a kalciumatom elektronjai gerjeszthetők-e a nátriumatom elektronjainál nagyobb energiával! A tálcán található két másik porlasztófejes flakon. Ezekben réz(II)-szulfát, illetve kalcium-klorid alkoholos oldata található. Végezzétek el a lángfestés-vizsgálatot ezekkel az oldatokkal is!

**Tapasztalat:**

| A só neve       | A lángfestés színe |
|-----------------|--------------------|
| réz(II)-szulfát |                    |
| kalcium-klorid  |                    |

A rézatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett rézatom által kibocsátott ..... színű fény hullámhossza....., mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott ..... színű fény hullámhossza.

A kalciumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett kalciumatom által kibocsátott ..... színű fény hullámhossza ..... , mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott ..... színű fény hullámhossza.

A feladatlap megoldása során a **természettudományos vizsgálatok elveit és gyakorlatát** alkalmaztuk:

- Amikor ismeretlen anyagok kémiai összetételét próbáljuk meg azonosítani, **kvalitatív** (azaz **minőségi**) **analízist** végzünk. Ennek fontos módszerei a „**próbák**”, pl. a lángfestés vizsgálata, az ún. lángfestési próba, amelyet a nátrium ismert színű lángfestése kapcsán megtanultunk elvégezni.
- Ezután foghattunk hozzá a feladatlap **problémafelvető kérdés**ének megválaszolásához: Hogyan tudunk következtetni a gerjesztési energia nagyságára lángfestések színének összehasonlításából?
- Ehhez először a mások korábbi munkái alapján született **szakirodalomból**<sup>48</sup> megismerhettük a következőket:
  - **összefüggéseket** a lángfestés színe és a gerjesztési energia között (a gerjesztési és a kisugárzott energia nagysága azonos és adott érték, így a kisugárzott fény hullámhossza jellemző az atomra, a kisugárzott fény hullámhossza fordítottan arányos egy fotonjának energiájával);
  - konkrét **adatokat** (a hullámhossztartományokhoz tartozó színérzetek);
  - **korábbi kísérleti eredményeket** (néhány atom lángfestése).
- Ezután elvégeztük a **kísérletet** (a lángfestési próbát a két másik vegyülettel).
- A kapott kísérleti eredményeket **értékel**tük (összevetettük a szakirodalomban találtakkal);
- **Logikus következtetéssel** meg tudtuk válaszolni a réz és kalciumra vonatkozó problémafelvető kérdést.

---

<sup>48</sup> Lásd például: <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszet tudomanyok/kemia/szervetlen-kemia/a-kalcium-es-a-magnezium/langfestes> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.)



### Mire jó még a tűzijáték (3. típus: kísérlettervező változat)

Ha a gáztűzhelyen a forró leves kifut a fazékból, sárgára festi a kék gázlángot. Ugyanilyen sárga színnel világítanak az utcai nátrium-gőz lámpák. Mindkét esetben a nátrium jellegzetes sárga lángfestését látjuk. A tűzijáték mesés színekavalkádját is a **különböző atomok különféle színű lángfestése** okozza. Mivel **egy adott elem atomjai mindig ugyanolyan színűre festik a lángot**, ez alapján az elem jelenléte kimutatható. Így a lángfestés a **kémiai elemzés (analitika)** egyik legrégebbi módszere. A lángfestés jelenségén alapuló műszeres módszerek pedig ma is fontos szerepet játszanak a keverékek összetevőinek **minőségi és mennyiségi meghatározásában**.

A lángfestés magyarázatához tudnunk kell, hogy az atomok **legstabilisabb** energiájú állapotát **alapállapotnak** nevezzük. Ekkor elektronjaik a lehető legkisebb energiájú atompályákon helyezkednek el. Energiabefektetés hatására az elektronok magasabb energiájú pályára lépnek. Ekkor az atom úgynevezett **gerjesztett állapotba** kerül, ami nem stabilis. Így az atom hamarosan újra alapállapotba jut, és eközben a **felvett energiát kisugározza**.

Az alapállapot és a gerjesztett állapot közötti **gerjesztési energia** (mely a gerjesztett állapot megszűnése során kisugárzott energiával megegyező nagyságú) egy **adott elem** esetében állandó. Ezért a gerjesztés megszűnésekor **kisugárzott elektromágneses hullámok fotonjai** is **mindig ugyanolyan energiájúak**. Ha ezen fotonok energiája a **látható fény tartományába** esik, akkor az **atomra jellemző színű lángfestést** látunk.

1. **Kísérlet:** A tálcán az egyik porlasztófejjel ellátott flakonban nátrium-klorid alkoholos oldata van. Gyújtsátok meg a borszeszégőt, spricceljétek az oldatot a lángba és figyeljétek meg a változást!

#### Tapasztalat:

A láng színe a nátrium-klorid-oldat beleporlasztása során ..... színű lett.

**Magyarázat:** Hevítés hatására a sóban található fémion atomizálódott, elektronjai .....  
..... atompályára kerültek, majd a .....  
állapot megszűnése során az atom a felvett energiát .....  
formájában kisugározta, miközben visszakerült .....

A látható fény a **380-760 nanométer** (jele nm, a méter egymilliárdod része) hullámhossztartományba eső elektromágneses sugárzás, az egyes **színérzeteket** ezen belül más-más hullámhosszú (a hullámhossz jele  $\lambda$  – lambda) fény kelti<sup>49</sup>:

| A lángfestés színe | Hullámhossz, $\lambda$ (nm) |
|--------------------|-----------------------------|
| ibolya             | 380 – 420                   |
| kék                | 420 – 490                   |
| zöld               | 490 – 575                   |
| sárga              | 575 – 585                   |
| narancs            | 585 – 650                   |
| vörös              | 650 – 750                   |

<sup>49</sup> <https://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A9ny> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.)

A különböző elektromágneses sugárzásoknak nemcsak a hullámhossza, hanem fotonjaik energiája is eltérő. **A sugárzás egy fotonjának energiája a hullámhosszal fordítottan arányos:**

$$E \sim \frac{1}{\lambda}$$

Tehát minél nagyobb a kibocsátott sugárzás hullámhossza (azaz minél közelebb van az érzékelt szín a vöröshöz), annál kisebb fotonjainak energiája. Ez azt is jelenti, hogy minél közelebb van a vöröshöz egy elem lángfestése, annál kisebb energia szükséges elektronjainak gerjesztődéséhez.

Lássunk erre néhány példát! **Nézd meg a következő táblázatot! Olvasd el a szöveget és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy hibás szövegrészt!**

| Az elem neve | A lángfestés színe |
|--------------|--------------------|
| cézium       | kék                |
| kálium       | fakóibolya         |
| kalcium      | téglavörös         |
| réz          | zöld               |

A céziumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a káliumatom, mert a céziumatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza **kisebb/nagyobb**, mint a káliumatom gerjesztettségének megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.

A felsorolt atomok közül legkisebb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/kalcium/réz**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/téglavörös/zöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

A felsorolt atomok közül legnagyobb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/kalcium/réz**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/téglavörös/zöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

**2. Kísérlet:** A tálcán két ismeretlen vegyület alkoholos oldata található porlasztófejjel ellátott flakonokban. **Tervezzetek kísérletet a következő problémafölvető kérdések megválaszolására:**

- Milyen fémek vegyületei az ismeretlenek?
- A nátriuménál kisebb vagy nagyobb energiával gerjeszthetők az ismeretlen fémek elektronjai?

A válaszok keresésekor használjátok a **természettudományos vizsgálatok elméletét és gyakorlatát:**

- Gondoljatok arra, hogy a minőségi elemzés fontos módszerei a „**próbák**”. A nátriumatom ismert színű lángfestése kapcsán megtanultátok elvégezni a lángfestési próbát.
- A feladatlapon szerepelnek a mások munkája során született **szakirodalomból**<sup>50</sup> a következők:
  - korábbi kísérleti eredmények** (néhány atom lángfestése);
  - konkrét **adatok** (a hullámhossztartományokhoz tartozó színérzetek);
  - összefüggések** a lángfestés színe és a gerjesztési energia között.
- Ezek ismeretében megtervezhetitek és elvégezhetitek a **kísérleteket**.
- A kísérletek eredményeit **értékelni** kell (össze kell vetni a szakirodalomból szerzett ismeretekkel).
- Utána **logikus következtetéssel** meg lehet adni a problémafölvető kérdésekre a helyes választ.

**A kísérlet terve:** .....

<sup>50</sup> Lásd például: <http://tudaszulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/kemia/szervetlen-kemia/a-kalcium-es-a-magnezium/langfestes> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.)

.....  
**Tapasztalat:**

| Az ismeretlen száma | A lángfestés színe |
|---------------------|--------------------|
| 1.                  |                    |
| 2.                  |                    |

**Válaszok:**

Az 1. számú ismeretlen ..... tartalmaz, mert.....

A 2. számú ismeretlen..... tartalmaz, mert.....

A két fém közül a..... elektronjai kisebb energiával gerjeszthetők a nátriumatom elektronjainál, mert .....

.....  
A két fém közül a..... elektronjai nagyobb energiával gerjeszthetők a nátriumatom elektronjainál, mert .....

### Mire jó még a tűzijáték? (tanári változat)

Ha a gáztűzhelyen a forró leves kifut a fazékból, sárgára festi a kék gázlángot. Ugyanilyen sárga színnel világítanak az utcai nátriumgőz lámpák. Mindkét esetben a nátrium jellegzetes sárga lángfestését látjuk. A tűzijáték mesés színekavalkádját is a **különböző atomok különféle színű lángfestése** okozza. Mivel **egy elem atomjai mindig ugyanolyan színűre festik a lángot**, ez alapján az elem jelenléte kimutatható. Így a lángfestés a **kémiai elemzés (analitika)** egyik legrégebbi módszere. A lángfestés jelenségén alapuló műszeres módszerek pedig ma is fontos szerepet játszanak a keverékek összetevőinek **minőségi és mennyiségi meghatározásában**.

A lángfestés magyarázatához tudnunk kell, hogy az atomok **legstabilisabb** energiájú állapotát **alapállapot**nak nevezzük. Ekkor elektronjaik a lehető legkisebb energiájú atompályákon helyezkednek el. Energiabefektetés hatására az elektronok magasabb energiájú pályára lépnek. Ekkor az atom úgynevezett **gerjesztett állapot**ba kerül, ami nem stabilis. Így az atom hamarosan újra alapállapotba jut, és eközben a **felvett energiát kisugározza**.

Az alapállapot és a gerjesztett állapot közötti **gerjesztési energia** egy **adott elem** esetében állandó. Ezért a gerjesztés megszűnésekor **kisugárzott elektromágneses hullámok fotonjai is mindig ugyanolyan energiájúak**. Ha ezen fotonok energiája a **látható fény tartományába** esik, akkor az **atomra jellemző színű lángfestést** látunk.

1. **Kísérlet:** A tálcán az egyik porlasztófejjel ellátott flakonban nátrium-klorid alkoholos oldata van. Gyújtsátok meg a borszeszégőt, spricceljétek az oldatot a lángba és figyeljétek meg a változást!

#### Tapasztalat:

A láng színe a nátrium-klorid-oldat beleporlasztása során **sárga** színű lett.



**Magyarázat:** Hevítés hatására a sóban található fémion atomizálódott, elektronjai **nagyobb energiájú** atompályára kerültek, majd a **gerjesztett** állapot megszűnése során az atom a felvett energiát **látható fény/sárga fény** formájában kisugározta, miközben visszakerült **alapállapotba**.

A látható fény a **380-760 nanométer** (jele nm, a méter egymilliárdod része) hullámhossztartományba eső elektromágneses sugárzás, az egyes **színérzeteket** ezen belül más-más hullámhosszú (a hullámhossz jele  $\lambda$  – lambda) fény kelti<sup>51</sup>:

| A lángfestés színe | Hullámhossz, $\lambda$ (nm) |
|--------------------|-----------------------------|
| ibolya             | 380 – 420                   |
| kék                | 420 – 490                   |
| zöld               | 490 – 575                   |
| sárga              | 575 – 585                   |
| narancs            | 585 – 650                   |
| vörös              | 650 – 750                   |

A különböző elektromágneses sugárzásoknak nemcsak a hullámhossza, hanem az energiája is eltérő. **A sugárzás egy fotonjának energiája a hullámhosszal fordítottan arányos:**

$$E \sim \frac{1}{\lambda}$$

Tehát minél nagyobb a kibocsátott sugárzás hullámhossza (azaz minél közelebb van az érzékelt szín a vöröshöz), annál kisebb az energiája. Ez azt is jelenti, hogy minél közelebb van a vöröshöz egy elem lángfestése, annál kisebb energia szükséges elektronjainak gerjesztéséhez.

Lássunk erre néhány példát! **Nézd meg a következő táblázatot! Olvasd el a szöveget és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy hibás szövegrészt!**

| Az elem neve | A lángfestés színe |
|--------------|--------------------|
| cézium       | kék                |
| kálium       | fakóibolya         |
| stroncium    | kárminpiros        |
| bárium       | fakózöld           |

A céziumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a káliumatom, mert a céziumatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza **kisebb/nagyobb**, mint a káliumatom gerjesztettségének megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.

A felsorolt atomok közül legkisebb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

A felsorolt atomok közül legnagyobb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

**2. Kísérlet:** Döntsétek el, hogy a rézatom vagy a kalciumatom elektronjai gerjeszthetők-e a nátriumatom elektronjainál nagyobb energiával! A tálcán található két másik porlasztófejes flakon. Ezekben réz(II)-szulfát, illetve kalcium-klorid alkoholos oldata található. Végezzétek el a lángfestés-vizsgálatot ezekkel az oldatokkal is!

<sup>51</sup> <https://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A9ny> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.)

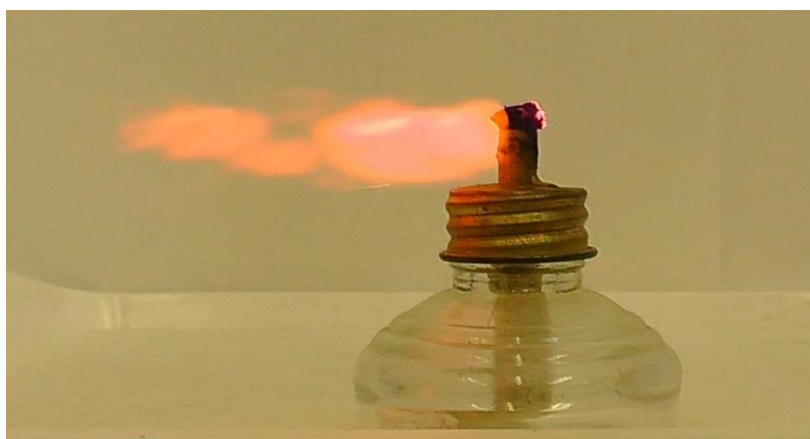
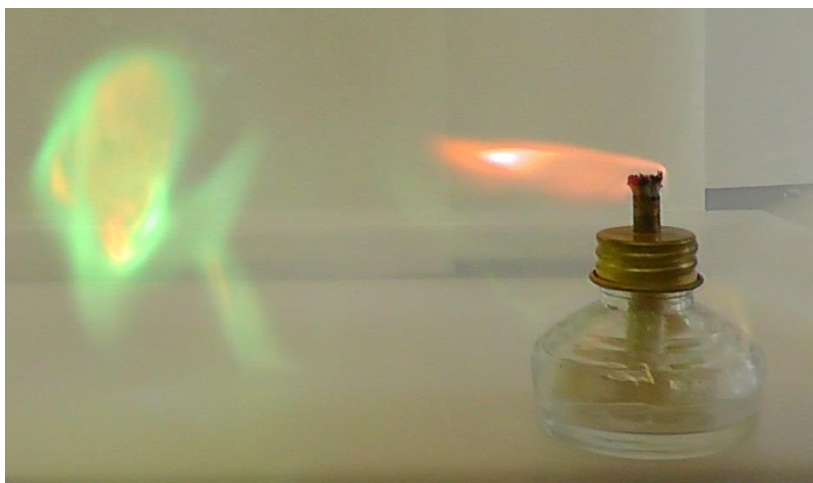
**Tapasztalat:**

| A só neve       | A lángfestés színe |
|-----------------|--------------------|
| réz(II)-szulfát | <u>zöld</u>        |
| kalcium-klorid  | <u>téglavörös</u>  |

A rézatom kisebb/nagyobb energiával gerjeszhető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett rézatom által kibocsátott zöld színű fény hullámhossza kisebb, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott sárga színű fény hullámhossza.

A kalciumatom kisebb/nagyobb energiával gerjeszhető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett kalciumatom által kibocsátott téglavörös színű fény hullámhossza nagyobb, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott sárga színű fény hullámhossza.

*Megjegyzés: A mindhárom só esetében előkészített, csoportonként körülbelül 5 cm<sup>3</sup> oldat akár 10-15 pumpálásra is elegendő lehet. Így minden csoport többször is megvizsgálhatja a színek közötti különbségeket. A kísérlet tapasztalatait a következő fényképek mutatják:*



[Csak a 2. típusú csoportoknak!]

A feladatlap megoldása során a **természettudományos vizsgálatok elveit és gyakorlatát** alkalmaztuk:

- Amikor ismeretlen anyagok kémiai összetételét próbáljuk meg azonosítani, **kvalitatív** (azaz **minőségi**) **analízist** végzünk. Ennek fontos módszerei a „**próbák**”, pl. a lángfestés vizsgálata, az ún. lángfestési próba, melyet a nátrium ismert színű lángfestése kapcsán megtanultunk elvégezni.
- Ezután foghattunk hozzá a feladatlap **problémafelvető kérdés**ének megválaszolásához: Hogyan tudunk következtetni a gerjesztési energia nagyságára a lángfestések színének összehasonlításából?
- Ehhez először a mások korábbi munkái alapján született **szakirodalomból**<sup>52</sup> megismerhettük a következőket:
  - **összefüggéseket** a lángfestés színe és a gerjesztési energia között (a gerjesztési és a kisugárzott energia nagysága azonos és adott érték, így a kisugárzott fény hullámhossza jellemző az atomra, a kisugárzott fény hullámhossza fordítottan arányos egy fotonjának energiájával);
  - konkrét **adatokat** (a hullámhossz-tartományokhoz tartozó színérzetek);
  - **korábbi kísérleti eredményeket** (néhány atom lángfestése).
- Ezután elvégeztük a **kísérletet** (a lángfestési próbát a két másik vegyülettel).
- A kapott kísérleti eredményeket **értékel**tük (összevetettük a szakirodalomban találtakkal).
- **Logikus következtetéssel** meg tudtuk válaszolni a rézre és kalciumra vonatkozó problémafelvető kérdést.

[A 2. oldal, csak a 3. típusú csoportoknak!]

Lássunk erre néhány példát! **Nézd meg a következő táblázatot! Olvasd el a szöveget és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy hibás szövegrészt!**

| Az elem neve | A lángfestés színe |
|--------------|--------------------|
| cézium       | kék                |
| kálium       | fakóibolya         |
| kalcium      | téglavörös         |
| réz          | zöld               |

A céziumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a káliumatom, mert a céziumatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza **kisebb/nagyobb**, mint a káliumatom gerjesztettségeinek megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.

A felsorolt atomok közül legkisebb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/kalcium/réz**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/téglavörös/zöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

A felsorolt atomok közül legnagyobb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/kalcium/réz**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/téglavörös/zöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

2. **Kísérlet:** A tálcán két ismeretlen vegyület alkoholos oldata található porlasztófejekkel ellátott flakonokban. **Tervezzetek kísérletet** a következő **problémafelvető kérdések** megválaszolására:

- Milyen fémek vegyületei az ismeretlenek?
- A nátriuménál kisebb vagy nagyobb energiával gerjeszthetők az ismeretlen fémek elektronjai?

A válaszok keresésekor használjátok a **természettudományos vizsgálatok elméletét és gyakorlatát**:

- Gondoljatok arra, hogy a minőségi elemzés fontos módszerei a „**próbák**”. A nátriumatom ismert színű lángfestése kapcsán megtanultátok elvégezni a lángfestési próbát.
- A feladatlapon szerepelnek a mások munkája során született **szakirodalomból**<sup>53</sup> a következők:

<sup>52</sup> Lásd például: <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/kemia/szervetlen-kemia/a-kalcium-es-a-magnezium/langfestes> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.)

<sup>53</sup> Lásd például: <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/kemia/szervetlen-kemia/a-kalcium-es-a-magnezium/langfestes> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.)

- **korábbi kísérleti eredmények** (néhány atom lángfestése);
- konkrét **adatok** (a hullámhossztartományokhoz tartozó színérzetek);
- **összefüggések** a lángfestés színe és a gerjesztési energia között.
- Ezek ismeretében megtervezhetitek és elvégezhetitek a **kísérleteket**.
- A kísérletek eredményeit **értékelni** kell (össze kell vetni a szakirodalomból szerzett ismeretekkel).
- Utána **logikus következtetéssel** meg lehet adni a problémafölvető kérdésekre a helyes választ.

**A kísérlet terve: A tálcán található két ismeretlen oldattal is elvégezzük a lángfestés-vizsgálatot.**

**Tapasztalat:**

| Az ismeretlen száma | A lángfestés színe |
|---------------------|--------------------|
| 1.                  | <u>zöld</u>        |
| 2.                  | <u>téglavörös</u>  |

**Válaszok:**

Az 1. számú ismeretlen rezet tartalmaz, mert lángfestése zöld színű.

A 2. számú ismeretlen kalciumot tartalmaz, mert lángfestése téglavörös színű.

A két fém közül a kalcium elektronjai kisebb energiával gerjeszthetők a nátriumatom elektronjainál, mert a gerjesztett kalciumatom által kibocsátott téglavörös színű fény hullámhossza nagyobb, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott sárga színű fény hullámhossza.

A két fém közül a réz elektronjai nagyobb energiával gerjeszthetők a nátriumatom elektronjainál, mert a gerjesztett rézatom által kibocsátott zöld színű fény hullámhossza kisebb, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott sárga színű fény hullámhossza.



# 14. feladatlap: Csepp a tengerben<sup>54</sup>

(Az első változatot készítette: Borbás Réka)

## Módszertani útmutató

**1. Téma:** Anyagmennyiség, halmazszerkezet

**2. Felhasználás:** 9. osztály, 45 perces tanóra

**3. Szükséges előzetes ismeretek:**

- Az anyagmennyiség és a moláris mennyiségek kapcsolata.
- A sűrűség fogalma.
- Az oldatösszetételt megadó mennyiségek.
- Alapvető számolási műveletek.

**4. Célok:**

- Az anyagmennyiséggel és az elegyek összetételével kapcsolatos összefüggések ismételése, elmélyítése.
- A számok normál alakjával való műveletek gyakorlása.
- A térfogatmérés módszerei és hibái.
- A hibák fajtái és csökkentésük lehetőségei.
- A térfogat-kontrakció és a felületi feszültség fogalmának bevezetése vagy alkalmazása.
- Táblázatok és grafikonok használatának gyakorlása.
- A megfigyelőképesség és a manuális készségek fejlesztése a tanulókísérletek során.
- A párban vagy csoportban végzett problémamegoldás gyakoroltatása.

**5. Tananyag:**

- **Ismeret szint:**
  - Az anyagmennyiség fogalma, moláris tömeg.
  - Az oldatok tömeg%-os összetétele, térfogat%-os összetétele.
  - A térfogat-kontrakció fogalma.
  - A felületi feszültség fogalma.
- **Megértés szint:**
  - A felületi feszültség - több más tényező mellett - függ a másodrendű kötések erősségétől és a koncentrációtól.
  - A térfogat-kontrakció oka.
- **Alkalmazás szint:**
  - Anyagmennyiséggel kapcsolatos számolások.
  - Az oldatok tömeg%-os összetételével és térfogat%-os összetételével kapcsolatos számítások.
  - Táblázat alapján sűrűség kiszámítása, becslése.
  - A diák számára korábban ismeretlen képlet használata kapott információk és a mérések alapján.
  - Grafikon használata a következtetésekhez.
- **Magasabb rendű műveletek:**
  - A számolással nyert adatok összehasonlítása. A jellemző paraméterek (térfogatarányok és részecskeszám-arányok) arányának változásának megfigyelése a számolási lépések alatt.
  - A mért adat és az irodalmi adat közötti eltérés értelmezése. Hibakeresés.
  - Tapasztalatok alapján következtetések, szabályok megállapítása (felületi feszültség – csepptérfogat és csepptömeg, felületi feszültség – cseppalak).

**6. Módszertani megfontolások:**

---

<sup>54</sup> A feladatlap az alábbi feladatsor alapján készült, annak módosításával: Nagy Mária: Csepp a tengerben (IBST feladatsor – Anyagmennyiség és elegyösszetétel; utoljára megtekintve: 2018. augusztus 29. <http://www.chem.elte.hu/departments/modszertani/fellap2.html>)

- A feladatlap megoldása az „Anyagi rendszerek” tematikus egységben javasolt, a folyadékok halmazállapota és az oldatok töménységének megbeszélése után. Így az előzetes ismeretként szükséges fogalmak tárgyalására már sor került.
- A feladatlapot célszerű csoportmunkában (csoportonként három, esetleg kettő diák) végeztetni.
- A feladatlap feldolgozása során alkalom nyílik a mérések elvének, a mérés hibájának megbeszélésére, a mért és ebből számított adat és az irodalmi adat összehasonlítására. Érdemes megbeszélni a mérések ismétlésének, megismételhetőségének kérdését, és összehasonlítani az egyes diákcsoportok eredményeit. Annak ellenére, hogy maguk a csepptérfogatok feltehetőleg különbözőek lesznek, a térfogatarányoknak és a részecskeszám-arányoknak hasonlóknak kell lenniük. Erre föl kell hívni a tanulók figyelmét. Vegyék észre, hogy a csepptérfogat függ a cseppentő végének (a kapilláris) átmérőjétől, de azonos eszköz használatakor, különböző folyadékok esetén a csepptérfogatok aránya már csak a folyadék intenzív fizikai tulajdonságaitól (sűrűségtől és felületi feszültségtől) függ.
- Mivel a cseppek térfogata függ a kapilláris végének átmérőjétől (a folyadék sűrűsége és felületi feszültsége mellett), ezért célszerű egyetlen térfogatomérő eszközzel dolgozni a diákoknak, és azt a mérendő folyadékkal minden alkalommal át kell öblíteni.
- Az abszolút (100%-os) alkohol helyett olcsóbb, ha kereskedelmi „tisza” alkoholt (ún. tiszta szeszt) használunk. Ha ennek a tényleges, 95,6%-os töménységével számolnánk, akkor nem lehetne összehasonlítani az alkohol – víz részecskeszám-arányokat. Didaktikailag jobb, ha a diák 100%-os alkohollal gondolkodik, számol, és a mérés szempontjából a két eredmény (csepptérfogat, felületi feszültség) értékében lényegesen nem tér el egymástól.
- Mind a három típusú feladatlap kiegészíthető egy (pl. a 3.d rész után beszűrhető) térfogati kontrakcióról szóló számolási-elméleti résszel, amelyet a tanári változatban lehet megtalálni, a diákok feladatlapja nem tartalmazza. Ezt a jól dolgozó, jól számoló, gyakorlottan kísérletező diákoknak adhatjuk ki, esetleg szakköri keretekben végeztethetjük el. Tekintettel arra, hogy ez a rész kísérletet nem tartalmaz, csak azok eredményére támaszkodik, házi feladatnak is feladható.
- A 3. típusú feladatlap két változatban készült: egy egyszerűsített és egy összetett formában. Az egyszerűsített feladatlapot kitöltőknek nem kell választaniuk a térfogatomérő eszközök között, míg az összetett feladatlaphoz olyan eszközkészletet kell a diák számára összekészíteni, amelyben a térfogatomérő eszközök közül is választhat. Ez utóbbi időigényesebb lehet, de tehetségesebb diákok számára ajánlható (így akár differenciált csoportmunkához is alkalmazható).
- A kipróbálások tapasztalatai alapján ezeknek a feladatlapoknak a megoldására nem minden esetben elegendő egy 45 perces tanóra. Ha nem áll rendelkezésre hosszabb idő, akkor javasolt a számolásokat házi feladatként föladni.
- Ha egy tanár kolléga úgy gondolja, hogy e feladatlapok egyszerűbb, kevesebb, és a kémia tananyaghoz szorosabban kapcsolódó számolást tartalmazó változatát szeretné elvégeztetni a diákjaival, akkor a számára a jelen feladatlapok alapjául szolgáló, az alábbi linken elérhető változatot ajánljuk: Nagy Mária: Csepp a tengerben (IBST feladatsor – Anyagmennyiség és elegyösszetétel; utoljára megtekintve: 2018. augusztus 29. <http://www.chem.elte.hu/departments/modszertani/fellap2.html>).

## 7. Technikai segédlet:

- **Anyagok és eszközök**
  - A feladatlap kísérleteihez:
    - desztillált víz (esetleg ioncserélt)
    - etil-alkohol<sup>55</sup> (abszolút), az abszolút alkohol helyett használhatunk tiszta szeszt (95,6%-os alkoholt) is, de a diák számolásának egyszerűsítésére akkor is címkézzük abszolútként
    - 1:1 térfogatarányban kevert etanol–víz elegy
    - csoportonként 1 db tálca
    - csoportonként 3 db folyadéküveg, amely a vizet, az abszolút alkoholt és az 1:1 térfogatarányú alkohol-víz elegyet tartalmazza, a desztillált víz lehet palackban is
    - csoportonként 3 db 25 cm<sup>3</sup>-es (vagy nagyobb) főzőpohár
    - csoportonként 1 db 100 cm<sup>3</sup>-es főzőpohár hulladékgyűjtőnek
    - csoportonként 1-1 db osztott pipetta vagy Pasteur-pipetta vagy kis térfogatú (2 vagy 5 milliliteres) orvosi fecskendő vagy büretta (de mindenképpen legyen legalább egy eszköz,

<sup>55</sup> A kísérlethez jól használható a MOLAR Chemical Kft (2314 Halásztelek, Árpád u. 1.) által forgalmazott denaturált szesz (irányár 1.500 Ft/liter).

amely térfogatjelzéssel van ellátva!) (Az 1., a 2., és az egyszerűsített 3. típusú feladatlaphoz egyetlen egy elég ebből a listából, de az összetett 3. típusú feladatlaphoz osztott pipetta<sup>56</sup> mindenképpen legyen a tálcán. Továbbá az összetett 3. típusú feladatlap esetében jó, ha legalább még egy, az osztott pipettához képest kevésbé pontos mérőeszköz is a tanulók rendelkezésére áll.)

- egyszerű cseppentő (csak az összetett 3. típusú feladatlaphoz)
- csoportonként 1 db 10 cm<sup>3</sup>-es mérőhenger (csak az összetett 3. típusú feladatlaphoz)
- csoportonként papírtörítő
- esetleg védőszemüveg, gumikesztyű

- **Előkészítés:**

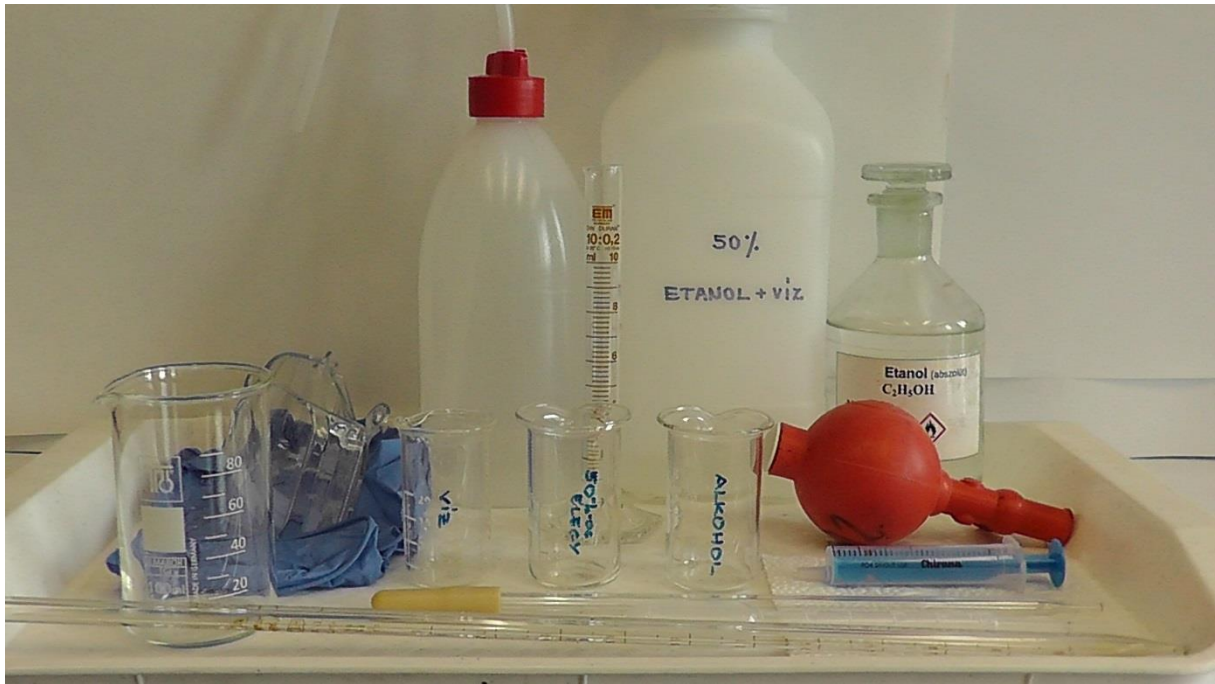
- Az osztály (tanulócsoport) minden tagja számára ki kell nyomtatni az előzetes beosztásnak megfelelő típusú feladatlapot (a piros betűs szöveg törlése után) és 1 példányban a tanári változatot is.
- Minden csoportnak készítsünk elő egy tálcát, amelyen a szükséges eszközök és anyagok vannak.
- Az előkészített tálca fényképe a következő:
  - 1., 2. és egyszerűsített 3. típusú feladatlaphoz



- összetett 3. típusú feladatlaphoz

---

<sup>56</sup> Osztott pipetta alkalmazásakor természetesen meg kell tanítani annak szabályos használatát is.



- **Balesetvédelem**
  - Ügyelni kell arra, hogy az alkohol gyúlékony, ezért nyílt láng ne legyen a tálcák közelében.
  - Óvakodni kell az alkohol szembe vagy bőrre kerülésétől. Amennyiben előfordulna, a szemből szemmosó folyadékkal, bőrről bő vízzel kell eltávolítani.
  - Ügyeljünk, hogy a diák ne nyelhesse le az alkoholt. Nagyobb mennyiség lenyelése esetén orvost kell hívni, vagy orvoshoz kell vinni.
- **Hulladékkezelés**
  - Az anyagok hígítás után veszélytelenek, ezért lefolyóba önthetők.

### Csepp a tengerben (1. típus: receptszerű változat)

Hány csepp víz lehet vajon a tengerekben? Megszámolni nyilván lehetetlen, de közelítőleg azért meg tudjuk határozni. Kiindulhatunk abból, hogy a Föld vízkészlete kb. 1383 millió  $\text{km}^3$ . Ennek 97,4%-a van a világtengerben. Így már csak 1 vízcsepp térfogatát kell megmérnünk ahhoz, hogy közelítőleg ki tudjuk számolni az eredményt. (Miért csak közelítőleg? Milyen egyszerűsítéseket, elhanyagolásokat teszünk?) Ezzel a feladatsorral folyadékcseppeket fogunk vizsgálni: azok térfogatát és alakját, valamint kiszámítjuk a bennük lévő anyag mennyiségét és a részecskék számát. A cseppek térfogatából (a folyadék sűrűségének segítségével) kiszámolható a folyadék felületi feszültsége is, ami viszont a részecskék közötti összetartó erő nagyságára utal.

**1. Kísérlet:** Mérjétek meg egyetlen csepp víz térfogatát a tálcán található eszközök segítségével.

a) Szívjatok fel Pasteur-pipettába (vagy fecskendőbe vagy pipettába) vizet, és csepegtessék ki  $1,0 \text{ cm}^3$ -t belőle egy főzőpohárba! Számoljátok meg a kicsepegtő cseppek számát! Figyeljétek meg a cseppentő végén lévő csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet!

b) A mérést ismételjétek meg kétszer! Átlagoljátok a mért adatokat!

c) Számítsátok ki egyetlen vízcsepp térfogatát!

Töltsétek ki a táblázatot! A víz sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján,  $20 \text{ }^\circ\text{C-on}$ )  $\rho_{\text{víz}} = 0,998 \text{ g/cm}^3$ . Az eredmények megadásakor gondoljatok arra, hogy milyen pontossággal mértetek! (Hány értékes jegyet lehet megadni az eredményben?)

$1,0 \text{ cm}^3$  vízben a cseppek száma: ..... db, ..... db, ..... db                      átlag: ..... db

1 csepp ...

| víz térfogata                      | víz tömege                      | vízben található molekulák<br>anyagmennyisége | vízben található molekulák<br>száma |
|------------------------------------|---------------------------------|---|-------------------------------------|
| $V = \dots\dots\dots \text{ cm}^3$ | $m = \dots\dots\dots \text{ g}$ | $n = \dots\dots\dots \text{ mol}$             | $N = \dots\dots\dots \text{ db}$    |

Miért kellett legalább háromszor elvégezni a mérést?

.....  
.....

Hány csepp víz van tehát a világtengerben?

.....  
.....

**2. Kísérlet:** Az előzőekhez hasonlóan határozzátok meg 1 csepp vízmentes („abszolút”) alkohol (etanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}$ ) ugyanazon adatait, mint az 1. kísérletben a víz esetében tettétek, ezúttal víz helyett alkoholt használva! (A mérés előtt öblítsétek át a térfogatmérő eszközt az új folyadékkal!) Most is figyeljétek meg a cseppentő végén lévő csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet! Töltsétek ki a táblázatot! Az abszolút alkohol sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján,  $20 \text{ }^\circ\text{C-on}$ )  $0,789 \text{ g/cm}^3$ .

$1,0 \text{ cm}^3$  alkoholban a cseppek száma: ..... db, ..... db, ..... db                      átlag: ..... db

1 csepp ...

| alkohol térfogata                  | alkohol tömege                  | alkoholban található molekulák<br>anyagmennyisége | alkoholban található molekulák<br>száma |
|------------------------------------|---------------------------------|---|---|
| $V = \dots\dots\dots \text{ cm}^3$ | $m = \dots\dots\dots \text{ g}$ | $n = \dots\dots\dots \text{ mol}$                 | $N = \dots\dots\dots \text{ db}$        |

**Magyarázatok:** A következő szöveget olvassátok el, majd a szövegben ~~húzzátok át~~ a **nem igaz** részeket vagy **húzzátok alá** vagy **keretezzétek be** a helyes részeket, és egészítsétek ki a hiányos mondatot!

a) A folyadékok belsejében lévő részecskékre minden irányból hat összetartó erő, így a részecskékre ható erők eredője nulla. Ezzel szemben a felületén lévő részecskékre lényegében csak a folyadék irányából hat erő, tehát az eredő erők összege nem nulla, hanem a folyadék belsejébe mutat. Ezért is lenne gravitáció nélkül a folyadékcsepp alakja gömb. A felületen lévő részecskékre ható eredő erővel arányos mennyiség a **felületi**

**felületi feszültség** (jele:  $\gamma$ , mértékegysége N/m). Ennek értéke annál nagyobb, minél erősebbek a kölcsönhatások a folyadék részecskéi közt. A lecsppenő folyadéksepp tömege egyenesen arányos a felületi feszültséggel. A vízcsepp térfogata **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholcsepp térfogata, továbbá a víz sűrűsége **kisebb/nagyobb**, ezért a vízcsepp tömege is **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholé. Így következik, hogy a víz felületi feszültsége **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholé. Mindezekből pedig következik, hogy a víz molekulái közötti másodrendű kötések **erősebbek/gyengébbek**, mint az alkohol molekulái közötti kötések.

Hasonlítsátok össze 1 csepp víz és 1 csepp alkohol térfogatarányát, illetve molekulaszám-arányát!

$$V(1 \text{ csepp víz}) : V(1 \text{ csepp alkohol}) = \dots\dots\dots \quad N_{\text{víz}} : N_{\text{alkohol}} = \dots\dots\dots$$

b) Mi az oka a fent meghatározott arányoknak?

.....  
 .....

c) Milyen különbség van a vízcsepp és az alkoholcsepp alakja között?

.....  
 .....

**Magyarázat:** Minél **kisebb/nagyobb** a folyadék felületi feszültsége, a lecsppenő csepp alakja annál kevésbé nyúlt alakú, annál jobban hasonlít egy gömbre.

**3. Kísérlet:** 10,0 cm<sup>3</sup> víz (A) és 10,0 cm<sup>3</sup> etanol (B) elegyítésével készült elegyet vizsgálunk.

a) Mekkora az elegy tömege?  $m = m_A + m_B = (\dots\dots\dots + \dots\dots\dots) \text{ g} = \dots\dots \text{ g}$

b) Hány tömeg% etanol van az elegyben?  $w_B = m_B / m = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \%$

c) A táblázat alapján határozzátok meg az elegy sűrűségét!  $\rho = \dots\dots\dots \text{g/cm}^3$

d) Mekkora az elegy össztérfogata?  $V = m/\rho = \dots\dots\dots \text{cm}^3$

e) Mérjétek meg a korábban használt módszerrel, mekkora az elegy 1 cseppjének térfogata!

1,0 cm<sup>3</sup> elegyben a cseppek száma: ..... db, ..... db, ..... db      átlag: ..... db

$$V_{1 \text{ csepp}} = \dots\dots \text{cm}^3$$

f) Ha két folyadékból azonos térfogatot kicsepegtetve (ugyanabból az eszközből) a cseppek számát megmérjük (jelölése  $n$ , ami nem tévesztendő össze az anyagmennyiség jelével!), akkor a felületi feszültségre ( $\gamma$ ) a következő összefüggés áll fenn:

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{n_2 \cdot \rho_1}{n_1 \cdot \rho_2}$$

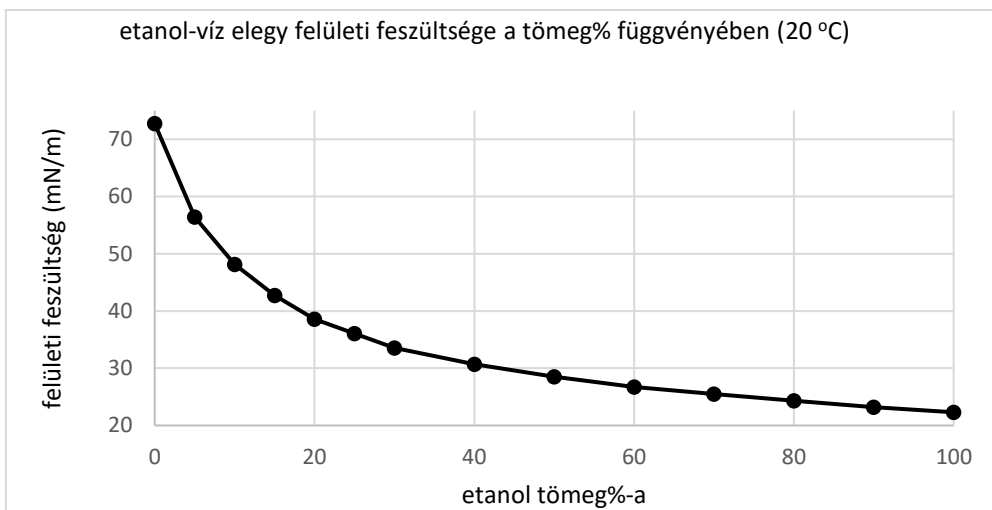
Számítsátok ki a vízmentes alkohol és az etanol-víz elegy felületi feszültségét, ha tudjuk, hogy a vízé 72·10<sup>-3</sup> N/m (=72 mN/m, azaz millinewton/méter)!

$$\gamma_{\text{etanol}} = \dots\dots\dots \text{mN/m}$$

$$\gamma_{\text{elegy}} = \dots\dots\dots \text{mN/m}$$

g) Mire következtettek a kapott értékekből? .....

Figyeljétek meg a következő ábrát!



h) Milyen összefüggést mutat az ábra?

.....

i) Az általatok mért értékek mennyire egyeznek jól a grafikonról leolvashatóval? Mi lehet az eltérés oka?

.....

.....

## Csepp a tengerben (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

Hány csepp víz lehet vajon a tengerekben? Megszámolni nyilván lehetetlen, de közelítőleg azért meg tudjuk határozni. Kiindulhatunk abból, hogy a Föld vízkészlete kb. 1383 millió  $\text{km}^3$ . Ennek 97,4%-a van a világtengerben. Így már csak 1 vízcsepp térfogatát kell megmérnünk ahhoz, hogy közelítőleg ki tudjuk számolni az eredményt. (Miért csak közelítőleg? Milyen egyszerűsítéseket, elhanyagolásokat teszünk?) Ezzel a feladatsorral folyadékcseppeket fogunk vizsgálni: azok térfogatát és alakját, valamint kiszámítjuk a bennük lévő anyag mennyiségét és a részecskék számát. A cseppek térfogatából (a folyadék sűrűségének segítségével) kiszámolható a folyadék felületi feszültsége is, ami viszont a részecskék közötti összetartó erő nagyságára utal.

**1. Kísérlet:** Mérjétek meg egyetlen csepp víz térfogatát a tálcán található eszközök segítségével.

a) Szívjatok fel Pasteur-pipettába (vagy fecskendőbe vagy pipettába) vizet, és csepegtessék ki  $1,0 \text{ cm}^3$ -t belőle egy főzőpohárba! Számoljátok meg a kicsepegtető cseppek számát! Figyeljétek meg a cseppentő végén lévő csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet!

b) A mérést ismételjétek meg kétszer! Átlagoljátok a mért adatokat!

c) Számítsátok ki egyetlen vízcsepp térfogatát!

Töltsétek ki a táblázatot! A víz sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján,  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on)  $\rho_{\text{víz}} = 0,998 \text{ g/cm}^3$ . Az eredmények megadásakor gondoljatok arra, hogy milyen pontossággal mértetek! (Hány értékes jegyet lehet megadni az eredményben?)

$1,0 \text{ cm}^3$  vízben a cseppek száma: ..... db, ..... db, ..... db                      átlag: ..... db

1 csepp ...

| víz térfogata           | víz tömege           | vízben található molekulák<br>anyagmennyisége | vízben található molekulák<br>száma |
|-------------------------|----------------------|---|-------------------------------------|
| $V = \text{..... cm}^3$ | $m = \text{..... g}$ | $n = \text{..... mol}$                        | $N = \text{..... db}$               |

Miért kellett legalább háromszor elvégezni a mérést?

.....  
.....

Hány csepp víz van tehát a világtengerben?

.....  
.....

A mérés tervezése során figyelembe vettük, hogy egy csepp folyadék térfogata csak nagy bizonytalansággal mérhető meg. Megmérhettük volna 10, 20 stb. csepp térfogatát is, de ekkor is bizonytalan lehet a térfogat leolvasása, hiszen előfordulhat, hogy a térfogatomérő eszköz két jelzése közé esik a 10., 20. stb. csepp térfogata, így ekkor is becsülni kell. Ezért inkább két pontosan megadott jel között, adott térfogatú folyadékból kicsepegtethető cseppek számát mértük meg többször is, és így kaptunk egy átlagtérfogatot. **Minden mérésnek van hibája. A véletlen hiba a mérések számának növelésével csökkenthető.** Ezért a méréseket minimum háromszor kell elvégezni. **A rendszeres hibát** a rendelkezésünkre álló **legpontosabb mérőeszköz és mérési módszer** alkalmazásával, a **mérőeszköz kalibrálásával** (pontosabb mérőeszközzel való összehasonlítással) csökkenthetjük.

**2. Kísérlet:** Az előzőekhez hasonlóan határozzátok meg 1 csepp vízmentes („abszolút”) alkohol (etanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}$ ) ugyanazon adatait, mint az 1. kísérletben a víz esetében tettétek, ezúttal víz helyett alkoholt használva! (A mérés előtt öblítsétek át a térfogatomérő eszközt az új folyadékkal!) Most is figyeljétek meg a cseppentő végén lévő csepp alakját. Esetleg készítsetek róla fényképet! Töltsétek ki a táblázatot! Az abszolút alkohol sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján,  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on)  $0,789 \text{ g/cm}^3$ .

$1,0 \text{ cm}^3$  alkoholban a cseppek száma: ..... db, ..... db, ..... db                      átlag: ..... db

1 csepp ...



|                                   |                                |   |   |
|-----------------------------------|--------------------------------|---|---|
| alkohol térfogata                 | alkohol tömege                 | alkoholban található molekulák<br>anyagmennyisége | alkoholban található molekulák<br>száma |
| $V = \dots\dots\dots \text{cm}^3$ | $m = \dots\dots\dots \text{g}$ | $n = \dots\dots\dots \text{mol}$                  | $N = \dots\dots\dots \text{db}$         |

**Magyarázatok:** A következő szöveget olvassátok el, majd a szövegben ~~húzzátok át~~ a **nem igaz** részeket vagy **húzzátok alá** vagy **keretezzétek be** a helyes részeket, és egészítsétek ki a hiányos mondatot!

a) A folyadékok belsejében lévő részecskékre minden irányból hat összetartó erő, így a részecskékre ható erők eredője nulla. Ezzel szemben a felületén lévő részecskékre lényegében csak a folyadék irányából hat erő, tehát az eredő erők összege nem nulla, hanem a folyadék belsejébe mutat. Ezért is lenne gravitáció nélkül a folyadékcsepp alakja gömb. A felületen lévő részecskékre ható eredő erővel arányos mennyiség a **felületi feszültség** (jele:  $\gamma$ , mértékegysége N/m). Ennek értéke annál nagyobb, minél erősebbek a kölcsönhatások a folyadék részecskéi közt. A lecsppenő folyadékcsepp tömege egyenesen arányos a felületi feszültséggel. A vízcsepp térfogata **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholcsepp térfogata, továbbá a víz sűrűsége **kisebb/nagyobb**, ezért a vízcsepp tömege is **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholé. Így következik, hogy a víz felületi feszültsége **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholé. Mindezekből pedig következik, hogy a víz molekulái közötti másodrendű kötések **erősebbek/gyengébbek**, mint az alkohol molekulái közötti kötések. Hasonlítsátok össze 1 csepp víz és 1 csepp alkohol térfogatarányát, illetve molekulaszám-arányát!

$$V(1 \text{ csepp víz}) : V(1 \text{ csepp alkohol}) = \dots\dots\dots \quad N_{\text{víz}} : N_{\text{alkohol}} = \dots\dots\dots$$

b) Mi az oka a fent meghatározott arányoknak?

.....  
 .....

c) Milyen különbség van a vízcsepp és az alkoholcsepp alakja között?

.....  
 .....

**Magyarázat:** Minél **kisebb/nagyobb** a folyadék felületi feszültsége, a lecsppenő csepp alakja annál kevésbé nyúlt alakú, annál jobban hasonlít egy gömbre.

**3. Kísérlet:** 10,0 cm<sup>3</sup> víz (A) és 10,0 cm<sup>3</sup> etanol (B) elegyítésével készült elegyet vizsgálunk.

a) Mekkora az elegy tömege?  $m = m_A + m_B = (\dots\dots\dots + \dots\dots\dots) \text{g} = \dots\dots \text{g}$

b) Hány tömeg%-os etanol van az elegyben?  $w_B = m_B / m = \dots\dots\dots = \dots\dots \%$

c) A táblázat alapján határozzátok meg az elegy sűrűségét!  $\rho = \dots\dots\dots \text{g/cm}^3$

d) Mekkora az elegy össztérfogata?  $V = m/\rho = \dots\dots\dots \text{cm}^3$

e) Mérjétek meg a korábban használt módszerrel, mekkora az elegy 1 cseppjének térfogata!

1,0 cm<sup>3</sup> elegyben a cseppek száma: ..... db, ..... db, ..... db      átlag: ..... db

$V_{1 \text{ csepp}} = \dots\dots \text{cm}^3$

f) Ha két folyadékból azonos térfogatot kicsepegtetve (ugyanabból az eszközökből) a cseppek számát megmérjük (jelölése  $n$ , ami nem tévesztendő össze az anyagmennyiség jelével!), akkor a felületi feszültségre ( $\gamma$ ) a következő összefüggés áll fenn:

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{n_2 \cdot \rho_1}{n_1 \cdot \rho_2}$$

(A három kísérlet során azért mértük meg egyenlő térfogatú folyadékokban a cseppek számát, hogy a fenti képletet jól használhassuk.)

Számítsátok ki a vízmentes alkohol és az etanol-víz elegy felületi feszültségét, ha tudjuk, hogy a vízé 72·10<sup>-3</sup> N/m (=72 mN/m, azaz millinewton/méter)!

$$\gamma_{\text{etanol}} = \dots\dots\dots \text{mN/m}$$

$$\gamma_{\text{elegy}} = \dots\dots\dots \text{mN/m}$$

g) Mire következtettek a kapott értékekből? .....

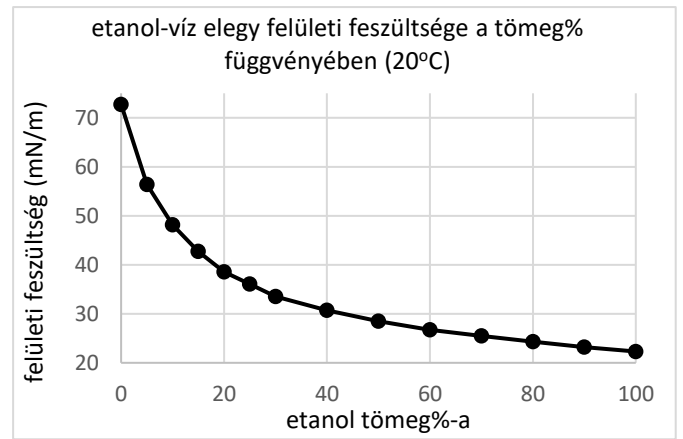
Figyeljétek meg a következő ábrát!

h) Milyen összefüggést mutat az ábra?

.....  
.....

i) Az általatok mért értékek mennyire egyeznek jól a grafikonról leolvashatóval? Mi lehet az eltérés oka?

.....  
.....  
.....  
.....



### Csepp a tengerben (egyszerűsített 3. típus: kísérlettervező változat)

Hány csepp víz lehet vajon a tengerekben? Megszámolni nyilván lehetetlen, de közelítőleg azért meg tudjuk határozni. Kiindulhatunk abból, hogy a Föld vízkészlete kb. 1383 millió  $\text{km}^3$ . Ennek 97,4%-a van a világtengerben. Így már csak 1 vízcsepp térfogatát kell megmérnünk ahhoz, hogy közelítőleg ki tudjuk számolni az eredményt. (Miért csak közelítőleg? Milyen egyszerűsítéseket, elhanyagolásokat teszünk?) Ezzel a feladatsorral folyadékcseppeket fogunk vizsgálni: azok térfogatát és alakját, valamint kiszámítjuk a bennük lévő anyag mennyiségét és a részecskék számát. A cseppek térfogatából (a folyadék sűrűségének segítségével) kiszámolható a folyadék felületi feszültsége is, ami viszont a részecskék közötti összetartó erő nagyságára utal.

**1. Kísérlet:** Mérjétek meg egyetlen csepp víz térfogatát a tálcán található eszközök segítségével! Figyeljétek meg a lecseppenés előtt a csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet!

Egyetlen csepp térfogatának megmérése nagyon nehéz, nagypontosságú műszerek kellene hozzá. Ezek most nem állnak rendelkezésünkre, de **több csepp térfogatának** mérésére alkalmas eszközöket találhattok a tálcán. Gondoljátok végig, hogyan tudtok minél pontosabb térfogatadatot mérni, számítani egyetlen átlagos cseppre. **Minden mérésnek van hibája. A véletlen hiba a mérések számának növelésével csökkenthető. A rendszeres hibát** a rendelkezésünkre álló **legpontosabb mérőeszköz és mérési módszer** alkalmazásával, a **mérőeszköz kalibrálásával** (pontosabb mérőeszközzel való összehasonlítással) csökkenthetjük.

A mérés terve: .....

.....

Milyen módokon növeltétek a mérés pontosságát? Hogyan próbáltátok csökkenteni a véletlen hibát?

.....

Töltsétek ki a táblázatot! A víz sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján, 20 °C-on)  $\rho_{\text{víz}} = 0,998 \text{ g/cm}^3$ . Az eredmények megadásakor gondoljatok arra, hogy milyen pontossággal mértetek! (Hány értékes jegyet lehet megadni az eredményben?)

A víz össztérfogata:  $V \text{ (cm}^3\text{)}$

Ebben a térfogatban lévő cseppek száma:

átlag: .....db

1 csepp ...

| víz térfogata                      | víz tömege                      | vízben található molekulák<br>anyagmennyisége | vízben található molekulák száma |
|------------------------------------|---------------------------------|---|----------------------------------|
| $V = \dots\dots\dots \text{ cm}^3$ | $m = \dots\dots\dots \text{ g}$ | $n = \dots\dots\dots \text{ mol}$             | $N = \dots\dots\dots \text{ db}$ |

Hány csepp víz van tehát a világtengerben?

.....

.....

**2. Kísérlet:** Az előzőhöz hasonlóan határozzátok meg 1 csepp abszolút alkohol (etanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}$ ) ugyanazon adatait, mint az első kísérletben a víz esetében tettétek, ezúttal víz helyett alkoholt használva! (A mérés előtt öblítsétek át a térfogatomérő eszközt az új folyadékkal!) Most is figyeljétek meg a cseppentő végén lévő csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet! A mérések jobb összehasonlíthatóságának érdekében célszerű ugyanakkora térfogatú alkoholmennyiséget választani.

Töltsétek ki a táblázatot! Az abszolút alkohol sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján, 20 °C-on)  $0,789 \text{ g/cm}^3$ .

Az alkohol össztérfogata:  $V \text{ (cm}^3\text{)}$

Ebben a térfogatban lévő cseppek száma:

átlag: .....db

1 csepp ...

|                                   |                                |   |   |
|-----------------------------------|--------------------------------|---|---|
| alkohol térfogata                 | alkohol tömege                 | alkoholban található molekulák<br>anyagmennyisége | alkoholban található molekulák<br>száma |
| $V = \dots\dots\dots \text{cm}^3$ | $m = \dots\dots\dots \text{g}$ | $n = \dots\dots\dots \text{mol}$                  | $N = \dots\dots\dots \text{db}$         |

**Magyarázatok:** A következő szöveget olvassátok el, majd a szövegben ~~húzzátok át~~ a **nem igaz** részeket vagy **húzzátok alá** vagy **keretezzétek be** a helyes részeket, és egészítsétek ki a hiányos mondatot!

a) A folyadékok belsejében lévő részecskékre minden irányból hat összetartó erő, így a részecskékre ható erők eredője nulla. Ezzel szemben a felületén lévő részecskékre lényegében csak a folyadék irányából hat erő, tehát az eredő erők összege nem nulla, hanem a folyadék belsejébe mutat. Ezért is lenne gravitáció nélkül a folyadékcsepp alakja gömb. A felületen lévő részecskékre ható eredő erővel arányos mennyiség a **felületi feszültség** (jele:  $\gamma$ , mértékegysége N/m). Ennek értéke annál nagyobb, minél erősebbek a kölcsönhatások a folyadék részecskéi közt. A lecseppenő folyadékcsepp tömege egyenesen arányos a felületi feszültséggel. A vízcsepp térfogata **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholcsepp térfogata, továbbá a víz sűrűsége **kisebb/nagyobb**, ezért a vízcsepp tömege is **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholé. Így következik, hogy a víz felületi feszültsége **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholé. Mindezekből pedig következik, hogy a víz molekulái közötti másodrendű kötések **erősebbek/gyengébbek**, mint az alkohol molekulái közötti kötések. Hasonlítsátok össze 1 csepp víz és 1 csepp alkohol térfogatarányát, illetve molekulaszám-arányát!

$$V(1 \text{ csepp víz}) : V(1 \text{ csepp alkohol}) = \dots\dots\dots \quad N_{\text{víz}} : N_{\text{alkohol}} = \dots\dots\dots$$

b) Mi az oka a fent meghatározott arányoknak?

.....  
 .....

c) Milyen különbség van a vízcsepp és az alkoholcsepp alakja között?

.....  
 .....

**Magyarázat:** Minél **kisebb/nagyobb** a folyadék felületi feszültsége, a lecseppenő csepp alakja annál kevésbé nyúlt alakú, annál jobban hasonlít egy gömbre.

**3. Kísérlet:** 10,0 cm<sup>3</sup> víz (A) és 10,0 cm<sup>3</sup> etanol (B) elegyítésével készült elegyet vizsgálunk.

a) Mekkora az elegy tömege?  $m = m_A + m_B = (\dots\dots\dots + \dots\dots\dots) \text{g} = \dots\dots \text{g}$

b) Hány tömeg% etanol van az elegyben?  $w_B = m_B / m = \dots\dots\dots = \dots\dots \%$

c) A táblázat alapján határozzátok meg az elegy sűrűségét!  $\rho = \dots\dots\dots \text{g/cm}^3$

d) Mekkora az elegy összterfogata?  $V = m/\rho = \dots\dots\dots \text{cm}^3$

e) Mérjétek meg a korábban használt módszerrel, mekkora az elegy 1 cseppjének térfogata!

1,0 cm<sup>3</sup> elegyben a cseppek száma: ..... db, ..... db, ..... db      átlag: ..... db

$V_{1 \text{ csepp}} = \dots\dots \text{cm}^3$

| tömeg% | $\rho \text{ (g/cm}^3\text{)}$ |
|--------|--------------------------------|
| 30     | 0,9538                         |
| 35     | 0,9449                         |
| 40     | 0,9352                         |
| 45     | 0,9247                         |
| 50     | 0,9138                         |
| 55     | 0,9026                         |

f) Ha két folyadékból azonos térfogatot kicsepegtetve (ugyanabból az eszközből) a cseppek számát megmérjük (jelölése  $n$ , ami nem tévesztendő össze az anyagmennyiség jelével!), akkor a felületi feszültségre ( $\gamma$ ) a következő összefüggés áll fenn:

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{n_2 \cdot \rho_1}{n_1 \cdot \rho_2}$$

Számítsátok ki a vízmentes alkohol és az etanol-víz elegy felületi feszültségét, ha tudjuk, hogy a vízé 72·10<sup>-3</sup> N/m (=72 mN/m, azaz millinewton/méter)!

$\gamma_{\text{etanol}} = \dots\dots\dots \text{mN/m}$

$\gamma_{\text{elegy}} = \dots\dots\dots \text{mN/m}$

g) Mire következtek a kapott értékekből? .....

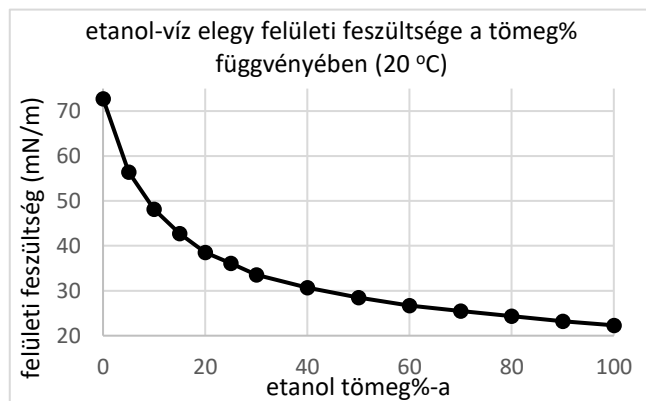
Figyeljétek meg a következő ábrát!

h) Milyen összefüggést mutat az ábra?

.....  
.....  
.....

i) Az általatok mért értékek mennyire egyeznek jól a grafikonról leolvashatóval? Mi lehet az eltérés oka?

.....



### Csepp a tengerben (összetett 3. típus: kísérlettervező változat)

Hány csepp víz lehet vajon a tengerekben? Megszámolni nyilván lehetetlen, de közelítőleg azért meg tudjuk határozni. Kiindulhatunk abból, hogy a Föld vízkészlete kb. 1383 millió  $\text{km}^3$ . Ennek 97,4%-a van a világtengerben. Így már csak 1 vízcsepp térfogatát kell megmérnünk ahhoz, hogy közelítőleg ki tudjuk számolni az eredményt. (Miért csak közelítőleg? Milyen egyszerűsítéseket, elhanyagolásokat teszünk?) Ezzel a feladatsorral folyadékcseppeket fogunk vizsgálni: azok térfogatát és alakját, valamint kiszámítjuk a bennük lévő anyag mennyiségét és a részecskék számát. A cseppek térfogatából (a folyadék sűrűségének segítségével) kiszámolható a folyadék felületi feszültsége is, ami viszont a részecskék közötti összetartó erő nagyságára utal.

**1. Kísérlet:** Mérjétek meg egyetlen csepp víz térfogatát a tálcán található eszközök valamelyikének segítségével. Figyeljétek meg a lecseppenés előtt a csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet!

Egyetlen csepp térfogatának megmérése nagyon nehéz, nagy pontosságú műszerek kellene hozzá. Ezek most nem állnak rendelkezésünkre, de több csepp térfogatának mérésére alkalmas eszközöket találhattok a tálcán. Gondoljátok végig, hogyan tudtok pontosabb térfogatadatot mérni, számítani egyetlen átlagos cseppre. A mérőhenger betöltésre hitelesített eszköz: azaz azt a térfogatot mutatja pontosan, amennyi folyadék benne van, a fecskendő, Pasteur-pipetta és az osztott pipetta kifolyásra hitelesített eszköz, azaz azt a térfogatot mutatja, amennyi folyadék belőle kifolyt. A mérőhenger a párolgásra érzékenyebb, míg a fecskendő, a pipetta gátolja a párolgást. **Minden mérésnek van hibája. A véletlen hiba a mérések számának növelésével csökkenthető. A rendszeres hibát a rendelkezésünkre álló legpontosabb mérőeszköz és mérési módszer alkalmazásával, a mérőeszköz kalibrálásával (pontosabb mérőeszközzel való összehasonlítással) csökkenthetjük.**

Milyen eszközöket választottatok?.....

A mérés terve: .....

Milyen módokon növeltétek a mérés pontosságát? Hogyan próbáltátok csökkenteni a véletlen hibát és hogyan a rendszeres hibát? .....

Töltsétek ki a táblázatot! A víz sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján, 20 °C-on)  $\rho_{\text{viz}} = 0,998 \text{ g/cm}^3$ . Az eredmények megadásakor gondoljatok arra, hogy milyen pontossággal mértétek! (Hány értékes jegyet lehet megadni az eredményben?)

A víz össztérfogata:  $V \text{ (cm}^3\text{)}$

Ebben a térfogatban lévő cseppek száma:

átlag: .....db

1 csepp ...

| víz térfogata                      | víz tömege                      | vízben található molekulák<br>anyagmennyisége | vízben található molekulák száma |
|------------------------------------|---------------------------------|---|----------------------------------|
| $V = \dots\dots\dots \text{ cm}^3$ | $m = \dots\dots\dots \text{ g}$ | $n = \dots\dots\dots \text{ mol}$             | $N = \dots\dots\dots \text{ db}$ |

Hány csepp víz van tehát a világtengerben?

**2. Kísérlet:** Az előzőhöz hasonlóan határozzátok meg 1 csepp abszolút alkohol (etanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}$ ) ugyanazon adatait, mint az első kísérletben a víz esetében tettétek, ezúttal víz helyett alkoholt használva! (A mérés előtt öblítsétek át a térfogatmérő eszközt az új folyadékkal!) Most is figyeljétek meg a cseppentő végén lévő csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet! A mérések jobb összehasonlíthatóságának érdekében célszerű ugyanakkora térfogatú alkoholmennyiséget választani.

Töltsétek ki a táblázatot! Az abszolút alkohol sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján, 20 °C-on)  $0,789 \text{ g/cm}^3$ .

Az alkohol össztérfogata:  $V \text{ (cm}^3\text{)}$

Ebben a térfogatban lévő cseppek száma:

átlag: .....db

1 csepp ...

|                                   |                                |   |   |
|-----------------------------------|--------------------------------|---|---|
| alkohol térfogata                 | alkohol tömege                 | alkoholban található molekulák<br>anyagmennyisége | alkoholban található molekulák<br>száma |
| $V = \dots\dots\dots \text{cm}^3$ | $m = \dots\dots\dots \text{g}$ | $n = \dots\dots\dots \text{mol}$                  | $N = \dots\dots\dots \text{db}$         |

**Magyarázatok:** A következő szöveget olvassátok el, majd a szövegben ~~húzzátok át~~ a **nem igaz** részeket vagy **húzzátok alá** vagy **keretezzétek be** a helyes részeket, és egészítsétek ki a hiányos mondatot!

a) A folyadékok belsejében lévő részecskékre minden irányból hat összetartó erő, így a részecskékre ható erők eredője nulla. Ezzel szemben a felületén lévő részecskékre lényegében csak a folyadék irányából hat erő, tehát az eredő erők összege nem nulla, hanem a folyadék belsejébe mutat. Ezért is lenne gravitáció nélkül a folyadékcsepp alakja gömb. A felületen lévő részecskékre ható eredő erővel arányos mennyiség a **felületi feszültség** (jele:  $\gamma$ , mértékegysége N/m). Ennek értéke annál nagyobb, minél erősebbek a kölcsönhatások a folyadék részecskéi közt. A lecseppenő folyadékcsepp tömege egyenesen arányos a felületi feszültséggel. A vízcsepp térfogata **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholcsepp térfogata, továbbá a víz sűrűsége **kisebb/nagyobb**, ezért a vízcsepp tömege is **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholé. Így következik, hogy a víz felületi feszültsége **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholé. Mindezekből pedig következik, hogy a víz molekulái közötti másodrendű kötések **erősebbek/gyengébbek**, mint az alkohol molekulái közötti kötések.

Hasonlítsátok össze 1 csepp víz és 1 csepp alkohol térfogatarányát, illetve molekulaszám-arányát!

$$V(1 \text{ csepp víz}) : V(1 \text{ csepp alkohol}) = \dots\dots\dots \quad N_{\text{víz}} : N_{\text{alkohol}} = \dots\dots\dots$$

b) Mi az oka a fent meghatározott arányoknak?

.....  
.....

c) Milyen különbség van a vízcsepp és az alkoholcsepp alakja között?

.....  
.....

**Magyarázat:** Minél **kisebb/nagyobb** a folyadék felületi feszültsége, a lecseppenő csepp alakja annál kevésbé nyúlt alakú, annál jobban hasonlít egy gömbre.

**3. Kísérlet:** 10,0 cm<sup>3</sup> víz (A) és 10,0 cm<sup>3</sup> etanol (B) elegyítésével készült elegyet vizsgálunk.

a) Mekkora az elegy tömege?  $m = m_A + m_B = (\dots\dots\dots + \dots\dots\dots) \text{g} = \dots\dots \text{g}$

b) Hány tömeg% etanol van az elegyben?  $w_B = m_B / m = \dots\dots\dots = \dots\dots \%$

c) A táblázat alapján határozzátok meg az elegy sűrűségét!  $\rho = \dots\dots\dots \text{g/cm}^3$

d) Mekkora az elegy össztérfogata?  $V = m/\rho = \dots\dots\dots \text{cm}^3$

e) Mérjétek meg a korábban használt módszerrel, mekkora az elegy 1 cseppjének térfogata!

1,0 cm<sup>3</sup> elegyben a cseppek száma: ..... db, ..... db, ..... db      átlag: ..... db

$V_{1 \text{ csepp}} = \dots\dots \text{cm}^3$

| tömeg% | $\rho \text{ (g/cm}^3\text{)}$ |
|--------|--------------------------------|
| 30     | 0,9538                         |
| 35     | 0,9449                         |
| 40     | 0,9352                         |
| 45     | 0,9247                         |
| 50     | 0,9138                         |
| 55     | 0,9026                         |

f) Ha két folyadékból azonos térfogatot kicsepegtetve (ugyanabból az eszközből) a cseppek számát megmérjük (jelölése  $n$ , ami nem tévesztendő össze az anyagmennyiség jelével!), akkor a felületi feszültségre ( $\gamma$ ) a következő összefüggés áll fenn:

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{n_2 \cdot \rho_1}{n_1 \cdot \rho_2}$$

Számítsátok ki a vízmentes alkohol és az etanol-víz elegy felületi feszültségét, ha tudjuk, hogy a vízé  $72 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$  (=72 mN/m, azaz millinewton/méter)!

$\gamma_{\text{etanol}} = \dots\dots\dots \text{mN/m}$

$\gamma_{\text{elegy}} = \dots\dots\dots \text{mN/m}$

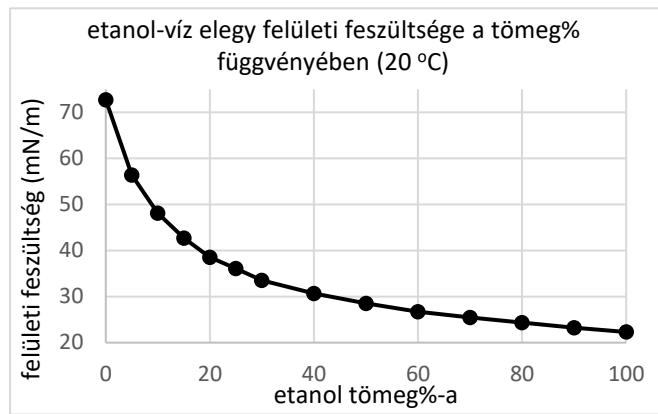
g) Mire következtek a kapott értékekből? .....

Figyeljétek meg a következő ábrát!

h) Milyen összefüggést mutat az ábra?

.....  
.....  
.....

i) Az általatok mért értékek mennyire egyeznek jól a grafikonról leolvashatóval? Mi lehet az eltérés oka?



.....



## Csepp a tengerben (tanári változat)

Hány csepp víz lehet vajon a tengerekben? Megszámolni nyilván lehetetlen, de közelítőleg azért meg tudjuk határozni. Kiindulhatunk abból, hogy a Föld vízkészlete kb. 1383 millió km<sup>3</sup>. Ennek 97,4%-a van a világtengerben. Így már csak 1 vízcsepp térfogatát kell megmérnünk ahhoz, hogy közelítőleg ki tudjuk számolni az eredményt. (Miért csak közelítőleg? Milyen egyszerűsítéseket, elhanyagolásokat teszünk?) Ezzel a feladatsorral folyadékcseppeket fogunk vizsgálni: azok térfogatát és alakját, valamint kiszámítjuk a bennük lévő anyag mennyiségét és a részecskék számát. A cseppek térfogatából (a folyadék sűrűségének segítségével) kiszámolható a folyadék felületi feszültsége is, ami viszont a részecskék közötti összetartó erő nagyságára utal.

### [Csak az 1. és 2. típusú csoportnak!]

**1. Kísérlet:** Mérjétek meg egyetlen csepp víz térfogatát a tálcán található eszközök segítségével.

- Szívjatok fel Pasteur-pipettába (vagy fecskendőbe vagy pipettába) vizet, és csepegtessék ki 1,0 cm<sup>3</sup>-t belőle egy főzőpohárba! Számoljátok meg a kicsepegő cseppek számát! Figyeljétek meg a cseppentő végén lévő csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet!
- A mérést ismételjétek meg kétszer! Átlagoljátok a mért adatokat!
- Számítsátok ki egyetlen vízcsepp térfogatát!

### [Csak a 3. típusú csoportoknak! Egyszerűsített verzió]

**1. Kísérlet:** Mérjétek meg egyetlen csepp víz térfogatát a tálcán található eszközök segítségével. Figyeljétek meg a lecseppenés előtt a csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet!

Egyetlen csepptérfogatának megmérése nagyon nehéz, nagypontosságú műszerek kellene hozzá. Laborban ezek nem állnak rendelkezésre, de **több csepp térfogatának** mérésére alkalmas eszközöket találhattok a tálcán. Gondoljátok végig, hogyan tudtok minél pontosabb térfogatadatot mérni, számítani egyetlen átlagos cseppre. **Minden mérésnek van hibája. A véletlen hiba a mérések számának növelésével csökkenthető. A rendszeres hibát a rendelkezésünkre álló legpontosabb mérőeszköz és mérési módszer alkalmazásával, a mérőeszköz kalibrálásával** (pontosabb mérőeszközzel való összehasonlítással) csökkenthetjük.

*Megjegyzés: A kalibrálás alkalmával az adott mérőeszköz eredményeit összehasonlítjuk egy pontosabb (etalon) mérőeszköz eredményeivel. A hitelesítés nem azonos a kalibrációval. A hitelesítés jogilag rögzített eljárás, csak hitelesítő laboratórium végezheti. A kalibrációt mindenki (minden labor) a maga számára – a belátása szerint – elvégezheti,<sup>57</sup>*

### [Csak a 3. típusú csoportoknak! Összetett verzió]

**1. Kísérlet:** Mérjétek meg egyetlen csepp víz térfogatát a tálcán található eszközök valamelyikének segítségével. Figyeljétek meg a lecseppenés előtt a csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet!

Egyetlen csepp térfogatának megmérése nagyon nehéz, nagypontosságú műszerek kellene hozzá. Ezek most nem állnak rendelkezésünkre, de több csepp térfogatának mérésére alkalmas eszközöket találhattok a tálcán. Gondoljátok végig, hogyan tudtok minél pontosabb térfogatadatot mérni, számítani egyetlen átlagos cseppre. A mérőhenger betöltésre hitelesített eszköz: azaz azt a térfogatot mutatja pontosan, amennyi folyadék benne van, a fecskendő, Pasteur-pipetta és az osztott pipetta kifolyásra hitelesített eszköz, azaz azt a térfogatot mutatja, amennyi folyadék belőle kifolyt. A mérőhenger a párolgásra érzékenyebb, míg a fecskendő, a pipetta gátolja a párolgást. **Minden mérésnek van hibája. A véletlen hiba a mérések számának növelésével csökkenthető. A rendszeres hibát a rendelkezésünkre álló legpontosabb mérőeszköz és mérési módszer alkalmazásával, a mérőeszköz kalibrálásával** (pontosabb mérőeszközzel való összehasonlítással) csökkenthetjük.

*Megjegyzés: A kalibrálás alkalmával az adott mérőeszköz eredményeit összehasonlítjuk egy pontosabb (etalon) mérőeszköz eredményeivel. A hitelesítés nem azonos a kalibrációval. A hitelesítés jogilag rögzített eljárás, csak hitelesítő laboratórium végezheti. A kalibrációt mindenki (minden labor) a maga számára – a belátása szerint – elvégezheti.*

Milyen eszközöket választottatok? Osztott pipetta és főzőpohár.

Megjegyzések:

<sup>57</sup> [http://mkeh.gov.hu/meresugy/gyakori\\_kerdesek/hit-kal](http://mkeh.gov.hu/meresugy/gyakori_kerdesek/hit-kal) (utoljára megtekintve: 2018. 09. 16.)

- A Pasteur-pipetta és a fecskendő csak közelítő pontosságú térfogatmérésre alkalmas eszközök.
- Ha a mérőhengert választanák, az erősen megnövelné a mérés hibáját a további mérések során, mivel a mérőhengerben bennmaradó folyadék csökkenti az adott térfogat eléréséhez szükséges cseppek számát, továbbá a későbbiek során az alkohol párolgása is növelheti a mérés pontatlanságát.

[Csak a 3. típusú csoportoknak! Mindkét verzió]

A mérés terve: Adott térfogatú folyadékot kicsepegtetünk az osztott pipettából a főzőpohárba, miközben megszámoljuk a cseppek számát. A térfogatot a cseppek számával osztva megkapható egyetlen csepp térfogata.

A méréseket legalább kétszer megismételjük.

Milyen módokon növelték a mérés pontosságát? Hogyan próbáltok csökkenteni a véletlen hibát és hogyan a rendszeres hibát? A véletlen hiba csökkentése: a méréseket többször is megisméltük/többször mértünk/próbáltuk elkerülni a szennyeződések. A rendszeres hiba csökkentése: a rendelkezésre álló legpontosabb mérőeszközt választása/pontos térfogatmérésre törekedtünk/nagy térfogatú folyadékból kicsepegtethető cseppek számát mértünk/figyeltük, hogy a körülményeken ne változtassunk.

Megjegyzések:

- Figyeljünk oda, hogy a diákok a méréseket legalább háromszor elvégezzék.
- Jó alkalom átismételni esetleg a véletlen és a rendszeres hiba fogalmát, csökkentésének módjait. Emlékeztetőül az alábbi ábra segítségével felidézhetjük az 1. feladatlap kapcsán erről tanultakat:

|                 |       | Véletlen hiba |      |
|-----------------|-------|---------------|------|
|                 |       | kicsi         | nagy |
| Rendszeres hiba | nagy  |               |      |
|                 | kicsi |               |      |

- A rendszeres hiba csökkentésének érdekében nagyon fontos, hogy a csöpögtetéskor mindig kb. ugyanakkora erővel nyomják a diákok a Pasteur-pipettát, illetve az injekciós fecskendőt. Sztalagmométerrel történő méréskor egyáltalán nem szabad nyomást alkalmazni, mert az jelentősen megváltoztatja a kiáramlást. Ezért a sztalagmométereknél még a hidrosztatikai nyomás változását is igyekeznek minimalizálni a pipettához hasonló kihasadással).
- A folyadék adott térfogatában megszámlolt cseppek száma természetesen függ a csepegtetésre használt térfogatmérő eszköz kifolyó nyílásának átmérőjétől is.

[Csak az 1. és 2. típusú csoportnak!]

Töltsétek ki a táblázatot! A víz sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján, 20 °C-on)  $\rho_{\text{víz}} = 0,998 \text{ g/cm}^3$ . Az eredmények megadásakor gondoljatok arra, hogy milyen pontossággal mértetek! (Hány értékes jegyet lehet megadni az eredményben?)

1,0 cm<sup>3</sup> vízben a cseppek száma: 23 db, 24 db, 23 db                      átlag: 23,3 db

1 csepp ...

|                                      |                                   |   |  |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---|--|
| víz térfogata                        | víz tömege                        | vízben található molekulák<br>anyagmennyisége | vízben található molekulák<br>száma            |
| $V = \underline{0,043} \text{ cm}^3$ | $m = \underline{0,043} \text{ g}$ | $n = \underline{0,0024} \text{ mol}$          | $N = \underline{1,4 \cdot 10^{21}} \text{ db}$ |

A számítások (5 ml-es orvosi fecskendővel mérve):

A  $1,0 \text{ cm}^3$  víz 23, 24, 23 cseppből állt, tehát az átlag 23,3 csepp. Így a vízcsepp átlagos térfogata  $1,0 \text{ cm}^3/23,3 = 0,043 \text{ cm}^3$ . Tömege pedig  $0,043 \text{ cm}^3 \times 0,998 \text{ g/cm}^3 = 0,043 \text{ g}$ . Az egy csepp vízben  $0,043 \text{ g}/18 \text{ g/mol} = 0,0024 \text{ mol}$ , azaz  $0,0024 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 1,4 \cdot 10^{21}$  db vízmolekula található.

Miért kellett legalább háromszor elvégezni a mérést? Azért, hogy a véletlen hiba csökkenjen/a mérés pontossága növekedjen/a mérések során elkövetett hibákat ki tudjuk javítani.

[Csak a 3. típusú csoportoknak!]

Töltsétek ki a táblázatot! A víz sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján,  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on)  $\rho_{\text{viz}} = 0,998 \text{ g/cm}^3$ . Az eredmények megadásakor gondoljatok arra, hogy milyen pontossággal mértetek! (Hány értékes jegyet lehet megadni az eredményben?)

|  |                                   |  |  |
|--|-----------------------------------|--|--|
| A víz össztérfogata: $V \text{ (cm}^3\text{)}$ |                                   | Ebben a térfogatban lévő cseppek száma:  |  |
| <u>1,0</u>                                     |                                   | <u>23, 24, 23 db</u>                     |  |
|  |                                   | átlag: <u>23,3 db</u>                    |  |
| 1 csepp ...                                    |                                   |  |  |
| víz térfogata                                  | víz tömege                        | vízben található molekulák anyagsűrűsége | vízben található molekulák száma               |
| $V = \underline{0,043} \text{ cm}^3$           | $m = \underline{0,043} \text{ g}$ | $n = \underline{0,0024} \text{ mol}$     | $N = \underline{1,4 \cdot 10^{21}} \text{ db}$ |

[Mindhárom típusú csoportnak!]

Megjegyzés:

- A mérés pontossága kisebb, mint a megadott sűrűségadat. Tehát a számoláshoz használható nagyobb pontosság, de az eredmények nem adhatók meg három értékes jegyre, mivel a legkisebb pontosságú adathoz kell igazítani az eredmények értékes jegyeit. Ezt hasznos lehet megbeszélni a diákokkal.
- Az átlagolásnál is kell arra figyelni, mennyire pontosan tudtak mérni, s így hány értékes jeggyel lehet az átlagot megadni
- Fontos felhívni a figyelmet arra, hogy ha a mért értékek között van nagyon eltérő, akkor jobb újra mérni, az indokoltan hibás adatot pedig az átlagból kihagyni.
- A mérések pontosságának megbeszélésénél esetleg érdemes megjegyezni, hogy ha nagyobb térfogatú folyadék cseppszámát mértük volna meg, pontosabb eredményeket kaptunk volna. Ebben az esetben azért választottunk kis térfogatot, hogy az időkeretbe beférjünk. Rá lehet kérdezni, hogy egyetlen csepp tévedés mekkora hibát jelent. (A fenti konkrét példában 4,3%-ot.)

Hány csepp víz van tehát a világtengerben? A világtenger térfogata:  $1383 \cdot 10^6 \cdot 10^{15} \cdot 0,974 \text{ cm}^3 = 1,347 \cdot 10^{24} \text{ cm}^3$ . Tehát ezt az értéket elosztva egyetlen csepp térfogatával:  $1,347 \cdot 10^{24} \text{ cm}^3 : 0,043 \text{ cm}^3 = 3,1 \cdot 10^{25} \text{ db}$ .

Megjegyzések:

- Hiba lehetőség a mértékegységek átváltása, illetve a nagy számokkal, a normál alakkal való számolás.
- Hibát eredményezhet az is, ha buborék marad a fecskendőben/cseppentőben, ez megnövelheti az eredmények szórását. Erre a mérés során érdemes figyelni, és szóban is felhívni rá a diákok figyelmét!

[Csak a 2. típusú csoportnak!]

A mérés tervezése során figyelembe vettük, hogy egy csepp folyadék térfogata csak nagy bizonytalansággal mérhető meg. Megmérhettük volna 10, 20 stb. csepp térfogatát is, de ekkor is bizonytalan lehet a térfogat leolvasása, hiszen előfordulhat, hogy a térfogatmérő eszköz két jelzése közé esik a 10., 20. stb. csepp térfogata, így ekkor is becsülni kell. Ezért inkább két pontosan megadott jel között, adott térfogatú folyadékból kicsepegtethető cseppek számát mértük meg többször is, és így kaptunk egy átlagtérfogatot. **Minden mérésnek van hibája. A véletlen hiba a mérések számának növelésével csökkenthető.** Ezért a méréseket minimum háromszor kell elvégezni. **A rendszeres hibát a rendelkezésünkre álló legpontosabb mérőeszköz és mérési**

**módszer** alkalmazásával, a **mérőeszköz kalibrálásával** (pontosabb mérőeszközzel való összehasonlítással) csökkenthetjük.

*Megjegyzés: A kalibrálás alkalmával az adott mérőeszköz eredményeit összehasonlítjuk egy pontosabb (etalon) mérőeszköz eredményeivel. A hitelesítés nem azonos a kalibrációval. A hitelesítés jogilag rögzített eljárás, csak hitelesítő laboratórium végezheti. A kalibrációt mindenki (minden labor) a maga számára – a belátása szerint – elvégezheti.<sup>58</sup>*

[Csak az 1. és 2. típusú csoportoknak!]

**2. Kísérlet:** Az előzőekhez hasonlóan határozzátok meg 1 csepp vízmentes („abszolút”) alkohol (etanol, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-OH) ugyanazon adatait, mint az első kísérletben a víz esetében tettétek, ezúttal víz helyett alkoholt használva! (A mérés előtt öblítsétek át a térfogatmérő eszközt az új folyadékkal!) Most is figyeljétek meg a cseppentő végén lévő csepp alakját! Esetleg készítsétek róla fényképet!

Töltsétek ki a táblázatot! Az abszolút alkohol sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján, 20 °C-on) 0,789 g/cm<sup>3</sup>.

1,0 cm<sup>3</sup> alkoholban a cseppek száma: 46 db, 46 db, 45 db                      átlag: 46,7 db

1 csepp ...

| alkohol térfogata                    | alkohol tömege                    | alkoholban található molekulák<br>anyagmennyisége             | alkoholban található molekulák<br>száma        |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---|--|
| $V = \underline{0,022} \text{ cm}^3$ | $m = \underline{0,017} \text{ g}$ | $n = \underline{0,38} \text{ millimol} = 0,00038 \text{ mol}$ | $N = \underline{2,3 \cdot 10^{20}} \text{ db}$ |

**A számítások (5 ml-es orvosi fecskendővel mérve):**

A 1,0 cm<sup>3</sup> alkohol 46, 46, 45 cseppből állt, tehát az átlag 45,7 csepp. Így az átlagos alkoholcsepp térfogata 1,0 cm<sup>3</sup> / 45,7 = 0,022 cm<sup>3</sup>. Tömege pedig 0,022 cm<sup>3</sup> · 0,789 g/cm<sup>3</sup> = 0,017 g. Az egy csepp alkoholban 0,017 g / 46g/mol = 0,00038 mol, azaz 0,00038 · 6 · 10<sup>23</sup> = 2,3 · 10<sup>20</sup> alkoholmolekula található.

[Csak a 3. típusú csoportoknak!]

**2. Kísérlet:** Az előzőhöz hasonlóan határozzátok meg 1 csepp abszolút alkohol (etanol, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-OH) ugyanazon adatait, mint az első kísérletben a víz esetében tettétek, ezúttal víz helyett alkoholt használva! (A mérés előtt öblítsétek át a térfogatmérő eszközt az új folyadékkal!) Most is figyeljétek meg a cseppentő végén lévő csepp alakját! Esetleg készítsétek róla fényképet! A mérések jobb összehasonlíthatóságának érdekében célszerű ugyanakkora térfogatú alkoholmennyiséget választani.

Töltsétek ki a táblázatot! Az abszolút alkohol sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján, 20 °C-on) 0,789 g/cm<sup>3</sup>.

Az alkohol össztérfogata:  $V \text{ (cm}^3\text{)}$

Ebben a térfogatban lévő cseppek száma:

1,0

46, 46, 45 db

átlag: 46,7 db

1 csepp ...

| alkohol térfogata                    | alkohol tömege                    | alkoholban található molekulák<br>anyagmennyisége             | alkoholban található molekulák<br>száma        |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---|--|
| $V = \underline{0,022} \text{ cm}^3$ | $m = \underline{0,017} \text{ g}$ | $n = \underline{0,38} \text{ millimol} = 0,00038 \text{ mol}$ | $N = \underline{2,3 \cdot 10^{20}} \text{ db}$ |

[Mindhárom típusú csoportnak!]

**Magyarzatok:** A következő szöveget olvassátok el, majd a szövegben ~~húzzátok át~~ a **nem igaz** részeket vagy **húzzátok alá** vagy **keretezzétek be** a helyes részeket, és egészítsétek ki a hiányos mondatot!

<sup>58</sup> [http://mkeh.gov.hu/meresugy/gyakori\\_kerdesek/hit-kal](http://mkeh.gov.hu/meresugy/gyakori_kerdesek/hit-kal) (utoljára megtekintve: 2018. 09. 16.)

a) A folyadékok belsejében lévő részecskékre minden irányból hat összetartó erő, így a részecskékre ható erők eredője nulla. Ezzel szemben a felületén lévő részecskékre lényegében csak a folyadék irányából hat erő, tehát az eredő erők összege nem nulla, hanem a folyadék belsejébe mutat. Ezért is lenne gravitáció nélkül a folyadékcsepp alakja gömb. A felületen lévő részecskékre ható eredő erővel arányos mennyiség a **felületi feszültség** (jele:  $\gamma$ , mértékegysége N/m). Ennek értéke annál nagyobb, minél erősebbek a kölcsönhatások a folyadék részecskéi közt. A lecseppenő folyadékcsepp tömege egyenesen arányos a felületi feszültséggel. A vízcsepp térfogata **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholcsepp térfogata, továbbá a víz sűrűsége **kisebb/nagyobb**, ezért a vízcsepp tömege is **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholé. Így következik, hogy a víz felületi feszültsége **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholé. Mindezekből pedig következik, hogy a víz molekulái közötti másodrendű kötések **erősebbek/gyengébbek**, mint az alkohol molekulái közötti kötések.

Hasonlítsátok össze 1 csepp víz és 1 csepp alkohol térfogatarányát illetve molekulaszám-arányát!

$$V(1 \text{ csepp víz}) : V(1 \text{ csepp alkohol}) = \dots 2,0 \dots$$

$$N_{\text{víz}} : N_{\text{alkohol}} = \dots 6,1 \dots$$

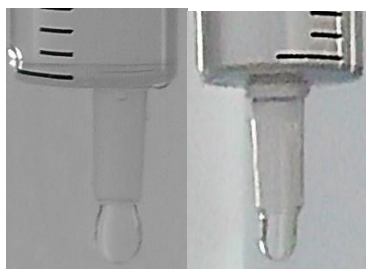
b) Mi az oka a fent meghatározott arányoknak? **A csepptérfogatok arányát a felületi feszültségek (és a sűrűségek aránya) határozzák meg, míg az anyagmennyiség-arány (molekulaszám-arány) kiszámításánál figyelembe kellett venni cseppek tömegének és a két folyadékot alkotó molekulák moláris tömegének arányát is.**

*Megjegyzés: Ha közösen összehasonlítjuk az egyes diákcsoportok eredményeit, érdemes a diákokkal megbeszélni a következőket. Annak ellenére, hogy maguk a csepptérfogatok feltehetőleg különbözőek lesznek, a térfogatarányoknak és a részecskeszám-arányoknak hasonlóaknak kell lenniük. Vegyék észre, hogy a csepptérfogat függ a cseppentő végének (a kapillárisnak) az átmérőjétől, de a különböző folyadékok esetén a térfogatok aránya már csak a folyadék intenzív fizikai tulajdonságaitól (sűrűségtől és felületi feszültségtől) függ.*

c) Milyen különbség van a vízcsepp és az alkoholcsepp alakja között? **Az alkoholcsepp kisebb, és zömökebb, a vízcsepp nyaka jobban elkeskenyedik.**

Magyarázat: Minél **kisebb/nagyobb** a folyadék felületi feszültsége, a lecseppenő csepp alakja annál kevésbé nyúlt alakú, annál jobban hasonlít egy gömbre.

*Megjegyzés: Előfordulhat, hogy széles kapilláris (cseppentő) esetén, az alkoholcsepp szinte csak egy félgömb.*



Egy vízcsepp és egy alkoholcsepp alakja

*Érdekesség: ma már rendelkezésünkre állnak olyan készülékek és programok, amelyek a csepp alakjából és a folyadékok fizikai jellemzőiből kiszámítják a felületi feszültséget. Ennek például különféle biokémiai és környezetkémiai problémák megoldása során nagy jelentősége lehet.*

**3. Kísérlet:** 10,0 cm<sup>3</sup> víz (A) és 10,0 cm<sup>3</sup> etanol (B) elegyítésével készült elegyet vizsgálunk.

a) Mekkora az elegy tömege?  $m = m_A + m_B = (9,98 + 7,89) \text{ g} = 17,87 \text{ g}$

b) Hány tömeg% etanol van az elegyben?  $w_B = m_B / m = 0,441 = 44,1\%$

c) Az alábbi táblázat alapján határozzátok meg az elegy sűrűségét!  $\rho = \text{kb. } 0,925 \text{ vagy pontosan } 0,927 \text{ g/cm}^3$

d) Mekkora az elegy összterfogata?  $V = m/\rho = 19,3 \text{ cm}^3$

| tömeg% | $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> ) |
|--------|-----------------------------|
| 30     | 0,9538                      |
| 35     | 0,9449                      |
| 40     | 0,9352                      |
| 45     | 0,9247                      |
| 50     | 0,9138                      |
| 55     | 0,9026                      |

*Opcionálisan beszúrható rész:*

**Diák feladatlapjára (mindhárom típusú csoportnak):**

Az elegy térfogata kisebb, mint az összekevert folyadék-komponensek térfogatának összege. Ezt térfogati kontrakciónak hívják, amelyért egyrészt felelős az elegy komponensei közötti erős kölcsönhatás.



e) A kép alapján indokljátok meg, mi lehet egy további ok!

f) Hány térfogat% az elegy etanoltartalma?  $\varphi_B = V_B / V = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \%$

Miért különbözik a  $\varphi_B$  és  $w_B$  értéke?.....

g) Milyen molekulaarányban van a víz és az alkohol ebben az elegyben?  $N_{\text{víz}}/N_{\text{alkohol}} = \dots\dots : 1$

**Megoldások:**

e) A következő kép alapján indokljátok meg, hogy az elegy térfogata miért nem egyenlő az összekevert folyadék-komponensek térfogatának összegével!

**A kisebb méretű vízmolekulák beférnek a nagyobb alkoholmolekulák közé, így nagyobb a térkitöltés, tehát kisebb a térfogat, mintha a két eredeti térkitöltéssel számolnánk.**

f) Hány térfogat%-os?  $\varphi_B = V_B/V = \underline{0,519} = \underline{51,9\%}$

Miért különbözik a  $\varphi_B$  és  $w_B$  értéke? **Mert a folyadékok (víz, alkohol, elegy) sűrűsége különböző.**

*Megjegyzés: Érdemes felhívni a figyelmet a tömegszázalék és a térfogatszázalék különbözőségére. Egy algebrai kifejezésekkel jól bánó osztályban akár a két mennyiség közötti általános összefüggés levezetését is feladhatjuk szorgalmi feladatnak.*

$$\varphi_B = \frac{V_B}{V} = \frac{m_B/\rho_B}{m/\rho} = w_B \cdot \frac{\rho}{\rho_B}$$

g) Milyen molekulaarányban van a víz és alkohol ebben az elegyben?  $N_{\text{víz}}/N_{\text{alkohol}} = \underline{3,22} : 1$

e) Mérjétek meg a korábban használt módszerrel, mekkora az elegy 1 cseppjének térfogata!  $V_{1 \text{ csepp}} = 0,024 \text{ cm}^3$

**Számítás (5 ml-es orvosi fecskendővel): a cseppek száma 1,0 cm<sup>3</sup> elegyben: 41, 42, 41 csepp, azaz az átlag 41,3 csepp, így egy csepp térfogata 1 cm<sup>3</sup>/41.3 = 0,024 cm<sup>3</sup>.**

f) Ha két folyadékból azonos térfogatot kicsepegtetve (ugyanabból az eszközből) a cseppek számát megmérjük (jelölése  $n$ , ami nem tévesztendő össze az anyagmennyiség jelével!), akkor a felületi feszültségre ( $\gamma$ ) a következő összefüggés áll fenn:

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{n_2 \cdot \rho_1}{n_1 \cdot \rho_2}$$

[Csak a 2. típusú csoportnak!]

(A három kísérlet során azért mértük meg egyenlő térfogatú folyadékokban a cseppek számát, hogy a fenti képletet jól használhassuk.)

[Mindhárom típusú csoportnak!]

Számítsátok ki a vízmentes alkohol és az etanol-víz elegy felületi feszültségét, ha tudjuk, hogy a vízé  $72 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$  (=72 mN/m, azaz millinewton/méter)!

$$\gamma_{\text{etanol}} = 28 \text{ mN/m}$$

$$\gamma_{\text{elegy}} = 38 \text{ mN/m}$$

*Megjegyzések: Az elegy esetén az irodalmi érték alapján a felületi feszültségre kb. 30 mN/m értéket kellett volna kapni, de a mérés pontossága ilyen eszközökkel sajnos igen kicsi. Vékonyabb kapillárisal és nagyobb térfogattal lehetne javítani a pontosságon.*

g) Mire következtek a kapott értékekből? **A felületi feszültség csökken az alkohol koncentrációjának növekedésével. (Ennek oka, hogy az alkohol összességében a vízénél gyengébb másodrendű kötésekkel létesít.)**

*Megjegyzés: Érdeemes átismételni, hogy nem csak a felületi feszültség változik az alkoholtartalommal, hanem egyéb tulajdonságok is, például (a sűrűség mellett) az éghetőség is (ld. a 4. feladatlap, címe: Milyen tömény rum kell a Gundel-palacsintához?).*

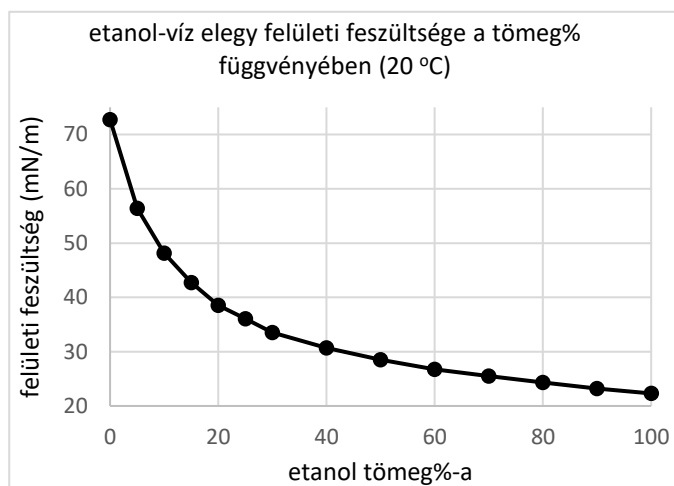
Figyeljétek meg a következő ábrát!

h) Milyen összefüggést mutat az ábra?

**A felületi feszültség összetétel-függését, amely szerint a felületi feszültség csökken az alkohol növekvő töménységével.**

i) Az általatok mért értékek mennyire egyeznek jól a grafikonról leolvashatóval? Mi lehet az eltérés oka (ha van)?

**Pontatlan mérés hibája/alkohol párolgása/kapilláris mérete/túl kis térfogat elemzése.**



# 15. feladatlap: Forró csoki télen, jeges tea nyáron<sup>60</sup>

(Az első változatot készítette: Nagyné Hodula Andrea)

## Módszertani útmutató

1. **Téma:** Oldáshő (gyakorló óra)

2. **Felhasználás:** 9. évfolyam 45 perces tanóra

3. **Szükséges előzetes ismeretek:**

- Az exoterm és endoterm folyamatok fogalma
- A környezet és a rendszer energiaváltozása exoterm/endoterm folyamatok során
- Az ionvegyületek oldódásának folyamata
- Hidratáció, hidratációhő
- Rácsenergia
- Oldáshő

4. **Célok:**

- Motiváció: a kíváncsiság felkeltése a megismert fizikai-kémiai jelenségek gyakorlati alkalmazhatósága iránt.
- Ismétlés: telített, telítetlen és túltelített oldat fogalma. Endoterm és exoterm folyamatok hatása a környezet és a rendszer energiataralmára.
- A kritikus gondolkodás fejlesztése: a médiában, a reklámokban megjelenő információk összevetése a tudományos ismeretekkel. Áltudományos hírek/információk felismerése.
- A rendszerek dinamikus egyensúlya és metastabil állapota közti különbség felismerése.
- A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
- A logikus gondolkodás gyakorlása és fejlesztése.
- A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében: a természettudományos vizsgálatok adott modellkísérletre vonatkozó elveinek és gyakorlatának utólagos megértése.
- A 3. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében: a természettudományos vizsgálatok adott modellkísérletre vonatkozó elveinek és gyakorlatának előzetes megértése és önálló alkalmazása egy gyakorlati probléma kísérlettervezéssel történő megoldása során.

5. **Tananyag:**

- **Ismeret szint**
  - Telített, telítetlen és túltelített oldat fogalma.
  - A környezet és a rendszer energiaváltozása exoterm és endoterm folyamatok során.
- **Megértés szint:**
  - A túltelített (metastabil állapotú) és a telített oldatok (dinamikus egyensúlyi rendszerek) közti különbség.
  - Az ellentétes irányú folyamatok energiaváltozásai ellentétes előjelűek, de abszolút értékük azonos nagyságú.
  - A rácsenergia és a hidratációhő abszolút értékének viszonya exoterm és endoterm oldódás esetén.
- **Alkalmazás szint:**
  - A tanulóknak a konkrét kísérletek tapasztalatai alapján általánosítani kell tudniuk az exoterm illetve az endoterm folyamatok hatását a környezetre és megállapítani ezek gyakorlati alkalmazhatóságát.
  - A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében az adott modellkísérlet kulcselemeinek utólagos azonosítása.

---

<sup>60</sup>A jelen feladatlap alapjául az alábbi forrás szolgált: Rákóczi Melinda: A természettudományos vizsgálati módszerek elvén alapuló feladatok a kémiaoktatásban (szakdolgozat, ELTE TTK Kémiai Intézet, 2010, letölthető: <http://www.kemtan.mke.org.hu/kemia-szakmodszertan/tanuloi-kiserlettervezes.html>; utolsó megtekintés: 2018.07.23.)



- o A 3. típusú feladatlapot megoldók esetében az adott modellkísérlet tervezésénél a modellezni kívánt jelenség lényegi elemeinek kiemelése.
- **Magasabb rendű műveletek:**
  - o A 2. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében a konkrét példa utólagos magyarázata alapján meg kell érteni, hogyan történik egy modellkísérlet előtt a jelenség lényeges és lényegtelen elemeinek megkülönböztetése, majd annak eredményeként a kísérlet megtervezése.
  - o A 3. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében a konkrét példa kapcsán kapott segítség hatására meg kell érteni, hogyan történik egy modellkísérlet előtt a jelenség lényeges és lényegtelen elemeinek megkülönböztetése, majd az alapján kell a kísérletet megtervezni és elvégezni.

## 6. Módszertani megfontolások:<sup>61</sup>

- A feladatlap az oldódás/kristályosodás energiaváltozását vizsgálja valós használati tárgyak működésének modellezésén keresztül.
- A folyamathőket felhasználó termékeknek csak kis része működik az oldódást/kristályosodást kísérő hőelnyelést, illetve hőfelszabadulást kihasználva.
  - Jelenleg is hozzáférhető, Magyarországon is beszerezhető „pattintós” melegítő párnácska: [https://www.repetareklam.hu/sziv\\_alaku\\_kezmelegito\\_mo7380-05\\_6883](https://www.repetareklam.hu/sziv_alaku_kezmelegito_mo7380-05_6883)
  - Az USA-ban forgalmazott melegítő/hűsítő tasak: [http://www.dynarex.com/resources/SellSheet\\_ProductFamily/SS\\_Instant\\_Hot\\_And\\_Cold\\_Packs.pdf](http://www.dynarex.com/resources/SellSheet_ProductFamily/SS_Instant_Hot_And_Cold_Packs.pdf)
- Fellelhetők még a más fizikai változást kísérő hőelnyelést, illetve hőfelszabadulást felhasználó termékek, mint például a 7-eleven cég önhűtő italos palackja, amely a reális gázok fojtásos állapotváltozását kísérő lehűlés (Joule–Thomson-expanzió) használja ki. A feladatlap kezdő mondatát innen kölcsönöztük. [http://elelmiszer.hu/gazdasag/cikk/onhuto\\_italos\\_dobozok\\_a\\_7\\_elevennel](http://elelmiszer.hu/gazdasag/cikk/onhuto_italos_dobozok_a_7_elevennel)
- Számos termék pedig az exoterm kémiai reakciókat használja ki:
  - A vapor exoterm oxidációját felhasználó melegítő párna: [https://www.decathlon.hu/labmelegito-30-db-id\\_8373956.html](https://www.decathlon.hu/labmelegito-30-db-id_8373956.html)  
<https://www.wired.com/2014/12/whats-inside-hot-hands/>
  - A mészoltást és a fémek vízzel történő exoterm reakcióját felhasználó termékek: [http://www.hotpack.hu/hotpack/hogyan\\_mukodik](http://www.hotpack.hu/hotpack/hogyan_mukodik)  
<http://www.hotpackmeals.co.uk> (angolul)

A fenti termékek működésére érdemes visszatérni a reakcióhő tárgyalásakor.
- A feladatlap –az internetes források miatt – lehetőséget nyújt a forráskritika gyakoroltására. A feladatlapon megfogalmazott (az oltott mész oldódásával és a mészoltással kapcsolatos ) kérdésen túl, amennyiben az idő engedi, kerestethetünk helyesírási és kémiai hibákat a feladatlapon idézett weboldalakon az órán, vagy feladhatjuk ezt házi feladatként is a linkek megosztásával, pl.: [http://elelmiszer.hu/gazdasag/cikk/onhuto\\_italos\\_dobozok\\_a\\_7\\_elevennel](http://elelmiszer.hu/gazdasag/cikk/onhuto_italos_dobozok_a_7_elevennel)  
<http://termoklik.hanex.hu/>  
illetve más, a feladatlapban szereplő termékekkel foglalkozó oldalon is pl.: <http://melegito.hskft.hu/hs/>
- Ezen termékek környezeti hatását tekintve elmondható, hogy az egyszer használatos termékek (akár fizikai, akár kémiai folyamatot használnak fel) nagyobb környezeti terhelést jelentenek, mint a regenerálhatók. Érdemes néhány szót ejteni arról, hogy mikor lehet esetleg indokolt ezeknek a kényelmi termékeknek a használata.
- A megadott három só oldáshőjének vizsgálatához nem szükséges század grammnyi pontossággal kimérni az anyagokat (hiszen nem az oldáshő pontos értékét akarjuk meghatározni, illetve a kísérlet körülményei sem igénylik ezt a pontosságot). A tömegek feladatlapokon szereplő pontosságú megadására az összehasonlíthatóság miatt volt szükség. Hiszen az oldáshő moláris mennyiség, ezt szeretnénk a tanulóiban is tudatosítani, ezért a sókból azonos anyagmennyiségeket használunk.

<sup>61</sup> A jelen fájlban szereplő internetes források utolsó megtekintése 2018.07.22.

- Az óra lezárásához/a következő óra eleji ismétléshez használható a következő videó (nátrium-acetát előállítása és „meleg” jég készítése):  
<https://www.youtube.com/watch?v=pzHiVGeevZE>
- Ha a témakör megelőző óráin, az oldatok összetételével és tulajdonságaival kapcsolatban is tervezünk tanulókísérletet, a túltelített oldat készítését érdemes más sóval pl. nátrium-tioszulfáttal végeztetni: a kísérlet angol nyelvű leírása(i) a következő linkeken érhető(k) el:  
[http://cfsd.chipfalls.k12.wi.us/faculty/slowiatj/LABS/physical\\_science/supersaturat\\_sol\\_LAB.pdf](http://cfsd.chipfalls.k12.wi.us/faculty/slowiatj/LABS/physical_science/supersaturat_sol_LAB.pdf)  
<http://www.chem-toddler.com/solutions-and-solubility/supersaturated-thiosulphate.html>

## 7. Technikai segédlet:

- **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez mindhárom típusú feladatlaphoz:**  
50 cm<sup>3</sup> térfogatú főzőpohár, 3 db sorszámozva 1.-3.  
150 cm<sup>3</sup> térfogatú főzőpohár, 2 db  
20 cm<sup>3</sup> térfogatú folyadék kimérésére alkalmas térfogatomérő eszköz: fecskendő/mérőhenger.<sup>62</sup>  
keverőbot  
hőmérő<sup>63</sup>  
2 db kémcső: az egyikben 5 g kristályos nátrium-acetát, a másikban 3 cm<sup>3</sup> desztillált víz<sup>64</sup>  
kémcsőállvány  
kémcsőfogó  
borszeszégő  
gyufa  
spriccflaska  
óraüveg/üdítő kupak (a beoltáshoz használt nátrium-acetát kristályoknak)  
spatula/kiskanál  
törlőrongy/papírtörlő  
3,03 g KNO<sub>3</sub> (1. főzőpohár)  
1,74 g NaCl (2. főzőpohár)  
3,33 g CaCl<sub>2</sub> (3. főzőpohár)  
5 g CH<sub>3</sub>COONa·3 H<sub>2</sub>O<sup>65</sup>  
néhány kicsi CH<sub>3</sub>COONa·3 H<sub>2</sub>O-kristály  
desztillált víz  
védőszemüveg, gumikesztyű  
táramérleg az előkészítéshez
- **Előkészítés**  
Ideális felszereltség esetén az előkészítéshez mindhárom típusú feladatlapon megoldó csoport számára szükséges anyagok és eszközök a következő fényképeken láthatók:

<sup>62</sup> Miután a kísérlet nem igényel analitikai pontosságot, a szükséges vizet két méréssel is ki lehet mérni, ha nincs megfelelő úrtartalmú térfogatomérő eszköz.

<sup>63</sup> Ha hőmérő nem áll rendelkezésre, a tanulók a főzőpoharak falát kívülről megtapintva állapíthatják meg, hogy az oldódás során bekövetkezett-e érzékelhető hűlés vagy melegedés. Ilyenkor a tapasztalatokat összefoglaló táblázatba szavakat írnak a konkrét adatok helyett.

<sup>64</sup> Forrás: Nadrainé – Varga Imréné: Kémia I. munkafüzet reál érdeklődésű diákok számára Ntk.1996. p.44. vagy:  
<http://harmatv.web.elte.hu/AltKemII/altkem2-4.pdf>

<sup>65</sup> Fontos, hogy kristályvizet nátrium-acetátot használjunk, mert a vízmentes só oldódása erősen exoterm folyamat (-35 kJ/mol).



- **Balesetvédelem**
  - A használt vegyszerek nem veszélyesek, csak arra kell figyelni, hogy a felhasznált anyagokat a tanulók ne kóstolják meg, illetve ne öntsék magukra vagy egymásra.
- **Hulladékkezelés**
  - A keletkező hulladékok veszélytelenek, ezért mosogatóba is kiönthetők.

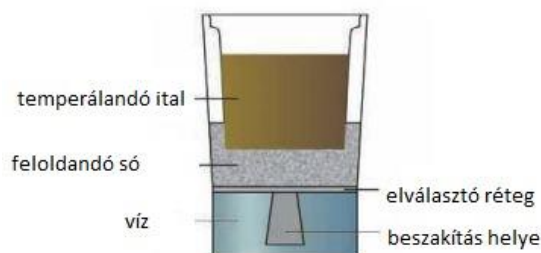
## Forró csoki télen, jeges tea nyáron (1. típus: receptszerű változat)

„Maholnap hűtőtáska alkalmazása nélkül férhetünk bármikor hidegen hozzá a magunkkal hurcolt üdítőkhöz.” olvashatjuk egy internetes oldalon.<sup>66</sup> Máshol ezt reklámozzák: „TermoKlik: Önmaga fejleszti a meleget, több ezerszer regenerálható és újra használható. Nincs szüksége áramra vagy bármilyen külső energiaforrásra.”<sup>67</sup> Napjainkban egyre több olyan kényelmi termékkel találkozhatunk a webáruházakban és az üzletek polcain, amelyek valamely **fizikai/kémiai változást** kísérő **hőelvonó (endoterm)** vagy **hőtermelő (exoterm)** folyamatot használnak hűtésre vagy melegítésre. Ilyen termékek működését vizsgáljuk meg ennek a feladatlapnak a segítségével. (Mint sok más, interneten található szövegben, az idézetekben kémiai és nyelvtani hiba is van.)

**A feladatlap kitöltése során húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

### 1. Kísérlet: Forró csoki vagy jeges tea

Vannak olyan termékek, amelyek az oldódást kísérő hőleadást/hőfelvételt használják ki a kívánt hőmérséklet elérésére. A mellékelt ábrán egy ilyen egyszerű önmelegítő vagy önhűtő italos pohár rajza látható. A pohár alját alulról benyomva a túske átszakítja az elválasztó réteget, és a só a vízbe hullik. Ha a só oldódása **hőfelszabadulással** jár, akkor **felmelegíti** a fölötte lévő italt. **Pozitív előjelű oldáshő** esetén hőelnyelés, azaz **hűtés** történik.



Ezzel a **kísérlettel** a fenti termék működését **modellezzük**. Azt szeretnénk eldönteni, hogy milyen sót alkalmazhatunk a csokiital melegítésére, illetve a tea hűtésére. Ezért a feliratozott főzőpoharakban az alábbi sókból azonos anyagmennyiséget (0,03 mol-t) találtak: kálium-nitrát, nátrium-klorid, kalcium-klorid. Mérjétek meg a nagy főzőpohárban lévő víz hőmérsékletét, és írjátok be a táblázatba! Utána adjatok minden sóhoz 20 cm<sup>3</sup> desztillált vizet. Kevergessétek a főzőpoharak tartalmát a sók feloldódásáig. Akkor mérjétek meg a keletkezett oldatok hőmérsékletét, és írjátok be azokat is a táblázatba. Mekkora tömegű sót tartalmaznak az egyes főzőpoharak? Számításokat eredményét is írjátok be a táblázatba!

### Számítások, tapasztalatok és magyarázatok:

| A só képlete | M (g/mol) | Tömeg (g) | A víz hőmérséklete (°C) | Az oldat hőmérséklete (°C) | Magyarázat   |
|--------------|-----------|-----------|-------------------------|----------------------------|--|
|              |           |           |                         |                            | A kálium-nitrát oldódása <b>exoterm/endoterm</b> folyamat  |
|              |           |           |                         |                            | A nátrium-klorid oldódása <b>exoterm/endoterm</b> folyamat |
|              |           |           |                         |                            | A kalcium-klorid oldódása <b>exoterm/endoterm</b> folyamat |

**Következtetések:** Önmelegítő italos pohár készítésére a.....alkalmas, mert oldódása..... folyamat, a rendszer a környezetét..... . Önhűtő italos pohár készítésére a ..... alkalmas, mert oldódása..... folyamat, a rendszer a környezetét..... .

Hasonlítsátok össze mindhárom só esetében a rácsenergia és a hidratációhő **abszolút értékét!** Használjatok relációjeleket (=, <, >, ≈)! A kálium-nitrát: [rácsenergia] ..... [hidratációhő].

A nátrium-klorid: [rácsenergia] ..... [hidratációhő]. A kalcium-klorid: [rácsenergia] .....[hidratációhő].

### 2. Kísérlet: Hogyan működik a "melegítő sópárna"?

<sup>66</sup>[http://elelmiszer.hu/gazdasag/cikk/onhuto\\_italos\\_dobozok\\_a\\_7\\_elevennel](http://elelmiszer.hu/gazdasag/cikk/onhuto_italos_dobozok_a_7_elevennel)

<sup>67</sup><http://termoklik.hanex.hu/>

A különféle önhűtő és önmelegítő termékeket reklámozó weboldalakon téves információk is találhatóak. Például egy önmelegítő bébitápszerről ezt olvashatjuk: „Az üveg alsó részében lévő kalcium-hidroxid vízzel történő termikus reakciója folytán a benne lévő folyadék felmelegedik és 20 percig képes tartani a hőmérsékletét.” Tanultatok arról, hogy a mészsoltás valóban hőfelszabadulással jár (bár ezt nem „termikus reakciónak”, hanem „**exoterm**” reakciónak nevezzük). Azonban bizonyára emlékeztek rá, hogy a kalcium-hidroxid már maga az oltott mész. Így a termék működésének leírása téves. Írjátok föl az égetett mész kémiai nevét és a mészsoltás egyenletét!

.....  
Egy másik weboldalon ez szerepel: „A Melegítő Só Párna egy olyan termékcsalád része, amely egy különleges fizikai jelenség felhasználásával lehetővé teszi, hogy bármikor kellemes meleget varázsoljunk számunkra különböző felhasználási területen. A Só Párna nem mérgező nátrium-acetátot tartalmaz, egy sós oldatot, amely nem egészen pár másodperc alatt 54 °C -ig meleget hozhat létre amikor folyékony állapotból szilárd állapotba változik.” A helyesírási hibák és a pontatlan megfogalmazás alapján fölmerülhet bennünk a gyanú, hogy valamilyen áltudományos csalásról van szó, és a termék valójában nem is működik. Az alábbi kísérletben azt vizsgáljuk meg, hogy mi az igazság.

**A kísérlet leírása:** Az egyik kémcsőben kristályvizet nátrium-acetát, a másikban desztillált víz van. Öntsétek a vizet a nátrium-acetáthoz. Óvatosan rázogassátok a kémcsövet, és kívülről, tapintással állapítsátok meg, hogy az oldódás során melegszik vagy hűl! Borszeszegő lángjánál melegítsétek a kémcső tartalmát az összes só feloldódásáig! Majd óvatosan helyezétek a kémcsövet szobahőmérsékletű vízzel teli főzőpohárba! Fontos, hogy a hűtés során ne mozgassátok a kémcsövet. Néhány perc várakozás után emeljétek ki a kémcsövet a vízből, töröljétek szárazra, majd ejtsetek bele egy nátrium-acetát-kristályt! Milyen változást tapasztaltok? Hogyan változik a kémcső hőmérséklete eközben? (Kívülről fogjátok meg a kémcsövet ennek megállapításához!)

**Tapasztalatok:** Az **oldódás közben** a kémcső fala **felmelegszik/lehűl**, tehát a nátrium-acetát oldódása **exoterm/endoterm** folyamat. Milyen változást tapasztaltok a lehűtött oldatban a nátrium-acetát-kristály

bejuttatása után? A kémcsőben.....indult meg, .....rendszer keletkezett, miközben a kémcső fala **lehűlt/felmelegedett/a kémcső falának a hőmérséklete nem változott**.

**Magyarázat:** Megállapítható-e, hogy milyen a kémcsőben található oldat összetétele **melegítés előtt**?

**Nem**, mert .....

**Igen**, az oldat **telített/telítetlen/túltelített**, mert.....

Megállapítható-e, hogy milyen volt az oldat összetétele a lehűtés után, a szilárd kristály behelyezése előtt?

**Nem**, mert .....

**Igen**, az oldat **telített/telítetlen/túltelített**, mert.....

**Következtetés:** A melegítő sópárna működőképességének lehetőségét **sikerült/nem sikerült** igazolnunk, mert a kémcsőben zajló **oldódást/kristályosodást lehűlés/felmelegedés** kísérte.

A melegítő sópárnák belsejében valószínűleg **telítetlen/telített/túltelített** nátrium-acetát-oldat van. A kristályosodása **endoterm/exoterm** folyamat, mely során hő **szabadul fel/nyelődik el**.

**Házi feladat:** A sópárnáról ez is olvasható a neten: „*Használat után egyszerűen, gyorsan regenerálható.*” Hogyan lehet regenerálni (azaz újra működőképessé tenni) a sópárnát? Miért? **Fizikai** vagy **kémiai** folyamat történik? Valóban nincs szükség külső energiaforrásra?

.....  
Vajon a csak **fizikai** vagy a **kémiai** folyamatok alapján működő termékek okoznak nagyobb **környezetterhelést**? Miért?

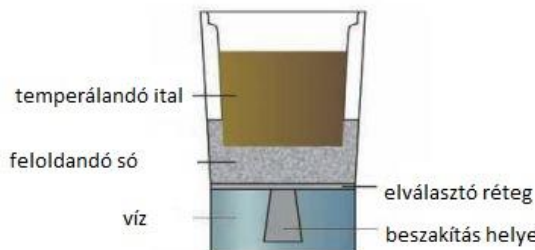
**Forró csoki télen, jeges tea nyáron (2. típus: receptszerű változat + kísérlettervezés elmélete)**

„Maholnap hűtőtáska alkalmazása nélkül férhetünk bármikor hidegen hozzá a magunkkal hurcolt üdítőkhöz.” olvashatjuk egy internetes oldalon.<sup>68</sup> Máshol ezt reklámozzák: „TermoKlik: Önmaga fejleszti a meleget, több ezerszer regenerálható és újra használható. Nincs szüksége áramra vagy bármilyen külső energiaforrásra.”<sup>69</sup> Napjainkban egyre több olyan kényelmi termékkel találkozhatunk a webáruházakban és az üzletek polcain, amelyek valamely **fizikai/kémiai változást** kísérő **hőelvonó (endoterm)** vagy **hőtermelő (exoterm)** folyamatot használnak hűtésre vagy melegítésre. Ilyen termékek működését vizsgáljuk meg ennek a feladatlapnak a segítségével. (Mint sok más, interneten található szövegben, az idézetekben kémiai és nyelvtani hiba is van.)

**A feladatlap kitöltése során húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

**1. Kísérlet: Forró csoki vagy jeges tea**

Vannak olyan termékek, amelyek az oldódást kísérő hőleadást/hőfelvételt használják ki a kívánt hőmérséklet elérésére. A mellékelt ábrán egy ilyen egyszerű önmelegítő vagy önhűtő italos pohár rajza látható. A pohár alját alulról benyomva a túske átszakítja az elválasztó réteget, és a só a vízbe hullik. Ha a só oldódása **hőfelszabadulással** jár, akkor **felmelegíti** a fölötte lévő italt. **Pozitív előjelű oldáshő** esetén hőelnyelés, azaz **hűtés** történik.



Ezzel a **kísérlettel** a fenti termék működését **modellezzük**. Azt szeretnénk eldönteni, hogy milyen sót alkalmazhatunk a csokiital melegítésére, illetve a tea hűtésére. Ezért a feliratozott főzőpoharakban az alábbi sókból azonos anyagmennyiséget (0,03 mol-t) találtak: kálium-nitrát, nátrium-klorid, kalcium-klorid. Mérjétek meg a nagy főzőpohárban lévő víz hőmérsékletét, és írjátok be a táblázatba! Utána adjatok minden sóhoz 20 cm<sup>3</sup> desztillált vizet. Kevergessétek a főzőpoharak tartalmát a sók feloldódásáig. Akkor mérjétek meg a keletkezett oldatok hőmérsékletét, és írjátok be azokat is a táblázatba. Mekkora tömegű sót tartalmaznak az egyes főzőpoharak? Számításokat eredményét is írjátok be a táblázatba!

**Számítások, tapasztalatok és magyarázatok:**

| A só képlete | M (g/mol) | Tömeg (g) | A víz hőmérséklete (°C) | Az oldat hőmérséklete (°C) | Magyarázat   |
|--------------|-----------|-----------|-------------------------|----------------------------|--|
|              |           |           |                         |                            | A kálium-nitrát oldódása <b>exoterm/endoterm</b> folyamat  |
|              |           |           |                         |                            | A nátrium-klorid oldódása <b>exoterm/endoterm</b> folyamat |
|              |           |           |                         |                            | A kalcium-klorid oldódása <b>exoterm/endoterm</b> folyamat |

**Következtetések:** Önmelegítő italos pohár készítésére a.....alkalmas, mert oldódása..... folyamat, a rendszer a környezetét..... . Önhűtő italos pohár készítésére a ..... alkalmas, mert oldódása..... folyamat, a rendszer a környezetét..... .

Hasonlítsátok össze mindhárom só esetében a rácsenergia és a hidratációhő **abszolút értékét!** Használjatok relációjeleket (=, <, >, ≈)! A kálium-nitrát: [rácsenergia] ..... [hidratációhő].

A nátrium-klorid: [rácsenergia] ..... [hidratációhő]. A kalcium-klorid: [rácsenergia] .....[hidratációhő].

**2. Kísérlet: Hogyan működik a "melegítő sópárna"?**

A különféle önhűtő és önmelegítő termékeket reklámozó weboldalakon téves információk is találhatóak. Például egy önmelegítő bébitápszerről ezt olvashatjuk: „Az üveg alsó részében lévő kalcium-hidroxid vízzel történő termikus reakciója folytán a benne lévő folyadék felmelegedik és 20 percig képes tartani a hőmérsékletét.”

<sup>68</sup>[http://elelmiszer.hu/gazdasag/cikk/onhuto\\_italos\\_dobozok\\_a\\_7\\_elevessel](http://elelmiszer.hu/gazdasag/cikk/onhuto_italos_dobozok_a_7_elevessel)

<sup>69</sup><http://termoklik.hanex.hu/>

Tanultatok arról, hogy a mészsoltás valóban hőfelszabadulással jár (bár ezt nem „termikus reakciónak”, hanem „**exoterm**” reakciónak nevezzük). Azonban bizonyára emlékeztek rá, hogy a kalcium-hidroxid már maga az oltott mész. Így a termék működésének leírása téves. Írjátok föl az égetett mész kémiai nevét és a mészsoltás egyenletét!

.....  
Egy másik weboldalon ez szerepel: „A Melegítő Só Párna egy olyan termékcsalád része, amely egy különleges fizikai jelenség felhasználásával lehetővé teszi, hogy bármikor kellemes meleget varázsoljunk számunkra különböző felhasználási területen. A Só Párna nem mérgező nátrium-acetátot tartalmaz, egy sós oldatot, amely nem egészen pár másodperc alatt 54 °C -ig meleget hozhat létre amikor folyékony állapotból szilárd állapotba változik.” A helyesírási hibák és a pontatlan megfogalmazás alapján fölmerülhet bennünk a gyanú, hogy valamilyen áltudományos csalásról van szó, és a termék valójában nem is működik. Az alábbi kísérletben azt vizsgáljuk meg, hogy mi az igazság.

**A kísérlet leírása:** Az egyik kémcsőben kristályvizet nátrium-acetát, a másikban desztillált víz van. Öntsétek a vizet a nátrium-acetáthoz. Óvatosan rázogassátok a kémcsövet, és kívülről, tapintással állapítsátok meg, hogy az oldódás során melegszik vagy hűl! Borszeszegő lángjánál melegítsétek a kémcső tartalmát az összes só feloldódásáig! Majd óvatosan helyezétek a kémcsövet szobahőmérsékletű vízzel teli főzőpohárba! Fontos, hogy a hűtés során ne mozgassátok a kémcsövet. Néhány perc várakozás után emeljétek ki a kémcsövet a vízből, töröljétek szárazra, majd ejtsetek bele egy nátrium-acetát-kristályt! Milyen változást tapasztaltok? Hogyan változik a kémcső hőmérséklete eközben? (Kívülről fogjátok meg a kémcsövet ennek megállapításához!)

**Tapasztalatok:** Az **oldódás közben** a kémcső fala **felmelegszik/lehűl**, tehát a nátrium-acetát oldódása **exoterm/endoterm** folyamat. Milyen változást tapasztaltok a lehűtött oldatban a nátrium-acetát-kristály

bejuttatása után? A kémcsőben.....indult meg, .....rendszer keletkezett, miközben a kémcső fala **lehűlt/felmelegedett/a kémcső falának a hőmérséklete nem változott**.

**Magyarázat:** Megállapítható-e, hogy milyen a kémcsőben található oldat összetétele **melegítés előtt?**

**Nem**, mert .....

**Igen**, az oldat **telített/telítetlen/túltelített**, mert.....

Megállapítható-e, hogy milyen volt az oldat összetétele a lehűtés után, a szilárd kristály behelyezése előtt?

**Nem**, mert .....

**Igen**, az oldat **telített/telítetlen/túltelített**, mert.....

**Következtetés:** A melegítő sópárna működőképességének lehetőségét **sikerült/nem sikerült** igazolnunk, mert a kémcsőben zajló **oldódást/kristályosodást lehűlés/felmelegedés** kísérte.

A melegítő sópárnák belsejében valószínűleg **telítetlen/telített/túltelített** nátrium-acetát-oldat van. A kristályosodása **endoterm/exoterm** folyamat, mely során hő **szabadul fel/nyelődik el**.

Azt a **problémafőlvető kérdést**, hogy valóban működhet-e a sópárna, egy **modellkísérlet** segítségével tudtuk megválaszolni. Ehhez el kellett döntenünk, hogy mi lehet a sópárna működésének a **lényege**, mert azt kellett a kísérlettel **modellezni**. A leírásból arra következtethettünk, hogy amikor a nátrium-acetát-oldatból kristálykiválás történik, akkor hő szabadul fel. Ezért azt kellett igazolnunk, hogy a nátrium-acetát-kristályok kiválása exoterm folyamat. (Az **lényegtelen**, hogy ez műanyag tasakban vagy kémcsőben történik-e.) Ehhez előbb olyan oldatot kellett készítenünk, ami szobahőmérsékleten túltelített. Mivel nem állt rendelkezésre a kristálykiválás elindító, a kristálygócot helyettesítő „pattintós” („klikkelős”) fémszerkezet, ennek hatását egy kristályka nátrium-acetát oldatba dobásával **modelleztük**. Sikerült előidézni a túltelített oldatból a kristálykiválást, és ennek során valóban fölmelegedett a kémcső tartalma. Így a **modellkísérlet eredményéből** arra **következtethettünk**, hogy a termék működőképességét sikerült **igazolni**.

**Házi feladat:** A sópárnáról ez is olvasható a neten: „Használat után egyszerűen, gyorsan regenerálható.” Hogyan lehet regenerálni (azaz újra működőképessé tenni) a sópárnát? Miért? **Fizikai** vagy **kémiai** folyamat történik? Valóban nincs szükség külső energiaforrásra?

.....  
Vajon a csak **fizikai** vagy a **kémiai** folyamatok alapján működő termékek okoznak nagyobb **környezetterhelést**? Miért?  
.....

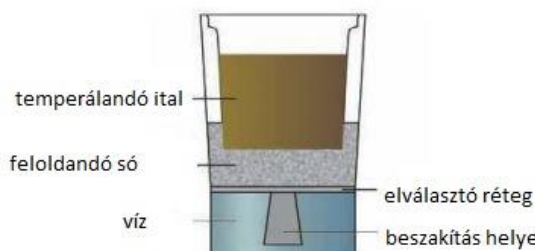
### Forró csoki télen, jeges tea nyáron (3. típus: kísérlettervező változat)

„Maholnap hűtőtáska alkalmazása nélkül férhetünk bármikor hidegen hozzá a magunkkal hurcolt üdítőkhöz.” olvashatjuk egy internetes oldalon.<sup>70</sup> Máshol ezt reklámozzák: „TermoKlik: Önmaga fejleszti a meleget, több ezerszer regenerálható és újra használható. Nincs szüksége áramra vagy bármilyen külső energiaforrásra.”<sup>71</sup> Napjainkban egyre több olyan kényelmi termékkel találkozhatunk a webáruházakban és az üzletek polcain, amelyek valamely **fizikai/kémiai változást** kísérő **hőelvonó (endoterm)** vagy **hőtermelő (exoterm)** folyamatot használnak hűtésre vagy melegítésre. Ilyen termékek működését vizsgáljuk meg ennek a feladatlapnak a segítségével. (Mint sok más, interneten található szövegben, az idézetekben kémiai és nyelvtani hiba is van.)

**A feladatlap kitöltése során húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

#### 1. Kísérlet: Forró csoki vagy jeges tea

Vannak olyan termékek, amelyek az oldódást kísérő hőleadást/hőfelvételt használják ki a kívánt hőmérséklet elérésére. A mellékelt ábrán egy ilyen egyszerű önmelegítő vagy önhűtő italos pohár rajza látható. A pohár alját alulról benyomva a túske átszakítja az elválasztó réteget, és a só a vízbe hullik. Ha a só oldódása **hőfelszabadulással** jár, akkor **felmelegíti** a fölötté lévő italt. **Pozitív előjelű oldáshő** esetén hőelnyelés, azaz **hűtés** történik.



Ezzel a **kísérlettel** a fenti termék működését **modellezzük**. Azt szeretnénk eldönteni, hogy milyen sót alkalmazhatunk a csokiital melegítésére, illetve a tea hűtésére. Ezért a feliratozott főzőpoharakban az alábbi sókból azonos anyagmennyiséget (0,03 mol-t) találtak: kálium-nitrát, nátrium-klorid, kalcium-klorid. Mérjétek meg a nagy főzőpohárban lévő víz hőmérsékletét, és írjátok be a táblázatba! Utána adjatok minden sóhoz 20 cm<sup>3</sup> desztillált vizet. Kevergessétek a főzőpoharak tartalmát a sók feloldódásáig. Akkor mérjétek meg a keletkezett oldatok hőmérsékletét, és írjátok be azokat is a táblázatba. Mekkora tömegű sót tartalmaznak az egyes főzőpoharak? Számításokat eredményét is írjátok be a táblázatba!

#### Számítások, tapasztalatok és magyarázatok:

| A só képlete | M(g/mol) | Tömeg (g) | A víz hőmérséklete (°C) | Az oldat hőmérséklete (°C) | Magyarázat   |
|--------------|----------|-----------|-------------------------|----------------------------|--|
|              |          |           |                         |                            | A kálium-nitrát oldódása <b>exoterm/endoterm</b> folyamat  |
|              |          |           |                         |                            | A nátrium-klorid oldódása <b>exoterm/endoterm</b> folyamat |
|              |          |           |                         |                            | A kalcium-klorid oldódása <b>exoterm/endoterm</b> folyamat |

**Következtetések:** Önmelegítő italos pohár készítésére a.....alkalmas, mert oldódása..... folyamat, a rendszer a környezetét..... . Önhűtő italos pohár készítésére a ..... alkalmas, mert oldódása..... folyamat, a rendszer a környezetét..... .

Hasonlítsátok össze mindhárom só esetében a rácsenergia és a hidratációhő **abszolút értékét!** Használjatok relációjeleket (=, <, >, ≈)! A kálium-nitrát: [rácsenergia] ..... [hidratációhő].

A nátrium-klorid: [rácsenergia] ..... [hidratációhő]. A kalcium-klorid: [rácsenergia] .....[hidratációhő].

#### 2. Kísérlet: Hogyan működik a "melegítő sópárna"?

A különféle önhűtő és önmelegítő termékeket reklámozó weboldalakon téves információk is találhatóak. Például egy önmelegítő bébitápszerről ezt olvashatjuk: „Az üveg alsó részében lévő kalcium-hidroxid vízzel történő termikus reakciója folytán a benne lévő folyadék felmelegedik és 20 percig képes tartani a hőmérsékletét.” Tanuljatok arról, hogy a mészoltás valóban hőfelszabadulással jár (bár ezt nem „termikus reakciónak”, hanem

<sup>70</sup>[http://elelmiszer.hu/gazdasag/cikk/onhuto\\_italos\\_dobozok\\_a\\_7\\_elevessel](http://elelmiszer.hu/gazdasag/cikk/onhuto_italos_dobozok_a_7_elevessel)

<sup>71</sup><http://termoklik.hanex.hu/>



„**exoterm**” reakciónak nevezzük). Azonban bizonyára emlékeztek rá, hogy a kalcium-hidroxid már maga az oltott mész. Így a termék működésének leírása téves. Írjátok föl az égetett mész kémiai nevét és a mészoltás egyenletét!

.....  
Egy másik weboldalon ez szerepel: „A Melegítő Só Párna egy olyan termékcsalád része, amely egy különleges fizikai jelenség felhasználásával lehetővé teszi, hogy bármikor kellemes meleget varázsoljunk számunkra különböző felhasználási területen. A Só Párna nem mérgező nátrium-acetátot tartalmaz, egy sós oldatot, amely nem egészen pár másodperc alatt 54 °C -ig meleget hozhat létre amikor folyékony állapotból szilárd állapotba változik.” A helyesírási hibák és a pontatlan megfogalmazás alapján fölmerülhet bennünk a gyanú, hogy valamilyen áltudományos csalásról van szó, és a termék valójában nem is működik. Az alábbi kísérletben azt vizsgáljuk meg, hogy mi az igazság.

Azt a **problémafölvető kérdést**, hogy valóban működhet-e a sópárna, egy **modellkísérlet** segítségével tudjuk megválaszolni. Ehhez el kell dönteni, hogy mi lehet a sópárna működésének a **lényege**, mert azt kell a **kísérlettel modellezni**. Mi lehet a leírás alapján ez a lényeg?

.....  
Mit kellene tehát **igazolni** a modellkísérletnek?.....

.....  
Milyen oldatot kell ehhez előbb készíteni? .....

Miért?.....

.....  
Nem áll rendelkezésre a kristálykiváláshoz szükséges „pattintós” („klikkelős”) fémszerkezet. Mivel lehetne a kristályosodást elindítani (az eszköz működését **modellezni**)?

.....  
Írjatok példát olyan körülményre is, ami a működés szempontjából **lényegtelen**, ezért nem baj, ha a modellkísérlet ebben különbözik a valódi sópárnától!

.....  
Ha sikerül előidézni a sópárnában zajló folyamatot, és annak során valóban fölmelegedést tapasztaltok, akkor a **modellkísérlet eredményéből következtethettek** arra, hogy a termék működőképességét sikerült **igazolni**.

A kísérlethez rendelkezésre álló anyagok és eszközök: két külön kémcsőben a szükséges mennyiségű kristályos nátrium-acetát és desztillált víz; borszeszegő, kémcsőfogó, nagy főzőpohárban szobahőmérsékletű csapvíz és óraüvegen kristályos nátrium-acetát. Tervezzetek **kísérletet** a melegítő sópárna működésének **modellezésére**!

**A kísérlet terve:** .....

.....  
**Tapasztalatok:**.....

**Magyarázat:**.....

**Következtetés:** A melegítő sópárna működőképességének lehetőségét **sikerült/nem sikerült** igazolnunk, mert a kémcsőben zajló **oldódást/kristályosodást lehűlés/felmelegedés** kísérte. A melegítő sópárnák belsejében valószínűleg **telítetlen/telített/túltelített** nátrium-acetát-oldat van. A kristályosodása **endoterm/exoterm** folyamat, mely során hó **szabadul fel/nyelődik el**.

**Házi feladat:** A sópárnáról ez is olvasható a neten: „*Használat után egyszerűen, gyorsan regenerálható.*” Hogyan lehet regenerálni (azaz újra működőképessé tenni) a sópárnát? Miért? **Fizikai** vagy **kémiai** folyamat történik? Valóban nincs szükség külső energiaforrásra?

.....  
Vajon a csak **fizikai** vagy a **kémiai** folyamatok alapján működő termékek okoznak nagyobb **környezetterhelést**?

Miért?.....

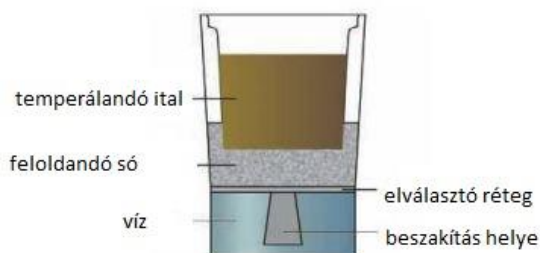
### Forró csoki télen, jeges tea nyáron (tanári változat)

„Maholnap hűtőtáska alkalmazása nélkül férhetünk bármikor hidegen hozzá a magunkkal hurcolt üdítőkhöz.” olvashatjuk egy internetes oldalon.<sup>72</sup> Máshol ezt reklámozzák: „TermoKlik: Önmaga fejleszti a meleget, több ezerszer regenerálható és újra használható. Nincs szüksége áramra vagy bármilyen külső energiaforrásra.”<sup>73</sup> Napjainkban egyre több olyan kényelmi termékkel találkozhatunk a webáruházakban és az üzletek polcain, amelyek valamely **fizikai/kémiai változást** kísérő **hőelvonó (endoterm)** vagy **hőtermelő (exoterm)** folyamatot használnak hűtésre vagy melegítésre. Ilyen termékek működését vizsgáljuk meg ennek a feladatlapnak a segítségével. (Mint sok más, interneten található szövegben, az idézetekben kémiai és nyelvtani hiba is van.)

A feladatlap kitöltése során húzzatok alá vagy keretezzétek be a helyes vagy ~~húzzatok át~~ a hibás szövegrészt.

#### 1. Kísérlet: Forró csoki vagy jeges tea

Vannak olyan termékek, amelyek az oldódást kísérő hőleadást/hőfelvételt használják ki a kívánt hőmérséklet elérésére. A mellékelt ábrán egy ilyen egyszerű önmelegítő vagy önhűtő italos pohár rajza látható. A pohár alját alulról benyomva a túske átszakítja az elválasztó réteget, és a só a vízbe hullik. Ha a só oldódása **hőfelszabadulással** jár, akkor **felmelegíti** a fölötte lévő italt. **Pozitív előjelű oldáshő** esetén hőelnyelés, azaz **hűtés** történik.



<sup>72</sup>[http://elelmiszer.hu/gazdasag/cikk/onhuto\\_italos\\_dobozok\\_a\\_7\\_elevennel](http://elelmiszer.hu/gazdasag/cikk/onhuto_italos_dobozok_a_7_elevennel)

<sup>73</sup><http://termoklik.hanex.hu/>

Ezzel a **kísérlettel** a fenti termék működését **modellezzük**. Azt szeretnénk eldönteni, hogy milyen sót alkalmazhatunk a csokiital melegítésére, illetve a tea hűtésére. Ezért a feliratozott főzőpoharakban az alábbi sókból azonos anyagmennyiséget (0,03 mol-t) találtak: kálium-nitrát, nátrium-klorid, kalcium-klorid.

Mérjétek meg a nagy főzőpohárban lévő víz hőmérsékletét, és írjátok be a táblázatba! Utána adjatok minden sóhoz 20 cm<sup>3</sup> desztillált vizet. Kevergessétek a főzőpoharak tartalmát a sók feloldódásáig. Akkor mérjétek meg a keletkezett oldatok hőmérsékletét, és írjátok be azokat is a táblázatba. Mekkora tömegű sót tartalmaznak az egyes főzőpoharak? Számításokat eredményét is írjátok be a táblázatba!

#### Számítások, tapasztalatok és magyarázatok:

| A só képlete                   | M (g/mol)          | Tömeg (g)          | A víz hőmérséklete (°C) <sup>74</sup> | Az oldat hőmérséklete (°C) <sup>75</sup> | Magyarázat  |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|--|---|
| <b><u>KNO<sub>3</sub></u></b>  | <b><u>101</u></b>  | <b><u>3,03</u></b> | <b><u>26,0</u></b>                    | <b><u>18,0</u></b>                       | A kálium-nitrát oldódása <b><u>exoterm/endoterm</u></b> folyamat  |
| <b><u>NaCl</u></b>             | <b><u>58,5</u></b> | <b><u>1,75</u></b> |                                       | <b><u>25,5</u></b>                       | A nátrium-klorid oldódása <b><u>exoterm/endoterm</u></b> folyamat |
| <b><u>CaCl<sub>2</sub></u></b> | <b><u>111</u></b>  | <b><u>3,33</u></b> |                                       | <b><u>33,0</u></b>                       | A kalcium-klorid oldódása <b><u>exoterm/endoterm</u></b> folyamat |

**Következtetések:** Önmelegítő italos pohár készítésére a **kalcium-klorid** alkalmas, mert oldódása **erősen exoterm** folyamat, a rendszer a környezetét **felmelegíti**. Önhűtő italos pohár készítésére a **kálium-nitrát**

alkalmas, mert oldódása **erősen endoterm** folyamat, a rendszer a környezetét **lehűti**.

Hasonlítsátok össze mindhárom só esetében a rácsenergia és a hidratációhő **abszolút értékét!** Használjatok

relációjeleket(=,<,>,>=)! A kálium-nitrát:[rácsenergia] > [hidratációhő]. A nátrium-klorid:

[rácsenergia] ≈ [hidratációhő]. A kalcium-klorid:[rácsenergia] < [hidratációhő].

#### Megjegyzések:

- A hőmérséklet mérésére 0,5°C pontosságú hőmérőt a legjobb alkalmazni, mert így a konyhasó oldódása során tapasztalható hőmérséklet-változás is mérhető.
- A nátrium-klorid esetében meg kell beszélni a tanulókkal, hogy az oldódása olyan kis mértékben endoterm (oldáshője +4 kJ/mol), hogy az nem teszi alkalmassá ilyen termék készítésére. (Mivel ez egy gyakorló óra, azt a tényt, hogy az oldáshő mértékegysége J/mol, ill. kJ/mol, itt csak alkalmazni kell.)
- Ha nem áll rendelkezésre (elegendő) hőmérő, akkor a tanulók a főzőpoharakat kívülről a kezükkel megfogva állapíthatják meg, hogy az oldódás közben tapasztalnak-e észlelhető melegedést vagy lehűlést. Ilyenkor a tanulók csak a tapasztalatoknak megfelelő szavakat írják be a táblázatba a konkrét adatok helyett.
- Előfordulhat, hogy a tanulók ellentmondást fedeznek fel az exoterm/endoterm folyamat definíciója és a kísérlet tapasztalatai között. Hiszen ha az oldatot definiáljuk rendszerként, és a kémcsövet a környezet részeként, a tapasztaltakkal ellentétes hőmérséklet-változásnak kellene bekövetkeznie. Meg kell beszélni a diákokkal azt is, hogy mivel a rendszer nem elszigetelt, így környezete és a rendszer között anyag- és energiaátadás is lehetséges. A felmelegedő/lehűlő kémcső annak tartalmát is felmelegíti/lehűti.
- Szakkörön megemlíthető, hogy a folyamatok során felszabaduló vagy elnyelődő hő mérésére szolgáló eszköz a kaloriméter.

## 2. Kísérlet: Hogyan működik a "melegítő sópárna"?

A különféle önhűtő és önmelegítő termékeket reklámozó weboldalakon téves információk is találhatóak. Például egy önmelegítő bébitápszerről ezt olvashatjuk: „Az üveg alsó részében lévő kalcium-hidroxid vízzel történő termikus reakciója folytán a benne lévő folyadék felmelegedik és 20 percig képes tartani a hőmérsékletét.” Tanultatok arról, hogy a mészsó valóban hőfelszabadulással jár (bár ezt nem „termikus reakciónak”, hanem

<sup>74</sup> A kipróbálás során mért érték

<sup>75</sup> A kipróbálás során mért értékek

„**exoterm**” reakciónak nevezzük). Azonban bizonyára emlékeztek rá, hogy a kalcium-hidroxid már maga az oltott mész. Így a termék működésének leírása téves. Írjátok föl az égetett mész kémiai nevét és a mészoltás egyenletét!

**Válasz: kalcium-oxid (CaO),  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$**

Egy másik weboldalon ez szerepel: „A Melegítő Só Párna egy olyan termékcsalád része, amely egy különleges fizikai jelenség felhasználásával lehetővé teszi, hogy bármikor kellemes meleget varázsoljunk számunkra különböző felhasználási területen. A Só Párna nem mérgező nátrium-acetátot tartalmaz, egy sós oldatot, amely nem egészen pár másodperc alatt 54 °C -ig meleget hozhat létre amikor folyékony állapotból szilárd állapotba változik.” A helyesírási hibák és a pontatlan megfogalmazás alapján fölmerülhet bennünk a gyanú, hogy valamilyen áltudományos csalásról van szó, és a termék valójában nem is működik. Az alábbi kísérletben azt vizsgáljuk meg, hogy mi az igazság.

**A kísérlet leírása:** Az egyik kémcsőben kristályvizet tartalmazó nátrium-acetátot, a másikban desztillált vizet. Öntsétek a vizet a nátrium-acetáthoz. Óvatosan rázogassátok a kémcsövet, és kívülről, tapintással állapítsátok meg, hogy az oldódás során melegszik vagy hűl! Borszeszégő lángjánál melegítsétek a kémcső tartalmát az összes só feloldódásáig! Majd óvatosan helyezétek a kémcsövet szobahőmérsékletű vízzel teli főzőpohárba! Fontos, hogy a hűtés során ne mozgassátok a kémcsövet. Néhány perc várakozás után emeljétek ki a kémcsövet a vízből, töröljétek szárazra, majd ejtsetek bele egy nátrium-acetát-kristályt! Milyen változást tapasztaltok? Hogyan változik a kémcső hőmérséklete eközben? (Kívülről fogjátok meg a kémcsövet ennek megállapításához!)

**Megjegyzés:** A kísérlet végeredményét (a kristályvíz-tartalmú szilárd nátrium-acetát-kristállyal történt beoltás után keletkező kétfázisú rendszert) a következő fénykép mutatja:



**Tapasztalatok:** Az **oldódás közben** a kémcső fala **felmelegszik/lehűl**, tehát a nátrium-acetát oldódása **exoterm/endoterm** folyamat<sup>76</sup>. Milyen változást tapasztaltok a lehűtött oldatban a nátrium-acetát-kristály

bejuttatása után? A kémcsőben **kristályosodás** indult meg, **kétfázisú rendszer/szilárd anyag is** keletkezett, miközben a kémcső fala **lehűlt/felmelegedett/a kémcső falának a hőmérséklete nem változott**.

**Magyarázat:** Megállapítható-e, hogy milyen a kémcsőben található oldat összetétele **melegítés előtt**?

Nem, mert :-

**Igen**, az oldat **telített/telítetlen/túltelített**, mert **a kémcsőben szilárd fázis is jelen van az oldat mellett, ezért az adott hőmérsékleten az oldat biztosan telített**.

Megállapítható-e, hogy milyen volt az oldat összetétele a lehűtés után, a szilárd kristály behelyezése előtt?

Nem, mert -

**Igen**, az oldat **telített/telítetlen/túltelített**, mert **a szilárd kristály (góc) bedobása után azonnali, szemmel látható sebességű kristályosodás indult meg**.

<sup>76</sup> Meg kell említeni, hogy ez csak a kristályvíz-tartalmú nátrium-acetátra igaz.

**Következtetés:** A melegítő sópárna működőképességének lehetőségét sikerült/nem sikerült igazolnunk, mert a kémcsőben zajló oldódást/kristályosodást-lehűlés/felmelegedés kísérte.

A melegítő sópárnák belsejében valószínűleg telítetlen/telített/túltelített nátrium-acetát-oldat van. A kristályosodása endoterm/exoterm folyamat, amelynek során hő szabadul fel/nyelődik el.

**Házi feladat:** A sópárnáról ez is olvasható a neten: „*Használat után egyszerűen, gyorsan regenerálható.*” Hogyan lehet regenerálni (azaz újra működőképessé tenni) a sópárnát? Miért? **Fizikai** vagy **kémiai** folyamat történik? Valóban nincs szükség külső energiaforrásra?

**Válasz: A szilárd anyagot tartalmazó sópárnát felmelegítjük (forró vízben „főzzük”), ameddig az összes só feloldódik. A nátrium-acetát oldhatósága a hőmérséklet emelkedésével nő, így a melegítés hatására a szilárd anyag feloldódik. Az oldódáshoz szükséges energiát a környezet biztosítja, szükség van külső energiaforrásra. Az oldódás fizikai folyamat.**

*Megjegyzés: A nátrium-acetát hidrolizáló só, ebből a szempontból az oldódás során kémiai folyamat is végbe megy. Azonban ha a feladatlap megoldását a hagyományos tanmenetbe illesztjük, akkor a tanulók még nem ismerik a hidrolízis fogalmát.*

Vajon a csak **fizikai** vagy a **kémiai** folyamatok alapján működő termékek okoznak nagyobb **környezetterhelést**? Miért?

**Válasz: Az egyszer használatos termékek, melyeket nem lehet regenerálni (akár fizikai, akár kémiai folyamatok alapján működnek) nagyobb környezeti terhelést jelentenek, csomagolásuk és hatóanyagaik is szennyezhetik a környezetet. A kémiai folyamatokat alkalmazó termékek mindig csak egyszer használhatók, ezért azok elkerülhetetlenül nagy környezetterhelést okoznak.**

*Megjegyzés: a túltelített oldat készítésekor előfordulhat, hogy (a rendszer megtartván dinamikus egyensúlyi állapotát) a lehűtés során folyamatos kristálykiválás indul meg, és nem sikerül túltelített oldatot előállítani. Ilyenkor a tanulók újra felmelegíthetik rendszert. Ekkor a sópárna regenerálását is modelleztük.*

[Csak a 2. típusú csoportnak!]

Azt a **problémafölvető kérdést**, hogy valóban működhet-e a sópárna, egy **modellkísérlet** segítségével tudtuk megválaszolni. Ehhez el kellett dönteni, hogy mi lehet a sópárna működésének a **lényege**, mert azt kellett a kísérlettel **modellezni**. A leírásból arra következtethettünk, hogy amikor a nátrium-acetát-oldatból kristálykiválás történik, akkor hő szabadul fel. Ezért azt kellett igazolnunk, hogy a nátrium-acetát-kristályok kiválása exoterm folyamat. (Az **lényegtelen**, hogy ez műanyag tasakban vagy kémcsőben történik-e.) Ehhez előbb olyan oldatot kellett készítenünk, ami szobahőmérsékleten túltelített. Mivel nem állt rendelkezésre a kristálykiválás elindító, a kristálygócot helyettesítő „pattintós” („klikkelős”) fémszerkezet, ennek hatását egy kristályka nátrium-acetátnak az oldatba dobásával **modelleztük**. Sikerült előidézni a túltelített oldatból a kristálykiválást, és ennek során valóban fölmelegedett a kémcső tartalma. Így a **modellkísérlet eredményéből** arra **következtethettünk**, hogy a termék működőképességét sikerült **igazolni**.

[Csak a 3. típusú csoportnak!]

Egy másik weboldalon ez szerepel: „*A Melegítő Só Párna egy olyan termékcsalád része, amely egy különleges fizikai jelenség felhasználásával lehetővé teszi, hogy bármikor kellemes meleget varázsoljunk számunkra különböző felhasználási területen. A Só Párna nem mérgező nátrium-acetátot tartalmaz, egy sós oldatot, amely nem egészen pár másodperc alatt 54 °C -ig meleget hozhat létre amikor folyékony állapotból szilárd állapotba változik.*” A helyesírási hibák és a pontatlan megfogalmazás alapján fölmerülhet bennünk a gyanú, hogy valamilyen áltudományos csalásról van szó, és a termék valójában nem is működik. Az alábbi kísérletben azt vizsgáljuk meg, hogy mi az igazság.

Azt a **problémafölvető kérdést**, hogy valóban működhet-e a sópárna, egy **modellkísérlet** segítségével tudjuk megválaszolni. Ehhez el kell dönteni, hogy mi lehet a sópárna működésének a **lényege**, mert azt kell a **kísérlettel modellezni**. Mi lehet a leírás alapján ez a lényeg?

**Válasz: A nátrium-acetát kristályosodása során hő szabadul fel, amely a környezetét felmelegíti.**

Mit kellene tehát **igazolni** a modellkísérletnek?

**Válasz: A nátrium-acetát kristályosodása exoterm folyamat, a kristálykiválás során a környezet felmelegszik.**

Milyen oldatot kell ehhez előbb készíteni? Miért?

**Válasz: Túltelített oldatot kell készíteni, mert a túltelített oldat nem egyensúlyban lévő rendszer, megzavarásakor gyors kristálykiválás történik, amelyet mérhető hőfejlődés kísér.**

Nem áll rendelkezésre a kristálykiváláshoz szükséges „pattintós” („klickelős”) fémszerkezet. Mivel lehetne a kristályosodást elindítani (az eszköz működését **modellezni**)?

**Válasz: Valamilyen szilárd anyagot (kristálykiválási gócot) juttatunk a rendszerbe, a kísérlet során célszerű a rendelkezésre álló nátrium-acetát-kristálykát.**

*Megjegyzés: A kipróbálás tapasztalatai szerint az egyszerű rázogatótól nem mindig indul meg a gócképződés. Ezért van szükség a nátrium-acetát-kristállyal történő beoltásra.*

Írjatok példát olyan körülményre is, ami a működés szempontjából **lényegtelen**, ezért nem baj, ha a modellkísérlet ebben különbözik a valódi sópárnától!

**Válasz: A sópárna falának anyaga, színe lényegtelen a modellkísérlet szempontjából, ezért a kísérletet bármilyen edényben, így kémcsőben is végrehajthatjuk.**

Ha sikerül előidézni a sópárnában zajló folyamatot, és annak során valóban fölmelegedést tapasztaltok, akkor a **modellkísérlet eredményéből következtethettek** arra, hogy a termék működőképességét sikerült **igazolni**.

A kísérlethez rendelkezésre álló anyagok és eszközök: két külön kémcsőben a szükséges mennyiségű kristályos nátrium-acetát és desztillált víz; borszeszegő, kémcsőfogó, nagy főzőpohárban szobahőmérsékletű csapvíz és óraüvegen kristályos nátrium-acetát. Tervezzetek **kísérletet** a melegítő sópárna működésének **modellezésére**!

**A kísérlet terve: A rendelkezésre álló kristályos nátrium-acetátot a kimért mennyiségű meleg vízben feloldjuk. Majd az oldatot tartalmazó kémcsövet vízbe helyezve lehűtjük.**

**A lehűtött oldatba nátrium-acetát-kristálykát helyezünk. Megfigyeljük a változást. Tapintással ellenőrizzük a kémcső falának hőmérsékletét.**

**Tapasztalatok: A kimért mennyiségű nátrium-acetát csak melegítés hatására oldódott fel az adott mennyiségű vízben. A lehűtött oldatban, a szilárd nátrium-acetát behelyezése után gyors kristálykiválás indult meg, miközben a kémcső felmelegedett.**

**Magyarázat: A nátrium-acetát kristályosodását hőfelszabadulás kíséri/a kristályosodás exoterm folyamat.**

**Következtetés:** A melegítő sópárna működőképességének lehetőségét **sikerült/nem sikerült** igazolnunk, mert a kémcsőben zajló **oldódást/kristályosodást-lehűlés/felmelegedés** kísérte.

A melegítő sópárnák belsejében valószínűleg **telítetlen/telített/túltelített** nátrium-acetát-oldat van. A kristályosodása **endoterm/exoterm** folyamat, mely során hő **szabadul fel/nyelődik el**.

# 16. feladatlap: Traffipax a kémiaórán<sup>77</sup>

(Az első változatot készítette: Bárány Zsolt Béla)

## Módszertani útmutató

**1. Téma:** A reakciósebesség és befolyásolása (új ismeretet feldolgozó óra)

**2. Felhasználás:** 9. osztály, 45 perces tanóra

**3. Szükséges előzetes ismeretek:**

- Az oldatok összetétele.
- Kolloid rendszerek.
- Egyszerű reakcióegyenletek felírása és rendezése.
- A reakciók végbemenetelének feltételei.
- A reakciók különböző sebességgel mennek végbe.
- A csapadékképződés.
- Az oxigéngáz kimutatása gyújtópálcával.

**4. Célok:**

- Motiváció: a kíváncsiság felkeltése a környezetünkben lévő anyagok tulajdonságainak és viselkedésük szabályszerűségeinek megértése iránt.
- Ismétlés: az oldatok összetételének megadása (anyagmennyiség-koncentráció és tömegszázalék).
- A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez szükséges manuális készségek fejlesztése.
- A logikus gondolkodás, az induktív következtetés és szabályszerűségek alapján való deduktív előrejelzés gyakorlása.
- A 2. és a 3. csoport diákjai esetében az algoritmikus gondolkodás alkalmazása a kísérlettervezés során.

**5. Tananyag:**

- **Ismeret szint:**
  - A reakciók különböző sebességgel mennek végbe: vannak pillanatszerű, közepes sebességű és lassú reakciók is.
  - A reakciók sebessége nem függ össze azzal, hogy hasznos-e az adott reakció vagy sem a hétköznapi életben. Így egy pillanatszerűen végbemenő reakció lehet hasznos (pl. a hagyományos fényképezés során az ezüst-bromid bomlása) vagy káros (pl. egyes nem várt robbanások), ahogy egy lassú folyamat is lehet hasznos (pl. a gyümölcs érése) vagy káros (pl. a vas rozsdásodása).
  - A reakciók sebessége függ a kiindulási anyagok koncentrációjától, a hőmérséklettől, illetve az alkalmazott katalizátortól.
  - A részecskék magasabb hőmérsékleten gyorsabban mozognak, mert nagyobb energiával rendelkeznek.
- **Megértés szint:**
  - A magasabb hőmérsékleten gyorsabban mozgó részecskék időegység alatt többször ütköznek, így többször van esély a régi kötések felszakadására, az újabbak kialakulására, vagyis a

---

<sup>77</sup> A jelen feladatlap témájához hasonló feladatlap található itt: Szakács Erzsébet: Gyorsulási verseny vegytan módra, <http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/fellap2.html> (utoljára megtekintve: 2018. július 9.)  
A másik, hasonló témájú feladatlap szerzője és címe: Dancsó Éva: A kémiai reakciók sebessége, elérhetősége: <http://ttomc.elte.hu/kiadvany/22-oraterv-kemia-es-kornyezettan-tanitasahoz-szerkesztheto-formaban-19-word-fajl-es-11-ppt> (utoljára megtekintve: 2018. július 9.)

melegítés szinte minden reakció sebességét növeli. (Lehetséges, hogy érdeklődő tanulók esetleg ismerhetik az enzimekreakciókkal kapcsolatos hőmérsékleti anomáliát.)

- A magasabb hőmérséklet alkalmazásával több részecske rendelkezik az aktivált komplex kialakulásához szükséges energiával, vagyis több részecskének lesz az aktiválási energiánál nagyobb energiája.
  - A reakciósebesség koncentrációfüggése csak a legegyszerűbb kinetikájú folyamatok (elemi reakciók) esetében határozható meg pusztán a reakcióegyenlet alapján. Ennek megfelelően a nátrium-tioszulfát-oldat és sósav közötti folyamat esetében sem figyelhetünk meg lineáris összefüggést a kiindulási koncentrációk és a folyamat teljes lejátszódásának ideje között.
  - A katalizátor alkalmazásával egy új reakcióút nyílik meg, mely gyorsabb termékképződést tesz lehetővé.
  - A 2. és 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók meg kell értsék, hogy mindössze egy komponens koncentrációjának a megváltoztatása is hatással van a reakciók sebességére.
- **Alkalmazás szint:**
    - A tanulók annak ismeretében, hogy a reakciósebesség annál nagyobb, minél nagyobb a kiindulási anyagok koncentrációja, el kell tudják dönteni, hogy a megadott koncentráció értékek közül (amelyek a korábbi kísérletekben előfordulóknál nagyobb, kisebb vagy azok közé esők lehetnek) milyen koncentrációjú lehet az ismeretlenként kapott sósav.
    - Az atomok számának megmaradása törvényét szem előtt tartva a tanulóknak tudni kell rendezni az egyszerű reakcióegyenleteket.
  - **Magasabb rendű műveletek szintje:**
    - A 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók az „egyszerre csak egy paramétert változtatunk meg” elvet alapul véve, meg kell tudják tervezni az ismeretlen sav meghatározásának kísérletét.

## 6. Módszertani megfontolások:

- A feladatlap megoldását megelőző tanítási órán be kell vezetni a reakciósebesség fogalmát.
- A feladatlapban szándékosan nem jelenik meg a reakciósebességi egyenlet (a 2017-től érvényes középszintű érettségi követelmények nem is tartalmazzák azt).
- A tanítási órát a demonstrációs kísérlettel célszerű kezdeni, ami szemlélteti a katalizátor hatását a reakciósebességre, és egyúttal segíti a gyermekek témára hangolódását is.

A **tanári demonstrációs kísérlet** leírása:

1. Egy nagyméretű (minimum 500 cm<sup>3</sup>-es, de inkább 1 literes) mérőhengerbe öntsünk 30 cm<sup>3</sup> 30 tömegszázalékos hidrogén-peroxid-oldatot, majd adjunk hozzá 20 cm<sup>3</sup> folyékony tömény mosószert. Keverjük össze alaposan a két folyadékot.
2. A lombik/henger falán folyassunk végig kék, illetve piros színű ételfestéket, majd öntsünk az egészhez 10-20 cm<sup>3</sup> telített kálium-jodid-oldatot.
3. A fejlődött oxigéngáz kimutatására nyomjunk égő gyújtópálcát a hab belsejébe.  
(Az oxigén kimutatására parázsló gyújtópálcát szokás alkalmazni, azonban jelen kísérletben a vizes hab eloltaná azt.)

Az Erlenmeyer-lombik, illetve az állólombik jobb választás lehet, mint a mérőhenger, mert stabilabb, de ahhoz célszerű 1,5x nagyobb mennyiségű vegyszereket használni. Készüljünk fel arra, hogy nagy mennyiségű hab fog képződni, ezért fontos, hogy az edény stabil legyen, ne boruljon fel könnyen. Az Erlenmeyer-lombik esetén akár a plafonig is kilőhet a hab.

A kísérletről a <https://www.youtube.com/watch?v=PKyITXW6OM4> linken látható felvétel (utoljára megtekintve: 2018. július 17.).

- A csempén végezhető kísérletek lényege, hogy kis mennyiségű vegyszer kerüljön felhasználásra. Csempén, a kis vegyszermennyiségek és balesetvédelmi okok miatt az 1. Kísérlet nem végezhető el.



- Olyan tanulócsoporthoz esetén, ahol 45 percnél több idő áll rendelkezésre, vagy a differenciálásra több lehetőség, illetve nagyobb igény van, célszerű lehet egy további kísérletet beilleszteni. A választható kísérlet leírása a 3. típusú feladatlap után található.
- A feladatlapon szereplő reakcióegyenlet(ek) láncszabály segítségével egyszerűen rendezhetők, a tanulók számára az oxidációs számok változásán alapuló egyenletrendezést nem kell hozzá ismerni.

## 7. Technikai segédlet:

- **Anyagok és eszközök a tanuló-kísérletekhez (csoportonként):**
  - tálca
  - 2 darab sötét színű csempe (ha nincs sötét színű csempe, akkor fehér csempével helyettesíthető úgy, hogy a csempére sötét színű, vízben nem oldódó, alkoholos filctollal foltokat rajzolunk, ahová a gyermekek az oldatokat cseppenteni fogják)
  - hőálló felület (pl. palalap), amelyre a melegített csempe helyezhető
  - 5 db cseppentő (célszerű feliratozni, hogy a gyermekek ne keverjék össze)
  - 5 db feliratozott kis méretű főzőpohár (minden oldatból 5-10 cm<sup>3</sup> elegendő)
    - 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldat
    - 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldat
    - 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav
    - 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav
    - ismeretlen koncentrációjú sósav
  - borszeszegő
  - gyufa
  - stopper vagy a tanulók mobiltelefonja
  - 2 db félbe vágott gumicsődarabka
  - papírtörülő
  - védőkesztyű
  - védőszemüveg

*(Megjegyzés: A kísérletek a csempén történő kivitelezés helyett kémcsőben is megvalósíthatók. Egy másik alternatív módszer szerint a sötét filctollal való foltfestés helyett alufóliadarab is helyezhető a fehér csempére. Az oldatok feliratozott műanyag fecskendőkből is kiadhatók, amelyek egymás után több osztállyal is felhasználhatók.)*
- **Anyagok és eszközök a tanári demonstrációs kísérlethez:**
  - mély tálca
  - nagy méretű magas és vékony edény (pl. gázfelfogó henger vagy mérőhenger) (min. 500 cm<sup>3</sup>-es)
  - kb. 30 cm<sup>3</sup> 30 tömegszázalékos H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-oldat
  - kék és piros folyékony ételszínezék (ajánlott megbízható termék a „maxCOLOR” márkájú)
  - 20 cm<sup>3</sup> tömény folyékony mosogatószer
  - 20 cm<sup>3</sup> telített kálium-jodid-oldat (20 cm<sup>3</sup> 20 °C-os desztillált vízben 28,0 g szilárd kálium-jodid kell feloldani)
  - gyújtópálca
  - gyufa
  - védőkesztyű
  - védőszemüveg
- **Anyagok és eszközök az opcionális tanuló-kísérlethez:**
  - 1 db cseppentő (célszerű feliratozni, hogy a gyermekek ne keverjék össze)
  - 1 db feliratozott kis méretű főzőpohár (5-10 cm<sup>3</sup> oldat elegendő)
  - híg (kb. 6 tömegszázalékos) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-oldat
  - műanyag kupakban konyhasó
  - műanyag kupakban barnakőpor
  - 2 db ferdén vágott végű szívószál a szilárd anyagok adagolásához

- **Előkészítés:**

- A csempék tökéletesen szárazak legyenek, különben a felcseppentett oldatok összefolynak.
- Amennyiben nem rendelkezünk sötét színű csempével, akkor fehér csempével helyettesíthető úgy, hogy a csempére sötét színű filctollal foltokat rajzolunk, ahová a gyermekek az oldatokat cseppenteni fogják. (A kék színű filctoll nyoma az 5 tömegszázalékos hidrogén-peroxid-oldat hatására még 1 perc után sem halványodik el.)
- A melegítendő csempének a melegítendő sarkát mindenképpen meg kell jelölni. Minden csempe melegítését ki kell próbálni a tanulókísérletek előtt azzal a melegítő eszközzel, amelyet a diákok is használni fognak, hogy nem reped-e el a melegítés hatására.
- Cseppentőként alkalmazhatunk műanyag Pasteur-pipettákat, amelyeket a kísérlet után elmosva többször is használhatunk.
- Szükség esetén a kis méretű főzőpoharak műanyag átlátszó pálinkás pohárral helyettesíthetők.
- A kísérlet során egy-egy tanulócsoporthoz minden oldatból maximum  $1\text{ cm}^3$ -nyi mennyiséget használ el, vagyis bár a nátrium-tioszulfátból sok kellhet az  $1,0\text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldathoz, az oldatból valójában igen kis mennyiség fogy.
- Hígabb sorozattal nem érdemes próbálkozni, mert nagyon megnőnek a reakcióidők.
- Ismeretlen sósvként akár minden csoport esetében adhatunk ki más és más koncentrációjú oldatokat. A  $0,01\text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldat esetében azonban nagyon hosszú reakcióidőre számíthatunk (több perc), így azt csak nagyon jól dolgozó csoport esetében ajánlott kipróbálni. Így **célszerű** a kb.  $0,5\text{ mol/dm}^3$  vagy kb.  $2,0\text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatból készíteni az ismeretleneket. Ha nem egyformát adunk ki, akkor természetesen meg kell az ismeretleneket számozni, és föl kell írni, hogy melyik csoport milyen koncentrációjú ismeretlent kapott.
- A tanári demonstrációs kísérlethez előkészített tálca képe:



- A tanulócsoporthok számára előkészített tálca képe az alábbi felvételen látható:



- Előre el kell dönteni, hogy a választható kísérlethez szükséges eszközök és anyagok a tálcára felkerüljenek-e. Amennyiben igen, ki kell nyomtatni 6. Kísérlet leírását a csoport(ok) számára. Utóbbi esetben a választható kísérlethez szükséges eszközök és anyagok lehetnek egy-egy külön tálcára készítve.
- Egy, a választható kísérlethez szükséges anyagokat és eszközöket is tartalmazó tálca képe az alábbi felvételen látható:



- **Balesetvédelem**

- Arra kell figyelni, hogy a felhasznált anyagokat a tanulók ne kóstolják meg, illetve ne öntsék magukra vagy egymásra.
- A 30 tömegszázalékos hidrogén-peroxid-oldat akár körömágygyulladását is okozhat, a bőrt kifehériti, így a vele való munkavégzéshez mindenképpen használjunk védőkesztyűt és védőszemüveget is.
- A tanári demonstrációs kísérletben keletkező hab igen forró, kerüljük el a sérüléseket. A megsemmisítést csak a kihűlt habbal lehet elvégezni.
- A nyílt láng (borszeszégő) használata előtt át kell ismételni a vonatkozó balesetvédelmi szabályokat. A hosszú hajú tanulók haja legyen összefogva, és semmilyen éghető anyag ne kerüljön a láng közelébe. A borszeszégő meggyújtása után a tanulók helyezik a használt gyufát egy hamutálcára vagy óraüvegre. Amikor nincs szükség a lángra, azonnal el kell oltani az égőt.
- A tanulók ügyeljenek arra, hogy a forró csempe ne égesse meg őket. Ehhez célszerű a csempét tartó tanulónak egy-egy hosszában félbe vágott gumicsődarabkát arra a két ujjára felhúzni, amelyekkel a csempét fogja. A csempe melegítendő sarkát mindenképpen meg kell előzetesen jelölni.
- A csempét borszeszégő segítségével kb. 15 másodpercig, gázégőn kb. 4 másodpercig melegítve a csempe megfelelő sarka kellő mértékben átmelegszik ahhoz, hogy a reakció látványosan gyorsuljon. **FONTOS, hogy az előkészítés során minden egyes csempe melegíthetőségét ki kell próbálni!**



- **Hulladékkezelés**
  - A keletkező hulladékokat bő víz mellett szabadon a lefolyóba lehet önteni.

### Traffipax a kémiaórán (1. típus: receptszerű változat)

A traffipax kifejezést az angol „traffic” (forgalom) és a latin „pax” (béke) szavakból alkották meg. Azért mérik vele a járművek sebességét, hogy az utakon senki ne veszélyeztessen felelőtlen száguldozással emberéleteket. A kémiai reakciók során is „békét” szeretnénk, azaz hogy például ne robbanjon fel egy gyár. Néha az a jobb nekünk, ha gyorsabban zajlik egy folyamat (pl. főzés), máskor pedig az, ha lassabban (pl. az ételek romlása). A járművek sebessége (az időegység alatt megtett út) könnyen szabályozható azzal, ha gázt adunk vagy fékezünk. De **hogyan tudjuk szabályozni a reakciók sebességét, azaz hogy időegység alatt mennyi anyag alakuljon át?** Ehhez meg kell ismernünk azokat a **tényezőket**, amelyekkel gyorsíthatók vagy lassíthatók a kémiai reakciók.

**A feladatlap kitöltése során egészítsétek ki a szöveget a hiányzó szavakkal, illetve mondatokkal,**

**és húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

**1. Tanári demonstrációs kísérlet:** A nagy tálcára állított magas és vékony (vagy vékony nyakú) edénybe előbb tömény hidrogén-peroxid-oldatot öntünk, amihez mosogatószert keverünk. Az edény falán kevés ételszínezéket folytatunk végig, majd az edénybe telített kálium-jodid-oldatot öntünk. A terméket égő gyújtópálcával vizsgáljuk.

**Tapasztalat:** .....

**Magyarázat:** A hidrogén-peroxid a következő (kiegészítendő) reakcióegyenlet szerint bomlott:



Mi fújta fel tehát a habot?.....

Melyik termék keletkezését mutattuk ki a gyújtópálcával? .....

Hidrogén-peroxid magától is bomlik, de a kálium-jodid hatalmas mértékben felgyorsította, idegen szóval

**katalizálta** a reakciót. Mivel kapcsolatban hallottátok már a **katalizátor** szót? .....

Mit gyorsít fel ott? .....

**2. Kísérlet:** Cseppentsetek a tálcán található csempe egyik felében, a sötét színű felületen egymástól távolabb rendre 2-2 cseppet a következő színtelen oldatokból:

- 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldat),
- 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat.

Ezután adjatok mindkét csepphez 2-2 cseppet a 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósavból és mérjétek meg (pl. a mobiltelefonotok segítségével), hogy mennyi idő (hány másodperc) szükséges a változások bekövetkezéséhez az egyes cseppek esetében.

**Tapasztalat:** A nátrium-tioszulfát-oldat egy idő után előbb ..... színű lett, majd később

..... színűvé vált.

Az első szemmel látható változás megjelenéséig a következő időtartamokra volt szükség:

- a 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldat esetén ..... másodpercre,
- az 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldat esetén ..... másodpercre.

A szemmel látható változás bekövetkezéséig a kevesebb időre a(z) ..... mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú, míg a több időre a(z) ..... mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat esetén volt szükség.

**Magyarázat:** A nátrium-tioszulfát-oldat és a sósav között a következő, **rendezendő** egyenlet szerinti reakció játszódott le:



A színt a keletkező ..... okozta.

**Következtetés:** A változás **annál gyorsabban ment végbe**, minél **kisebb/nagyobb** a nátrium-tioszulfát-oldat **koncentrációja**.

**3. Kísérlet:** A csempe másik felében, a sötét színű felületen, egymástól távolabb, cseppentetek rendre 2-2 cseppet a következő színtelen oldatokból:

- 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav,
- 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav.

Ezután adjatok mindkét csepphez 2-2 cseppet a 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldatból, és mérjétek meg, mennyi idő szükséges a változások bekövetkezéséhez az egyes cseppek esetében.

**Tapasztalat:** Az első szemmel látható változás megjelenéséig a következő időtartamokra volt szükség:

- a 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav esetén ..... másodpercre,
- az 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav esetén ..... másodpercre.

A szemmel látható változás bekövetkezéséig a kevesebb időre a(z) ..... mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú, míg a több időre a(z) ..... mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav esetén volt szükség.

**Következtetés:** A változás **annál gyorsabban ment végbe**, minél **kisebb/nagyobb** a sósav **koncentrációja**.

**Egy reakció sebessége** tehát **annál nagyobb**, minél **kisebb/nagyobb** a **kiindulási anyagok koncentrációja**, mert annál **ritkábban/gyakrabban** ütköznek a részecskék.

**4. Kísérlet:** A sötét színű csempe egy szabad részére cseppentetek 2 cseppet az ismeretlen koncentrációjú sósavból, majd adjatok hozzá 2 csepp 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldatot. Mérjétek meg a színváltozás bekövetkezéséig szükséges időt. Az eltelt idő ismeretében döntsétek el, milyen koncentrációjú lehetett az ismeretlen oldat! Lehetséges koncentrációk:

- 0,01 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav,
- 0,5 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav,
- 2,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav.

**Tapasztalat:** A szemmel látható változás bekövetkezéséig ..... másodpercre volt szükség.

**Következtetés:** A 3. Kísérletben mért időket is figyelembe véve az ismeretlen oldat koncentrációja valószínűleg ..... mol/dm<sup>3</sup>, mert.....

**5. Kísérlet:** A tálcán található „MELEG” felirattal rendelkező sötét színű csempe egyik sarkában cseppentetek 2 cseppet a 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldatból. Ezután melegítsétek a csempét alulról egy borszeszégő segítségével. Kb. 15 másodperc után cseppentetek az előző csepphez a 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósavból, majd mérjétek meg, mennyi idő szükséges a változás bekövetkezéséhez.

**Tapasztalat:** A szemmel látható változás bekövetkezéséig ..... másodpercre volt szükség.

**Magyarázat:** Magasabb hőmérsékleten a részecskék **lassabban/gyorsabban** mozognak, ezért **ritkábban/gyakrabban** ütköznek és **kevesebb/több** részecskének van meg az átalakuláshoz szükséges aktiválási energiája is. Magasabb hőmérsékleten tehát a reakciók sebessége **kisebb/nagyobb**.

**Következtetés:** Melegítéssel **lassíthatók/gyorsíthatók** a reakciók.

Tehát a **reakciók sebessége** a következő 3 tényezőtől **függ**: 1. ....

2. .... 3. ....

**Házi feladat**

1. Mi lehet az oka, hogy az egyes csoportok nem azonos reakcióidőket mértek ugyanazon kísérletek esetében?

.....

2. Hogyan lehetne lassítani egy reakciót?

.....

3. Az interneten a reakciósebességgel foglalkozó weblapokon gyakran jelenik meg az „órareakció” („*clock reaction*”) kifejezés. Miért adhatták ezen folyamatoknak ezt a szokatlan nevet?

.....



## Traffipax a kémiaórán (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

A traffipax kifejezést az angol „traffic” (forgalom) és a latin „pax” (béke) szavakból alkották meg. Azért mérik vele a járművek sebességét, hogy az utakon senki ne veszélyeztessen felelőtlen száguldozással emberéleteket. A kémiai reakciók során is „békét” szeretnénk, azaz hogy például ne robbanjon fel egy gyár. Néha az a jobb nekünk, ha gyorsabban zajlik egy folyamat (pl. főzés), máskor pedig az, ha lassabban (pl. az ételek romlása). A járművek sebessége (az időegység alatt megtett út) könnyen szabályozható azzal, ha gázt adunk vagy fékezünk. De **hogyan tudjuk szabályozni a reakciók sebességét**, azaz **hogyan időegység alatt mennyi anyag alakuljon át?** Ehhez meg kell ismernünk azokat a **tényezőket**, amelyekkel gyorsíthatók vagy lassíthatók a kémiai reakciók.

**A feladatlap kitöltése során egészítsék ki a szöveget a hiányzó szavakkal, illetve mondatokkal,**

**és húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

**1. Tanári demonstrációs kísérlet:** A nagy tálcára állított magas és vékony (vagy vékony nyakú) edénybe előbb tömény hidrogén-peroxid-oldatot öntünk, amihez mosogatószert keverünk. Az edény falán kevés ételszínezéket folytatunk végig, majd az edénybe telített kálium-jodid-oldatot öntünk. A terméket égő gyújtópálcával vizsgáljuk.

**Tapasztalat:** .....

**Magyarázat:** A hidrogén-peroxid a következő (kiegészítendő) reakcióegyenlet szerint bomlott:

....  $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \dots \text{H}_2\text{O} + \dots \text{O}_2$       Mi fújta fel tehát a habot?.....

Melyik termék keletkezését mutattuk ki a gyújtópálcával? .....

Hidrogén-peroxid magától is bomlik, de a kálium-jodid hatalmas mértékben felgyorsította, idegen szóval

**katalizálta** a reakciót. Mivel kapcsolatban hallottátok már a **katalizátor** szót? .....

Mit gyorsít fel ott? .....

**2. Kísérlet:** Cseppentsetek a tálcán található csempe egyik felében, a sötét színű felületen egymástól távolabb rendre 2-2 cseppet a következő színtelen oldatokból:

- 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldat),
- 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat.

Ezután adjatok mindkét csepphez 2-2 cseppet a 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósavból és mérjétek meg (pl. a mobiltelefonotok segítségével), mennyi idő (hány másodperc) szükséges a változások bekövetkezéséhez az egyes cseppek esetében.

**Tapasztalat:** A nátrium-tioszulfát-oldat egy idő után előbb ..... színű lett, majd később

..... színűvé vált.

Az első szemmel látható változás megjelenéséig a következő időtartamokra volt szükség:

- a 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldat esetén ..... másodpercre,
- az 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldat esetén ..... másodpercre.

A szemmel látható változás bekövetkezéséig a kevesebb időre a(z) ..... mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú, míg a több időre a(z) ..... mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat esetén volt szükség.

**Magyarázat:** A nátrium-tioszulfát-oldat és a sósav között a következő, **rendezendő** egyenlet szerinti reakció játszódott le:

....  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  + ....  $\text{HCl}$   $\rightarrow$  ....  $\text{NaCl}$  + ....  $\text{SO}_2$  + ....  $\text{S}$  + ....  $\text{H}_2\text{O}$  A színt a keletkező ..... okozta.

**Következtetés:** A változás **annál gyorsabban ment végbe**, minél **kisebb/nagyobb** a nátrium-tioszulfát-oldat **koncentrációja**.

**3. Kísérlet:** A csempe másik felében, a sötét színű felületen, egymástól távolabb, cseppentsetek rendre 2-2 cseppet a következő színtelen oldatokból:

- 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav,
- 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav.

Ezután adjatok mindkét csepphez 2-2 cseppet a 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldatból, és mérjétek meg, mennyi idő szükséges a változások bekövetkezéséhez az egyes cseppek esetében.

**Tapasztalat:** Az első szemmel látható változás megjelenéséig a következő időtartamokra volt szükség:

- a 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav esetén ..... másodpercre,
- az 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav esetén ..... másodpercre.

A szemmel látható változás bekövetkezéséig a kevesebb időre a(z) ..... mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú, míg a több időre a(z) ..... mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav esetén volt szükség.

**Következtetés:** A változás **annál gyorsabban ment végbe**, minél **kisebb/nagyobb** a sósav **koncentrációja**.

**Egy reakció sebessége** tehát **annál nagyobb**, minél **kisebb/nagyobb** a **kiindulási anyagok koncentrációja**, mert annál **ritkábban/gyakrabban** ütköznek a részecskék.

**4. Kísérlet:** A sötét színű csempe egy szabad részére cseppentsetek 2 cseppet az ismeretlen koncentrációjú sósavból, majd adjatok hozzá 2 csepp 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldatot. Mérjétek meg a színváltozás bekövetkezéséig szükséges időt. Az eltelt idő ismeretében döntsétek el, milyen koncentrációjú lehetett az ismeretlen oldat! Lehetséges koncentrációk:

- 0,01 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav,
- 0,5 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav,
- 2,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav.

**Tapasztalat:** A szemmel látható változás bekövetkezéséig ..... másodpercre volt szükség.

**Következtetés:** A 3. Kísérletben mért időket is figyelembe véve az ismeretlen oldat koncentrációja valószínűleg ..... mol/dm<sup>3</sup>, mert.....

**5. Kísérlet:** A tálcan található „MELEG” felirattal rendelkező sötét színű csempe egyik sarkában cseppentsetek 2 cseppet a 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldatból. Ezután melegítsétek a csempét alulról egy borszeszégő segítségével. Kb. 15 másodperc után cseppentsetek az előző csepphez a 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósavból, majd mérjétek meg, mennyi idő szükséges a változás bekövetkezéséhez.

**Tapasztalat:** A szemmel látható változás bekövetkezéséig ..... másodpercre volt szükség.

**Magyarázat:** Magasabb hőmérsékleten a részecskék **lassabban/gyorsabban** mozognak, ezért **ritkábban/gyakrabban** ütköznek és **kevesebb/több** részecskének van meg az átalakuláshoz szükséges aktiválási energiája is. Magasabb hőmérsékleten tehát a reakciók sebessége **kisebb/nagyobb**.

**Következtetés:** Melegítéssel **lassíthatók/gyorsíthatók** a reakciók.

Tehát a **reakciók sebessége** a következő 3 tényezőtől **függ**: 1. ....  
2. .... 3. ....

A kísérletek megtervezéséhez az „**egyszerre csak egy tényezőt változtatunk**” elvet használtuk:

- a 2. Kísérletnél kizárólag a nátrium-tioszulfát-oldatok koncentrációját változtattuk meg;
- a 3. Kísérletnél csak a sósav koncentrációját változtattuk meg;
- az 5. Kísérletnél a hőmérséklet volt a változó tényező.

A harmadik kísérletben megbizonyosodtunk, hogy a reakciósebesség a sósav koncentrációjával nő. Ezt alapul véve a 4. Kísérletben az ismeretlen oldattal végzett reakció sebességét hasonlítottuk össze a 3. Kísérlet eredményeivel, ami alapján következtetni lehet az ismeretlen oldat összetételére. Megfelelő műszerek segítségével és pontos koncentrációjú oldatok használatával akár igen pontos eredményt is kaphatunk a reakciósebességre vonatkozóan.

#### Házi feladat

1. Mi lehet az oka, hogy az egyes csoportok nem azonos reakcióidőket mértek ugyanazon kísérletek esetében?

.....

2. Hogyan lehetne lassítani egy reakciót?

.....

3. Az interneten a reakciósebességgel foglalkozó weblapokon gyakran jelenik meg az „órareakció” („*clock reaction*”) kifejezés. Miért adhatták ezen folyamatoknak ezt a szokatlan nevet?

.....

### Traffipax a kémiaórán (3. típus: kísérlettervező változat)

A traffipax kifejezést az angol „traffic” (forgalom) és a latin „pax” (béke) szavakból alkották meg. Azért mérik vele a járművek sebességét, hogy az utakon senki ne veszélyeztessen felelőtlen száguldozással emberéleteket. A kémiai reakciók során is „békét” szeretnénk, azaz hogy például ne robbanjon fel egy gyár. Néha az a jobb nekünk, ha gyorsabban zajlik egy folyamat (pl. főzés), máskor pedig az, ha lassabban (pl. az ételek romlása). A járművek sebessége (az időegység alatt megtett út) könnyen szabályozható azzal, ha gázt adunk vagy fékezünk. De **hogyan tudjuk szabályozni a reakciók sebességét**, azaz **hogyan időegység alatt mennyi anyag alakuljon át?** Ehhez meg kell ismernünk azokat a **tényezőket**, amelyekkel gyorsíthatók vagy lassíthatók a kémiai reakciók.

**A feladatlap kitöltése során egészítsék ki a szöveget a hiányzó szavakkal, illetve mondatokkal,**

**és húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

**1. Tanári demonstrációs kísérlet:** A nagy tálcára állított magas és vékony (vagy vékony nyakú) edénybe előbb tömény hidrogén-peroxid-oldatot öntünk, amihez mosogatószert keverünk. Az edény falán kevés ételszínezéket folytatunk végig, majd az edénybe telített kálium-jodid-oldatot öntünk. A terméket égő gyújtópálcával vizsgáljuk.

**Tapasztalat:** .....

**Magyarázat:** A hidrogén-peroxid a következő (kiegészítendő) reakcióegyenlet szerint bomlott:

....  $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \dots \text{H}_2\text{O} + \dots \text{O}_2$       Mi fújta fel tehát a habot?.....

Melyik termék keletkezését mutattuk ki a gyújtópálcával? .....

Hidrogén-peroxid magától is bomlik, de a kálium-jodid hatalmas mértékben felgyorsította, idegen szóval

**katalizálta** a reakciót. Mivel kapcsolatban hallottátok már a **katalizátor** szót? .....

Mit gyorsít fel ott? .....

**2. Kísérlet:** Cseppentsetek a tálcán található csempe egyik felében, a sötét színű felületen egymástól távolabb rendre 2-2 cseppet a következő színtelen oldatokból:

- 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldat),
- 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat.

Ezután adjatok mindkét csepphez 2-2 cseppet a 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósavból és mérjétek meg (pl. a mobiltelefonok segítségével), mennyi idő (hány másodperc) szükséges a változások bekövetkezéséhez az egyes cseppek esetében.

**Tapasztalat:** A nátrium-tioszulfát-oldat egy idő után előbb ..... színű lett, majd később

..... színűvé vált.

Az első szemmel látható változás megjelenéséig a következő időtartamokra volt szükség:

- a 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldat esetén ..... másodpercre,
- az 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldat esetén ..... másodpercre.

A szemmel látható változás bekövetkezéséig a kevesebb időre a(z) ..... mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú, míg a több időre a(z) ..... mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat esetén volt szükség.

**Magyarázat:** A nátrium-tioszulfát-oldat és a sósav között a következő, **rendezendő** egyenlet szerinti reakció játszódott le:

....  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \dots \text{HCl} \rightarrow \dots \text{NaCl} + \dots \text{SO}_2 + \dots \text{S} + \dots \text{H}_2\text{O}$  A színt a keletkező ..... okozta.

**Következtetés:** A változás **annál gyorsabban ment végbe**, minél **kisebb/nagyobb** a nátrium-tioszulfát-oldat **koncentrációja**.

**3. Kísérlet:** A csempe másik felében, a sötét színű felületen, egymástól távolabb, cseppentsetek rendre 2-2 cseppet a következő színtelen oldatokból:

- 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav,
- 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav.

Ezután adjatok mindkét csepphez 2-2 cseppet a 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldatból, és mérjétek meg, mennyi idő szükséges a változások bekövetkezéséhez az egyes cseppek esetében.

**Tapasztalat:** Az első szemmel látható változás megjelenéséig a következő időtartamokra volt szükség:

- a 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav esetén ..... másodpercre,
- az 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav esetén ..... másodpercre.

A szemmel látható változás bekövetkezéséig a kevesebb időre a(z) ..... mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú, míg a több időre a(z) ..... mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav esetén volt szükség.

**Következtetés:** A változás **annál gyorsabban ment végbe**, minél **kisebb/nagyobb** a sósav **koncentrációja**.

**Egy reakció sebessége** tehát **annál nagyobb**, minél **kisebb/nagyobb** a **kiindulási anyagok koncentrációja**, mert annál **ritkábban/gyakrabban** ütköznek a részecskék.

**4. Kísérlet:** Most határozzátok meg az „ISMERETLEN” feliratú főzőpohárban található sósav koncentrációját! Lehetséges koncentrációk:

- 0,01 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav,
- 0,5 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav,
- 2,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav.

Gondoljatok arra, hogy az előbbi kísérletek során az „**egyszerre csak egy tényezőt változtatunk**” elvet használtuk, a többi (eszközök, anyagok és az elvégzett műveletek) ugyanaz volt. A **változó tényezők** ezek voltak:

- a 2. Kísérletnél a nátrium-tioszulfát-oldat koncentrációja;
- a 3. Kísérletnél a sósav koncentrációja.

Melyik kísérletet mérési adataihoz kell hasonlítani az ismeretlen koncentrációjú sósav esetén mérendő időt?

A ..... Kísérlet adataihoz. Hogyan viszonyulna az ismeretlen sósav esetén mérendő idő a korábban mért időkhöz az egyes sósav koncentrációk esetében? Tervezzétek meg a kísérletet! (Az eddig használt csempét használjátok!)

**A kísérlet terve:** .....

**Tapasztalat:** .....

**Következtetés:** Az ismeretlen sósav koncentrációja ..... mol/dm<sup>3</sup>, mert.....

**5. Kísérlet:** A tálcán található „MELEG” felirattal rendelkező sötét színű csempe egyik sarkában cseppentsetek 2 cseppet a 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldatból. Ezután melegítsétek a csempét alulról egy borszeszégő segítségével. Kb. 15 másodperc után cseppentsetek az előző csepphez a 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósavból, majd mérjétek meg, mennyi idő szükséges a változás bekövetkezéséhez.

**Tapasztalat:** A szemmel látható változás bekövetkezéséig ..... másodpercre volt szükség.

**Magyarázat:** Magasabb hőmérsékleten a részecskék **lassabban/gyorsabban** mozognak, ezért **ritkábban/gyakrabban** ütköznek és **kevesebb/több** részecskének van meg az átalakuláshoz szükséges aktiválási energiája is. Magasabb hőmérsékleten tehát a reakciók sebessége **kisebb/nagyobb**.

Mi volt ebben a kísérletben a **változó tényező**?.....

**Következtetés:** Melegítéssel **lassíthatók/gyorsíthatók** a reakciók.

Tehát **a reakciók sebessége** a következő 3 tényezőtől **függ**: 1. ....

2. .... 3. ....

### **Házi feladat**

1. Mi lehet az oka, hogy az egyes csoportok nem azonos reakcióidőket mértek ugyanazon kísérletek esetében?

.....

2. Hogyan lehetne lassítani egy reakciót?

.....

3. Az interneten a reakciósebességgel foglalkozó weblapokon gyakran jelenik meg az „órareakció” („*clock reaction*”) kifejezés. Miért adhatták ezen folyamatoknak ezt a szokatlan nevet?

.....

## A választható kísérlet (mindhárom típusú feladatlap esetén)

### 6. Kísérlet

A melegített csempe hideg felében, egymástól távolabb, 3 különböző helyre cseppentsetek rendre 2-2 cseppet a híg hidrogén-peroxid-oldatból ( $\text{H}_2\text{O}_2$ -oldat). Az egyik oldatcseppet kontrollként használjuk (vagyis ahhoz hasonlítjuk a másik két esetben bekövetkező változásokat).

Adjatok a második oldatcsepphez kevés (pici kanálhegynyi) szilárd konyhasót ( $\text{NaCl}$ ), a harmadik csepphez pedig kb. ugyanannyi barnakőport ( $\text{MnO}_2$ ). Figyeljétek meg a jelenséget!

**A kísérlet során nagyon óvatossá kell lenni, nehogy a melegített csemperész megégesse az ujjaitokat!**

#### Tapasztalatok:

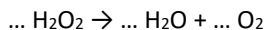
Az első csepp esetében **nem történt semmi/gázfejlődés volt megfigyelhető.**

A második csepp esetében **nem történt semmi/gázfejlődés volt megfigyelhető.**

A harmadik csepp esetében **nem történt semmi/gázfejlődés volt megfigyelhető.**

#### Magyarázatok:

A hidrogén-peroxid a következő, **rendezendő** egyenlet szerint bomlik:



A keletkező gáz a(z) ..... volt.

A hidrogén-peroxid nagyon lassan bomlik, azonban **konyhasó/barnakőpor** hozzáadásával a reakció jelentős mértékben gyorsul.

**Következtetés:** A **konyhasó/barnakőpor** katalizálja a hidrogén-peroxid bomlását.

### Traffipax a kémiaórán (tanári változat)

A traffipax kifejezést az angol „traffic” (forgalom) és a latin „pax” (béke) szavakból alkották meg. Azért mérik vele a járművek sebességét, hogy az utakon senki ne veszélyeztessen felelőtlen száguldozással emberéleteket. A kémiai reakciók során is „békét” szeretnénk, azaz hogy például ne robbanjon fel egy gyár. Néha az a jobb nekünk, ha gyorsabban zajlik egy folyamat (pl. főzés), máskor pedig az, ha lassabban (pl. az ételek romlása). A járművek sebessége (az időegység alatt megtett út) könnyen szabályozható azzal, ha gázt adunk vagy fékezünk. De **hogyan tudjuk szabályozni a reakciók sebességét, azaz hogy időegység alatt mennyi anyag alakuljon át?** Ehhez meg kell ismernünk azokat a **tényezőket**, amelyekkel gyorsíthatók vagy lassíthatók a kémiai reakciók.

**A feladatlap kitöltése során egészítsék ki a szöveget a hiányzó szavakkal, illetve mondatokkal,**

**és húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

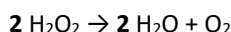


**1. Tanári demonstrációs kísérlet:** Az internetes videómegosztó portálok is az egyik legnépszerűbb kémiai kísérlet az ún. „Elefánt fogkrém”. A reakciósebességet befolyásoló egyik tényező (a katalizátor hatása) nagyon motiváló módon mutatható be vele.

**Kísérlet:** A nagy tálcára állított magas és vékony (vagy vékony nyakú) edénybe (célszerűen egy gázfelfogó hengerbe vagy egy 500 cm<sup>3</sup> mérőhengerbe) előbb (kb. 30 cm<sup>3</sup>) tömény (30 tömegszázalékos) hidrogén-peroxidot öntünk, amihez (kb. 10-20 cm<sup>3</sup> tömény folyékony) mosószert keverünk. Az edény falán kevés ételszínezéket folytatunk végig, majd az edénybe (kb. 10-20 cm<sup>3</sup>) telített kálium-jodid-oldatot öntünk. A terméket égő gyújtópálcával vizsgáljuk.

**Tapasztalat:** Nagyon hirtelen keletkezik hatalmas méretű hab. Égő gyújtópálcát nyomva a vizes habba, az nem alszik el, hanem tovább ég.

**Magyarázat:** A hidrogén-peroxid a következő (kiegészítendő) reakcióegyenlet szerint bomlott:



Mi fújta fel tehát a habot? **A keletkező gáz fújta fel a habot.**

Melyik termék keletkezését mutattuk ki a gyújtópálcával? **Az oxigéngázt.**

(Izzó gyújtópálcával azért nem érdemes próbálkozni, mert a vizes hab azt könnyen eloltja.)

A hidrogén-peroxid magától is bomlik, de a kálium-jodid hatalmas mértékben felgyorsította, idegen szóval **katalizálta** a reakciót. Mivel kapcsolatban hallottátok már a **katalizátor** szót? **Pl. gépjárművek katalizátora.**

Mit gyorsít fel ott?

*Lehetséges válaszok:*

- A katalizátor gyorsítja fel a nitrogén-oxidok, az el nem égett szénhidrogének, valamint a szén-monoxid átalakulását a környezet számára kevésbé veszélyes anyagokká.
- Az égéstermékek ártalmatlanítását gyorsítja.
- További reakciókat fog felgyorsítani.



**Balesetvédelem és hulladékkezelés:** A reakció erősen exoterm, és a keletkező hab sok bomlatlan hidrogén-peroxidot is tartalmaz, ezért maró hatású, védőszemüveg és védőkesztyű viselete kötelező. A mosogatást pedig csak a termék kihűlése után szabad végezni. Bő csapvízzel a lefolyóba önthető.

**2. Kísérlet:** Cseppentsetek a tálcán található csempe egyik felében, a sötét színű felületen egymástól távolabb rendre 2-2 cseppet a következő szintelen oldatokból:

- 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldat),
- 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat.

Ezután adjatok mindkét csepphez 2-2 cseppet a 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósavból és mérjétek meg (pl. a mobiltelefonok segítségével), mennyi idő (hány másodperc) szükséges a változások bekövetkezéséhez az egyes cseppek esetében.

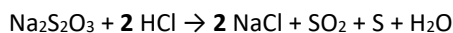
**Tapasztalat:** A nátrium-tioszulfát-oldat egy idő után előbb **fehères (opálos)** színű lett, majd később **sárga** színűvé vált.

Az első szemmel látható változás megjelenéséig a következő időtartamokra volt szükség:

- a 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldat esetén **pl. 78** másodpercre,
- az 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldat esetén **pl. 17** másodpercre.

A szemmel látható változás bekövetkezéséig a kevesebb időre a(z) **1,0** mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú, míg a több időre a(z) **0,1** mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat esetén volt szükség.

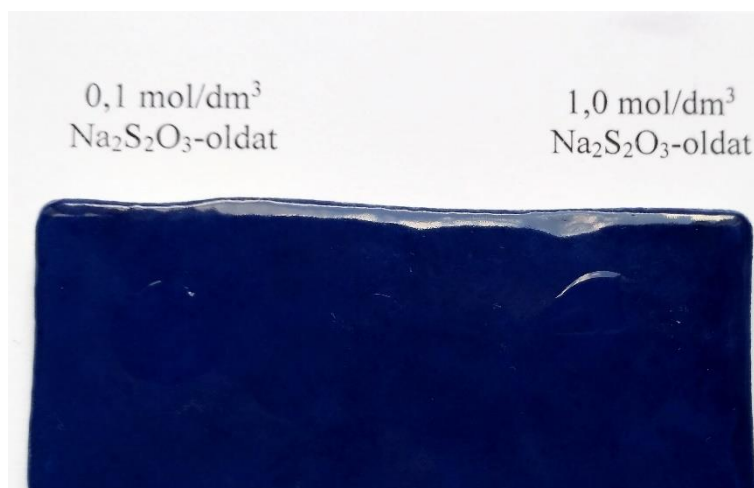
**Magyarázat:** A nátrium-tioszulfát-oldat és a sósav között a következő, **rendezendő** egyenlet szerinti reakció játszódott le:



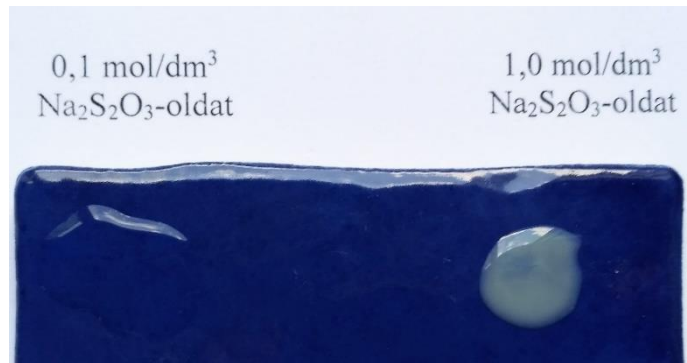
A színt a keletkező **kén** okozta.

**Következtetés:** A változás **annál gyorsabban ment végbe**, minél ~~kisebb~~ **nagyobb** a nátrium-tioszulfát-oldat **koncentrációja**.

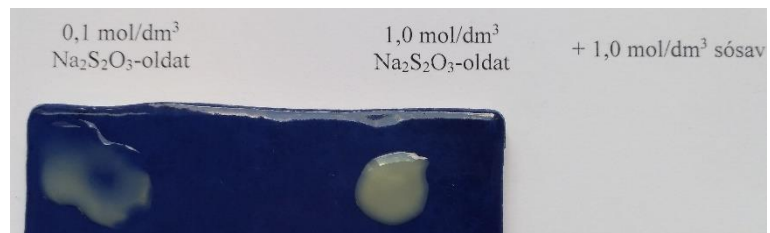
A felcseppentett oldatok:



Kb. 20 másodperccel sósav hozzáadása után:



Kb. 80 másodperccel sósav hozzáadása után:



**3. Kísérlet:** A csempe másik felében, a sötét színű felületen, egymástól távolabb, cseppentsetek rendre 2-2 cseppet a következő szintelen oldatokból:

- 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav,
- 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav.

Ezután adjatok mindkét csepphez 2-2 cseppet a 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldatból, és mérjétek meg, mennyi idő szükséges a változások bekövetkezéséhez az egyes cseppek esetében.

**Tapasztalat:** Az első szemmel látható változás megjelenéséig a következő időtartamokra volt szükség:

- a 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav esetén **pl. 25** másodpercre,
- az 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav esetén **pl. 12** másodpercre.

(Megjegyzés: Abból is látszik, hogy ez egy bonyolult mechanizmusú reakció, hogy nem azonos módon változik a reakciósebesség a két kiindulási anyag koncentrációjának függvényében.)

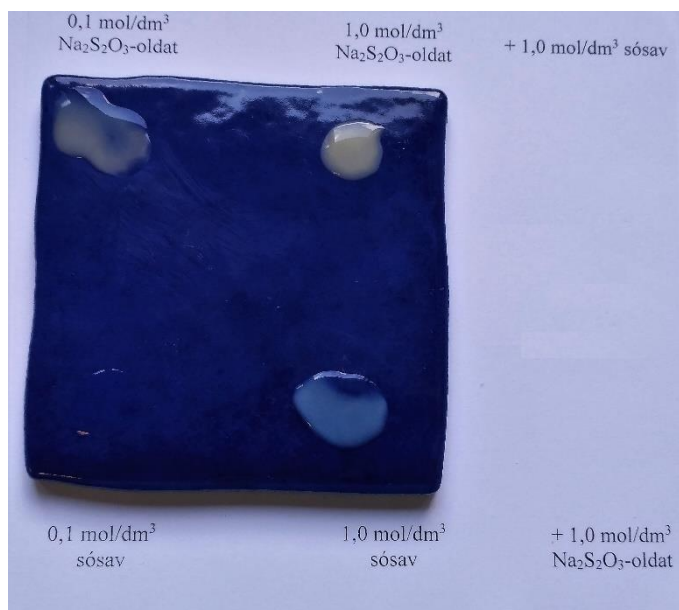
A szemmel látható változás bekövetkezéséig a kevesebb időre a(z) **1,0** mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú, míg a több időre a(z) **0,1** mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav esetén volt szükség.

(Megjegyzés: Az egyes tanulócsoportok által mért időtartamok különbözhetnek, mivel más-más állapotot tekinthetnek a „szemmel látható változás” bekövetkezésének.)

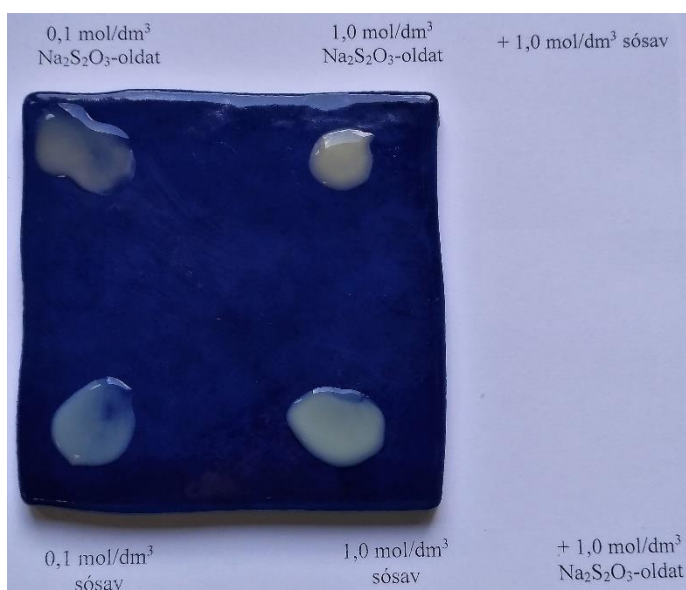
**Következtetés:** A változás **annál gyorsabban ment végbe**, minél ~~kisebb~~ **nagyobb** a sósav koncentrációja.

**Egy reakció sebessége** tehát **annál nagyobb**, minél ~~kisebb~~ **nagyobb** a kiindulási anyagok koncentrációja, mert annál ~~ritkábban~~ **gyakrabban** ütköznek a részecskék.

A töményebb sósav esetében hamarabb látszik a változás:



Itt már a hígabb sósav esetében is látható a kén kiválása:



[Csak az 1. és 2. típusú feladat esetén]

#### 4. Kísérlet:

A sötét színű csempe egy szabad részére cseppentsetek 2 cseppet az ismeretlen koncentrációjú sósavból, majd adjatok hozzá 2 csepp 1,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldatot. Mérjétek meg a színváltozás bekövetkezéséig szükséges időt. Az eltelt idő ismeretében döntsétek el, milyen koncentrációjú lehetett az ismeretlen oldat! Lehetséges koncentrációk:

- 0,01 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav,
- 0,5 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav,
- 2,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósav.

### Lehetséges tapasztalatok:

a) Amennyiben  $0,01 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatot kapott a csoport:

A szemmel látható változás bekövetkezéséig **pl. 732** másodpercre volt szükség.

(Megjegyzés: Olyan hosszú lehet a reakcióidő, hogy az elviheti az óra jelentős részét, így nem ajánlott ilyen koncentrációjú oldatot kiadni.)

b) Amennyiben  $0,5 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatot kapott a csoport:

A szemmel látható változás bekövetkezéséig **pl. 21** másodpercre volt szükség.

c) Amennyiben  $2,0 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatot kapott a csoport:

A szemmel látható változás bekövetkezéséig **pl. 5** másodpercre volt szükség.

### Lehetséges következtetés:

A 3. Kísérletben mért időket is figyelembe véve az ismeretlen oldat koncentrációja valószínűleg

a) **0,01**  $\text{mol/dm}^3$ ,

b) **0,5**  $\text{mol/dm}^3$ ,

c) **2,0**  $\text{mol/dm}^3$ ,

mert

a) **hosszabb időre volt szükség, mint a  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú sósav esetében és az eltelt idő csökken a sósav koncentrációjának növekedésével.**

b) **rövidebb idő alatt bekövetkezett a változás, mint a  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  oldat esetében, de több időre volt szükség, mint az  $1,0 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú sósav esetében és az eltelt idő csökken a sósav koncentrációjának növekedésével.**

c) **gyorsabban bekövetkezett a változás, mint a  $2,0 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldat esetében és az eltelt idő csökken a sósav koncentrációjának növekedésével.**

[Csak a 3. típusú feladat esetén]

### 4. Kísérlet:

Most határozzátok meg az „ISMERETLEN” feliratú főzőpohárban található sósav koncentrációját! Lehetséges koncentrációk:

- $0,01 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú sósav,
- $0,5 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú sósav,
- $2,0 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú sósav.

Gondoljatok arra, hogy az előbbi kísérletek során az „**egyszerre csak egy tényezőt változtatunk**” elvet használtuk, a többi (eszközök, anyagok és az elvégzett műveletek) ugyanaz volt. A **változó tényezők** ezek voltak:

- a 2. Kísérletnél a nátrium-tioszulfát-oldat koncentrációja;
- a 3. Kísérletnél a sósav koncentrációja.

Melyik kísérletet mérési adataihoz kell hasonlítani az ismeretlen koncentrációjú sósav esetén mérendő időt?

A **3.** Kísérlet adataihoz. Hogyan viszonyulna az ismeretlen sósav esetén mérendő idő a korábban mért időkhöz az egyes sósav koncentrációk esetében? Tervezzétek meg a kísérletet! (Az eddig használt csempét használjátok!)

### A kísérlet terve:

Lehetséges terv:

Az ismeretlen koncentrációjú sósavból két cseppnyi mennyiséget teszünk a csempére, majd hozzáadunk 2 csepp  $1,0 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat. Megmérve az eltelt időt, 3. Kísérlet eredményeit felhasználva következtetni lehet az ismeretlen oldat koncentrációjára.

(Megjegyzés:

- A tanulók az egyes oldatcseppeket fordított sorrendben is felvihetik a csempére.
- A  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat nem használható, mert a 2. Kísérletben meghatározott reakcióidők nem relevánsak.)

**Tapasztalat:**

(Megjegyzés: a 4. Kísérlet tapasztalata és következtetése megegyezik az 1. és 2. típusú feladatlapénál leírtakkal.)

Lehetséges tapasztalat:

a) Amennyiben  $0,01 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatot kapott a csoport:

A szemmel látható változás bekövetkezéséig **pl. 732** másodpercre volt szükség.

(Megjegyzés: Olyan hosszú lehet a reakcióidő, hogy az elviheti az óra jelentős részét, így nem ajánlott ilyen koncentrációjú oldatot kiadni.)

b) Amennyiben  $0,5 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatot kapott a csoport:

A szemmel látható változás bekövetkezéséig **pl. 21** másodpercre volt szükség.

c) Amennyiben  $2,0 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatot kapott a csoport:

A szemmel látható változás bekövetkezéséig **pl. 5** másodpercre volt szükség.

**Következtetés:**

Az ismeretlen sósav koncentrációja

a)  $0,01 \text{ mol/dm}^3$ ,

b)  $0,5 \text{ mol/dm}^3$ ,

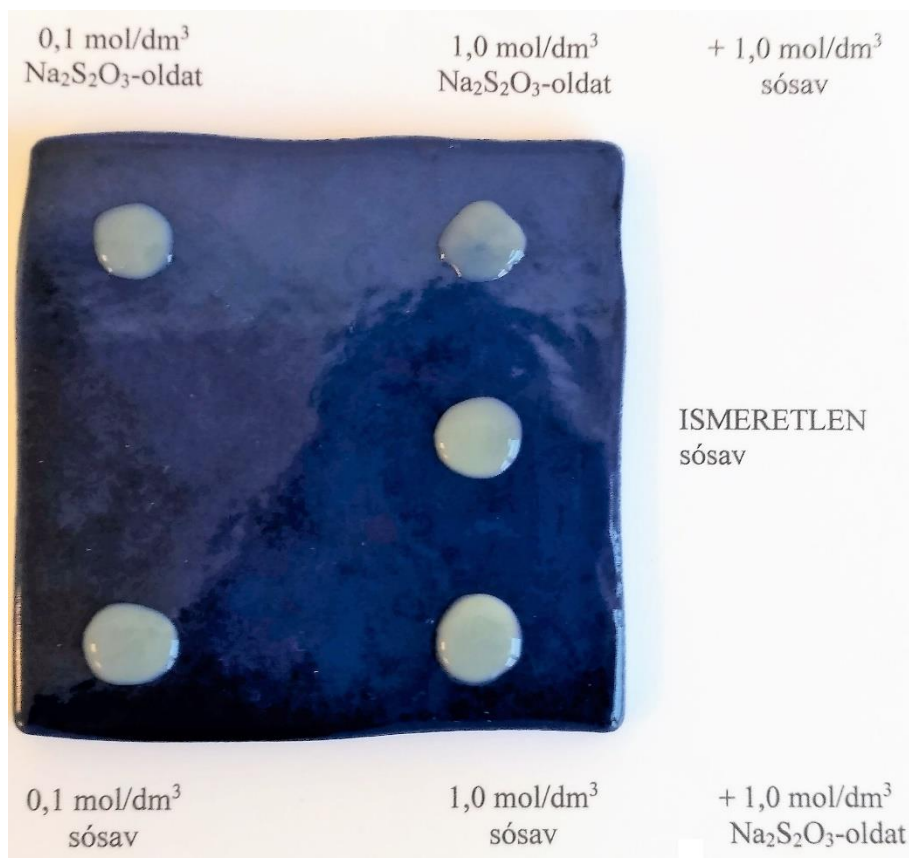
c)  $2,0 \text{ mol/dm}^3$ ,

mert

a) hosszabb időre volt szükség, mint a  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú sósav esetében és az eltelt idő csökken a sósav koncentrációjának növekedésével.

b) rövidebb idő alatt bekövetkezett a változás, mint a  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  oldat esetében, de több időre volt szükség, mint az  $1,0 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú sósav esetében és az eltelt idő csökken a sósav koncentrációjának növekedésével.

c) gyorsabban bekövetkezett a változás, mint a  $2,0 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldat esetében és az eltelt idő csökken a sósav koncentrációjának növekedésével.



[Mindhárom típusú feladat esetén]

#### 5. Kísérlet:

A tálcán található „MELEG” felirattal rendelkező sötét színű csempe egyik sarkában cseppentsetek 2 cseppet a  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldatból. Ezután melegítsétek a csempét alulról egy borszeszégő segítségével. Kb. 15 másodperc után cseppentsetek az előző csepphez a  $1,0 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú sósavból, majd mérjétek meg, mennyi idő szükséges a változás bekövetkezéséhez.

**Tapasztalat:** A szemmel látható változás bekövetkezéséig **pl. 35** másodpercre volt szükség.

**Magyarázat:** Magasabb hőmérsékleten a részecskék **lassabban/gyorsabban** mozognak, ezért **ritkábban/gyakrabban** ütköznek és **kevesebb/több** részecskének van meg az átalakuláshoz szükséges aktiválási energiája is. Magasabb hőmérsékleten tehát a reakciók sebessége **kisebb/nagyobb**.

[Csak a 3. típusú feladat esetén]

Mi volt ebben a kísérletben a **változó tényező**? **A hőmérséklet.**

[Mindhárom típusú feladat esetén]

**Következtetés:** Melegítéssel **lassíthatók/gyorsíthatók** a reakciók.

Tehát a **reakciók sebessége** a következő 3 tényezőtől **függ**: 1. **az alkalmazott katalizátortól**

2. **a kiindulási anyagok koncentrációjától** 3. **a hőmérséklettől**



(Megjegyzés: A mért időt a megfelelő koncentrációjú hideg oldatokkal végzett reakciók mérési eredményeivel kell összehasonlítani.)

**6. Kísérlet:** (VÁLASZTHATÓ: ha van olyan csoport, amelyik sokkal hamarabb végez a kísérletekkel a többiekénél, és még nincs vége az órának)

A melegített csempé hideg felében, egymástól távolabb, 3 különböző helyre cseppentsetek rendre 2-2 cseppet a híg hidrogén-peroxid-oldatból ( $\text{H}_2\text{O}_2$ -oldat). Az egyik oldatcseppet kontrollként használjuk (vagyis ahhoz hasonlítjuk a másik két esetben bekövetkező változásokat).

Adjatok a második oldatcsepphez kevés (pici kanálhegynyi) szilárd konyhasót ( $\text{NaCl}$ ), a harmadik csepphez pedig kb. ugyanannyi barnakőport ( $\text{MnO}_2$ ). Figyeljétek meg a jelenséget!

**A kísérlet során nagyon óvatossá kell lenni, nehogy a melegített csempé megégesse az ujjakat!**

**Tapasztalatok:**

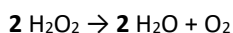
Az első csepp esetében **nem történt semmi/gázfejlődés volt megfigyelhető.**

A második csepp esetében **nem történt semmi/gázfejlődés volt megfigyelhető.**

A harmadik csepp esetében **nem történt semmi/gázfejlődés volt megfigyelhető.**

**Magyarázatok:**

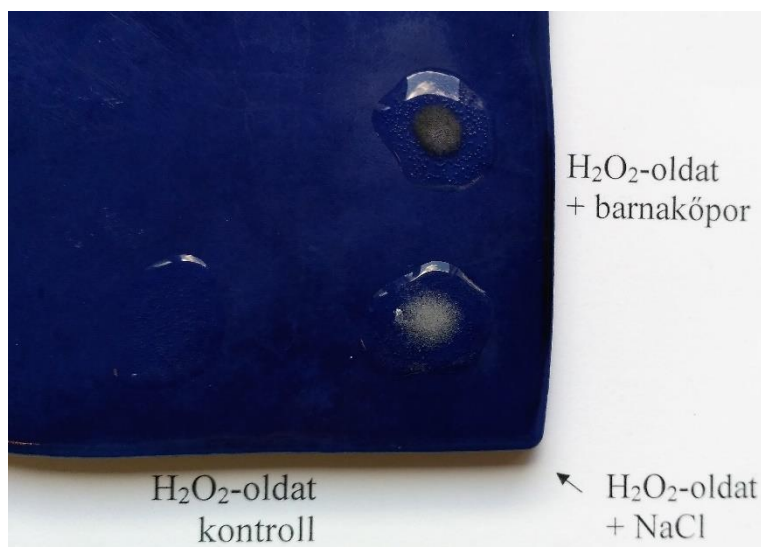
A hidrogén-peroxid a következő, **rendezendő** egyenlet szerint bomlik:



A gázfejlődést a keletkező **oxigéngáz** okozta.

A hidrogén-peroxid nagyon lassan bomlik, azonban **konyhasó/barnakőpor** hozzáadásával a reakció jelentős mértékben gyorsul.

Következtetés: A ~~konyszó~~/barnakőpor katalizálja a hidrogén-peroxid bomlását.



[Csak a 2. típusú feladat esetén]

A kísérletek megtervezéséhez az „egyszerre csak egy tényezőt változtatunk” elvet használtuk:

- a 2. Kísérletnél kizárólag a nátrium-tioszulfát-oldatok koncentrációját változtattuk meg;
- a 3. Kísérletnél csak a sósav koncentrációját változtattuk meg;
- az 5. Kísérletnél a hőmérséklet volt a változó tényező.

A harmadik kísérletben megbizonyosodtunk, hogy a reakciósebesség a sósav koncentrációjával nő. Ezt alapul véve a 4. Kísérletben az ismeretlen oldattal végzett reakció sebességét hasonlítottuk össze a 3. Kísérlet eredményeivel, ami alapján következtetni lehet az ismeretlen oldat összetételére. Megfelelő műszerek segítségével és pontos koncentrációjú oldatok használatával akár igen pontos eredményt is kaphatunk a reakciósebességre vonatkozóan.

#### Házi feladat

1. Mi lehet az oka, hogy az egyes csoportok nem azonos reakcióidőket mértek ugyanazon kísérletek esetében?

Lehetséges válaszok:

- **Az egyes tanulócsoporthoz nem ugyanannak a színárnyalatnak a megjelenéséhez szükséges időt mérték.**
- **Ha nem ugyanakkora volt a 2-2 csepp, akkor az is eredményezhetett ilyen jellegű eltérést.**

2. Hogyan lehetne lassítani egy reakciót?

Lehetséges válaszok:

- **Lehűtjük a reakcióelegyet.**
- **Olyan segédanyagot használunk, amely valamely köztiterméket megköt.**

3. Az interneten a reakciósebességgel foglalkozó weblapokon gyakran jelenik meg az „órareakció” („clock reaction”) kifejezés. Miért adhatták ezen folyamatoknak ezt a szokatlan nevet?

Lehetséges válasz:

- **Ezen reakciók esetében a változás – a pontos koncentrációk ismeretében – szinte másodperc-pontossággal megjósolható, vagyis akár óráként is használhatók.**



# 17. feladatlap: Az indikátoroktól az országzászlóig<sup>78</sup>

(Az első változatot készítette: Kiss Edina)

## Módszertani útmutató

**1. Téma:** Az indikátorok, erős és gyenge savak, illetve bázisok, valamint a sók hidrolízise (gyakorló óra)

**2. Felhasználás:** 9. osztály, 45 perces óra

**3. Szükséges előzetes ismeretek:**

- Sav és bázis fogalma Arrhenius és Brønsted szerint.
- Kémhatás (savas, semleges, lúgos), a pH fogalma.
- A kémhatás és a pH értékének kapcsolata.
- Erős és gyenge savak, illetve bázisok fogalma, példák ismerete.
- Sók hidrolízise, és annak magyarázata Arrhenius és Brønsted elméletével.

**4. Célok:**

- A minőségi analízis egyik formájának gyakorlása. Annak tudatosítása, hogy a sav-bázis indikátorok használata nem öncélú: azon felül, hogy változatos színekkel különleges esztétikai élményt nyújtanak, a kémhatás és pH meghatározásának, továbbá a sav-bázis titrálásnak nélkülözhetetlen anyagai.
- Arrhenius és Brønsted elméletének elmélyítése. Annak tudatosítása, hogy nem lehet mindent csak egy elmélettel magyarázni.
- Fel kell hívni arra a figyelmet, hogy két azonos koncentrációjú sav- illetve lúgoldal pH-ja függ a savak, illetve bázisok erősségétől, illetve értékűségétől is.

**5. Tananyag:**

- **Ismeret szint**
  - Az Arrhenius- és a Brønsted-elmélet ismerete, savak és bázisok azonosítása.
  - Bizonyos indikátorok különböző kémhatásoknál mutatott színeinek ismerete.
  - A 2. és 3. típusú csoport esetében a „*ceteris paribus*” (azaz „egyszerre csak egy paramétert változtatunk”) elv ismerete.
- **Megértés szint**
  - Annak megértése, hogy hogyan keletkeznek és kerülnek túlsúlyba a hidrogénionok, illetve a hidroxidionok a savak és bázisok vizes oldataiban Arrhenius illetve Brønsted elmélete szerint.
  - Annak megértése, hogy hogyan függ egy só vizes oldatának kémhatása attól, hogy a só milyen erősségű bázis és sav reakciójából származik.
- **Alkalmazás szint**
  - Az Arrhenius- és a Brønsted-elmélet alkalmazása a savak, bázisok és hidrolizáló sók meghatározásában, illetve kémhatásuk magyarázatában.
  - Az indikátorok eltérő színeinek alkalmazása a kémhatás meghatározásában.
- **Magasabb rendű műveletek**
  - Az azonos kémhatású anyagok pH-jának sorba rendezése nagyság szerint pusztán a rendelkezésre álló indikátorok és egyéb információk (savak erőssége, koncentrációja) segítségével.

---

<sup>78</sup>Jelen feladatlap alapjául az alábbi forrás szolgált: Kutrovács László: „Indikátorok” című óraterve

<http://ttomc.elte.hu/kiadvany/22-oraterv-kemia-es-kornyezettan-tanitasahoz-szerkesztheto-formaban-19-word-fajl-es-11-ppt> (utolsó letöltés: 2018. 09. 01.)

- A 3. típusú csoport esetében a ténybeli tudást biztosító kísérletek és a megismert összefüggések segítségével egy természettudományos kísérlet megtervezése.

## 6. Módszertani megfontolások

- Érdemes arra felhívni a tanulók figyelmét, hogy az olyan esetekben, amikor az indikátorok nem eltérő színekkel, hanem színárnyalatbeli eltérésekkel jelzik a pH-különbséget, azonos mennyiségű oldathoz azonos mennyiségű indikátort kell adni (az „egyszerre csak egy tényezőt változtatunk” elvet alkalmazva). Például a vöröskáposztalé rózsaszín színnel jelzi a gyengén savas és vörös színnel az erősen savas kémhatást. Ezért nehéz megkülönböztetni a sok vöröskáposztalét tartalmazó gyengén savas oldatot a kevés vöröskáposztalét tartalmazó erősen savas oldattól. Azokban az esetekben azonban, amikor az indikátor a két különböző oldatban teljesen más színű (pl. kék és sárga), nincs jelentősége, hogy milyen az indikátor koncentrációja a vizsgált oldatokban, mert a halványabb kék is jól megkülönböztethető az erősebb sárgától (és fordítva).
- A megelőző órán házi feladatként kell feladni az első táblázatban szereplő indikátorok különböző pH-tartományokban való viselkedésének ismétlését, illetve a megbízható forrásokból való kiderítését, azaz irodalmazását. A 2. és 3. típusú csoporttal meg kell beszélni, hogy az irodalmazás fontos a kísérlettervezéshez. Azok az eredmények, adatok, amelyeket korábban már a szakirodalomban leírtak, a rájuk való hivatkozással felhasználhatók a további kutatásokban.
- A 2. kísérletben sók hidrolízisét vizsgáljuk. Célunk a különböző erősségű savakból és bázisokból származó sók kémhatásának bemutatása. (Kivételt képez ez alól a gyenge savból és gyenge bázisból származó só.) Azonban a rendszerint tankönyvi példaként szereplő ammónium-klorid (és az ammónium-szulfát) savas kémhatását nem sikerült kimutatni vöröskáposztaléval, még viszonylag tömény oldatban sem. Sajnos a vöröskáposztalé átcsapási pontjai nem teszik ezt lehetővé. Ugyanez a helyzet a lakmusszal, a metilnarancs indikátorral, és az univerzális indikátorpapírral is. Ezért ennél a kísérletnél univerzális indikátor oldatot<sup>79</sup> használunk. Segítségével kimutatható a savas kémhatás, jól meg is különböztethető a nátrium-klorid és a nátrium-hidrogénkarbonát vizes oldataiban látott színektől.

## 7. Technikai segédlet

- **Anyagok és eszközök a tanuló-kísérletekhez tálcánként**
  - 1 db fehér csempe
  - 4 db cseppentős üvegcsé (vagy más edény, és hozzávaló cseppentő), bennük metilnarancs-, fenolftalein-, vöröskáposztalé-, és univerzális indikátor  
(Megjegyzés: Vöröskáposztalé helyett egyszerűen kevés vízben párolt vöröskáposztalé-darabok is használhatók.)
  - 1 db alkoholos filctoll
  - 1 db kisebb vonalzó
  - 3 db kisebb főzőpohár
  - 3 db cseppentő a zászló készítéséhez
  - 1-2 db kémcsőállvány 10 db kémcsőhöz
  - 10 db kémcső, bennük az alábbi anyagok 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú oldatából azonos térfogat (pl. 2 cm<sup>3</sup>):
    - hidrogén-klorid
    - ecetsav
    - nátrium-hidroxid
    - ammónia
    - nátrium-hidrogén-karbonát

<sup>79</sup> Megvásárolható pl. a Szkarabeusz laboratóriumi kft.-nél UNISOL 113 néven (színskálával, küvettával). 100 ml bruttó 13589 Ft-ba kerül jelenleg.

- nátrium-klorid
  - ammónium-klorid
- és a tanulók számára ismeretlen sorrendben, sorszámokkal ellátva
- kálium-hidroxid
  - nátrium-karbonát
  - salétromsav
- valamint
- védőszemüveg
  - védőkesztyű
- az 1. és 2. csoport részére 3 kisebb főzőpohárban további sósav, ecetsavoldat és nátrium-karbonát-oldat azonos térfogata (pl. 10 cm<sup>3</sup>)
  - a 3. csoport részére a tervezés miatt ajánlott mindegyik fent megnevezett oldatból a tanári asztalon egy tálcán tartani kb. 100 cm<sup>3</sup> mennyiséget, és mindig a tanulói csoport által kért oldatokból adunk ki azonos térfogatot (pl. 10 cm<sup>3</sup>) 3 kisebb főzőpohárba
  - **Előkészítés**  
A szintelen oldatokat feliratozott, műanyag pálinkás poharakban<sup>80</sup> vagy körömlakkok bemutatására szolgáló műanyag eszközben, esetleg festőpalettában is kiadhatjuk. Ezzel nagymértékben csökkenthető a mosogatással töltött idő. Ugyanakkor a teljes osztállyal, vagy kevésbé felszerelt szertárral dolgozó kollégák számára a kísérletek eszközigénye is csökken.
    - Ideális felszereltség esetén az előkészítéshez az 1. és a 2. típusú feladatlapot megoldó csoportok számára szükséges anyagok és eszközök a következő fényképen láthatók:



- Ideális felszereltség esetén az előkészítéshez a 3. típusú feladatlapot megoldó csoportok számára szükséges anyagok és eszközök a következő fényképen láthatók:

<sup>80</sup> A poharak megvásárolhatók pl. a [www.palm.hu](http://www.palm.hu) oldalon, 50 darab ára jelenleg 469 Ft.



- **Balesetvédelem**

A felhasznált sav- és lúgoldatok miatt át kell ismételni az ide vonatkozó balesetvédelmi előírásokat. A tanulók se egymásra, se magukra ne öntsék az oldatokat. Ha mégis megtörténik, akkor legyen kéznél papírtörülő, mellyel alaposan letörlik a szennyezett bőrfelületet, majd bő vízzel lemossák. Fel kell hívni a tanulók figyelmét arra, hogy ne öntögessék össze az oldatokat még az óra végén sem. Védőkesztyű és védőszemüveg használata kötelező.

- **Hulladékkezelés**

Az oldatok elegyíthetők, majd semleges kémhatásúvá alakítva a lefolyóba önthetők.

## Az indikátoroktól az országzászlóig (1. típus: receptszerű változat)

Színes festékekkel képeket készíteni mindenki tud. Mennyivel izgalmasabb azonban színtelen oldatok színét változtatgatva színes ábrákat készíteni! Ugyanis a sav-bázis indikátorok színe a hozzájuk adott színtelen oldatok pH-jától függően változhat. Például a vöröskáposztalé ilyen természetes indikátor, amellyel már dolgoztatok. Egyes virágok színanyagai is indikátorként viselkednek. Azonban az interneten butaságok is olvashatók, például abban a cikkben, mely a hortenzia virág színének megváltoztatásáról szól.<sup>81</sup> **Keressetek hibákat** az alábbi idézetekben!

*„Nem árt tudnunk, hogy a pH (pondus Hidrogenii, hidrogénion-kitevő) a kertészetben a talaj kémhatását (savasságát vagy lúgosságát) jellemzi. Minél magasabb a hidrogénionok koncentrációja, annál lúgosabb a talaj.”*

Mi a hiba?.....

*„Az apróra tört tojáshéj szintén növeli a talaj savasságát.”*

Mi a hiba?.....

Az ezeket a hibás tanácsokat követők biztosan nem fogják megérteni, mi okozza a különböző színeket. **Érdemes** tehát **jól tudnunk a kémiát, ha tényleg a saját elképzeléseink szerint szeretnénk alakítani a környezetünket.**

A következő kísérletekhez már otthon átismételtétek, illetve kiderítettétek négy, jól ismert indikátor színét. Töltsétek ki ennek megfelelően az alábbi táblázatot!

| Indikátor neve        | Indikátor színe |                   |                |
|-----------------------|-----------------|-------------------|----------------|
|                       | savas közegben  | semleges közegben | lúgos közegben |
| fenolftalein          |                 |                   |                |
| metilnarancs          |                 |                   |                |
| vöröskáposztalé       |                 |                   |                |
| univerzális indikátor |                 |                   |                |

A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat a táblázatokba, valamint a magyarázatokat az alattuk lévő mondatok kiegészítésével és a **vastagon nyomtatott** szavak közül a **megfelelő aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő áthúzásával!**

**1. Kísérlet:** A tálcatokon 4 kémcsőben rendre a következő anyagok **0,1 mol/dm<sup>3</sup>-es koncentrációjú** oldatából **azonos térfogatút** találtak: hidrogén-klorid, ecetsav, nátrium-hidroxid és ammónia. Tegyetek mindegyik oldatba 3-3 csepp vöröskáposztalevet! Mit tapasztaltok? Töltsétek ki a táblázatot! Hogyan viszonyul egymáshoz az egyes oldatok pH-ja? Tegyétek növekvő sorrendbe azokat! Mi a magyarázata annak, hogy az oldatok pH-ja eltér, az azonos koncentráció ellenére?

**Tapasztalatok és következtetések:**

| Indikátor neve     | Indikátor színe |              |            |                        |
|--------------------|-----------------|--------------|------------|------------------------|
|                    | HCl-oldat       | ecetsavoldat | NaOH-oldat | NH <sub>3</sub> -oldat |
| vöröskáposztalé    |                 |              |            |                        |
| az oldat kémhatása |                 |              |            |                        |

**Következmény:** Az azonos koncentráció ellenére, a sósav (HCl-oldat) pH-ja **nagyobb/kisebb**, mint az ecetsavoldaté. Az azonos koncentrációjú NaOH-oldat pH-ja **nagyobb/kisebb**, mint a szalmiákszeszé (NH<sub>3</sub>-oldat).

Az oldatok növekvő pH szerinti sorrendje: 1..... 2..... 3..... 4.....

**Magyarázatok:**

<sup>81</sup><https://hobbikert.hu/magazin/buveszmutatvany-hobbikerteszeknek-valtoztasd-meg-a-hortenzia-szinet.html> (utolsó letöltés: 2018. 09. 01.)

A HCl **erősebb/gyengébb** sav az ecetsavnál, ezért **több/kevesebb** hidrogéniont juttat az oldatba disszociációja során azonos koncentráció mellett.

A NaOH **erősebb/gyengébb** bázis, mint az ammónia, ezért vizes oldatában **több/kevesebb** hidroxidion keletkezik azonos koncentráció mellett.

**2. Kísérlet:** A következő kísérlethez a tálcákon 3 kémcsőben rendre szódabikarbóna ( $\text{NaHCO}_3$ ), konyhasó ( $\text{NaCl}$ ) és szalmiáksó ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) **azonos térfogatú és koncentrációjú** vizes oldatát találjátok. Tegyetek az oldatokhoz 3-3 csepp univerzális indikátort! Az előzőhöz hasonlóan töltsétek ki a táblázatot a tapasztalatokkal! Mi ennek a magyarázata?

**Tapasztalatok és következtetések:**

| Indikátor neve        | Indikátor színe         |                      |                               |
|-----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------------|
|                       | $\text{NaHCO}_3$ -oldat | $\text{NaCl}$ -oldat | $\text{NH}_4\text{Cl}$ -oldat |
| univerzális indikátor |                         |                      |                               |
| az oldat kémhatása    |                         |                      |                               |

**Magyarázat:** Vizes oldatban a sók ionjaikra disszociálnak. A kation és az anion sav-bázis reakcióba léphet a vízzel. Az ilyen reakciókat **hidrolízisnek** nevezzük. Egy erős savból származó anion **erős/gyenge** bázisként viselkedik, **nem lép reakcióba a vízzel**. Ugyanakkor egy gyenge savból származó anion **erős/gyenge** bázisként reagál a vízzel, **attól hidrogéniont képes felvenni**. Eközben a vízből **hidroxidion/oxóniumion** lesz, emiatt az oldat **lúgos/savas** kémhatásúvá válik. A bázisok esetében mindez fordítva van. Az erős bázisból származó kation **erős/gyenge** sav, ezért nem reagál a vízzel. A gyenge bázisból származó kation **erős/gyenge** savként lép reakcióba a vízzel. Ezzel megnő a **hidrogénionok/hidroxidionok** koncentrációja, azaz az oldat **savas/lúgos** kémhatású lesz. Az egyes sóoldatok esetén, vízzel végbemenő reakciók:

$\text{NaHCO}_3$ -oldatban: .....

$\text{NaCl}$ -oldatban: .....

$\text{NH}_4\text{Cl}$ -oldatban: .....

**3. Kísérlet:** Három számozott kémcsőben ismeretlen sorrendben a következő oldatok azonos térfogatúak vannak: KOH-oldat,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -oldat és  $\text{HNO}_3$ -oldat. Mindegyik  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú. Határozzátok meg, hogy melyik kémcsőben mi van! Állítsátok pH-értékük alapján növekvő sorrendbe az oldatokat! Tegyetek mindegyik kémcsőbe 3-3 cseppet valamelyik eddig használt indikátorból! Töltsétek ki a táblázatot a megfelelő tapasztalatokkal és vonjátok le a következtetéseket!

**Tapasztalatok és következtetések:**

| Indikátor neve     | Indikátor színe |           |           |
|--------------------|-----------------|-----------|-----------|
|                    | 1. kémcső       | 2. kémcső | 3. kémcső |
| az oldat kémhatása |                 |           |           |

**Válasz:** 1. kémcső tartalma: .....

2. kémcső tartalma: .....

3. kémcső tartalma: .....

Növekvő pH szerint: .....

**Magyarázat:** A KOH-oldat a ..... számú kémcsőben volt, mert kémhatása **erősen/gyengén savas/lúgos**. A  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -oldat a ..... számú kémcsőben volt, mert kémhatása **erősen/gyengén savas/lúgos**. Végül a  $\text{HNO}_3$ -oldat a ..... számú kémcsőben volt, mert kémhatása **erősen/gyengén savas/lúgos**.

**4. Kísérlet:** Most jöjjön a művészet! Az eddig felhasznált oldatok és indikátorok segítségével a tálcátokon lévő fehér csempén rajzoljátok meg és színezzétek ki a magyar zászlót! Ehhez piros, fehér és zöld színekre van szükség. Az alábbi táblázat segít „kikeverni” a megfelelő színeket. A fehér helyét akár üresen is hagyhatjátok.

|                 |              |              |  |
|-----------------|--------------|--------------|--|
| a zászló színei | piros        | fehér        | zöld                                   |
| oldat           | sósav        | ecetsavoldat | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -oldat |
| indikátor       | metilnarancs | fenolftalein | vöröskáposztalé                        |

Ha sikerült festeni egy magyar zászlót, készítsetek róla fényképet!

## Az indikátoroktól az országzászlóig (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

Színes festékekkel képeket készíteni mindenki tud. Mennyivel izgalmasabb azonban színtelen oldatok színét változtatgatva színes ábrákat készíteni! Ugyanis a sav-bázis indikátorok színe a hozzájuk adott színtelen oldatok pH-jától függően változhat. Például a vöröskáposztalé ilyen természetes indikátor, amellyel már dolgoztatok. Egyes virágok színanyagai is indikátorként viselkednek. Azonban az interneten butaságok is olvashatók, például abban a cikkben, mely a hortenzia virág színének megváltoztatásáról szól.<sup>82</sup> **Keressetek hibákat** az alábbi idézetekben!

„Nem árt tudnunk, hogy a pH (pondus Hidrogenii, hidrogénion-kitevő) a kertészetben a talaj kémhatását (savasságát vagy lúgosságát) jellemzi. Minél magasabb a hidrogénionok koncentrációja, annál lúgosabb a talaj.”

Mi a hiba?.....

„Az apróra tört tojáshéj szintén növeli a talaj savasságát.”

Mi a hiba?.....

Az ezeket a tanácsokat követők biztosan nem fogják megérteni, mi okozza a különböző színeket. **Érdeemes tehát jól tudnunk a kémiát, ha tényleg a saját elképzeléseink szerint szeretnénk alakítani a környezetünket.**

A következő kísérletekhez már otthon átisméltettétek, illetve kiderítettétek négy, jól ismert indikátor színét. Töltsétek ki ennek megfelelően az alábbi táblázatot!

| Indikátor neve        | Indikátor színe |                   |                |
|-----------------------|-----------------|-------------------|----------------|
|                       | savas közegben  | semleges közegben | lúgos közegben |
| fenolftalein          |                 |                   |                |
| metilnarancs          |                 |                   |                |
| vöröskáposztalé       |                 |                   |                |
| univerzális indikátor |                 |                   |                |

A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat a táblázatokba, valamint a magyarázatokat az alattuk lévő mondatok kiegészítésével és a **vastagon nyomtatott** szavak közül a **megfelelő aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő áthúzásával!**

**1. Kísérlet:** A tálcátokon 4 kémcsőben rendre a következő anyagok **0,1 mol/dm<sup>3</sup>-es koncentrációjú** oldatából **azonos térfogatút** találtok: hidrogén-klorid, ecetsav, nátrium-hidroxid és ammónia. Tegyetek mindegyik oldatba 3-3 csepp vöröskáposztalévet! Mit tapasztaltok? Töltsétek ki a táblázatot! Hogyan viszonyul egymáshoz az egyes oldatok pH-ja? Tegyetek növekvő sorrendbe azokat! Mi a magyarázata annak, hogy az oldatok pH-ja eltér, az azonos koncentráció ellenére?

**Tapasztalatok és következtetések:**

| Indikátor neve     | Indikátor színe |              |            |                        |
|--------------------|-----------------|--------------|------------|------------------------|
|                    | HCl-oldat       | ecetsavoldat | NaOH-oldat | NH <sub>3</sub> -oldat |
| vöröskáposztalé    |                 |              |            |                        |
| az oldat kémhatása |                 |              |            |                        |

**Következmény:** Az azonos koncentráció ellenére, a sósav (HCl-oldat) pH-ja **nagyobb/kisebb**, mint az ecetsavoldaté. Az azonos koncentrációjú NaOH-oldat pH-ja **nagyobb/kisebb**, mint a szalmiákszeszé (NH<sub>3</sub>-oldat).

Az oldatok növekvő pH szerinti sorrendje: 1..... 2..... 3..... 4.....

**Magyarázatok:**

A HCl **erősebb/gyengébb** sav az ecetsavnál, ezért **több/kevesebb** hidrogéniont juttat az oldatba disszociációja során azonos koncentráció mellett.

<sup>82</sup><https://hobbikert.hu/magazin/buveszmutatvany-hobbikerteszeknek-valtoztasd-meg-a-hortenzia-szinet.html> (utolsó letöltés: 2018. 09. 01.)



A NaOH **erősebb/gyengébb** bázis, mint az ammónia, ezért vizes oldatában **több/kevesebb** hidroxidion keletkezik azonos koncentráció mellett.

**2. Kísérlet:** A következő kísérlethez a tálcákon 3 kémcsőben rendre szódabikarbóna (NaHCO<sub>3</sub>), konyhasó (NaCl) és szalmiáksó (NH<sub>4</sub>Cl) **azonos térfogatú és koncentrációjú** vizes oldatát találjátok. Tegyetek az oldatokhoz 3-3 csepp univerzális indikátort! Az előzőhöz hasonlóan töltsétek ki a táblázatot a tapasztalatokkal! Mi ennek a magyarázata?

**Tapasztalatok és következtetések:**

| Indikátor neve        | Indikátor színe           |            |                          |
|-----------------------|---------------------------|------------|--------------------------|
|                       | NaHCO <sub>3</sub> -oldat | NaCl-oldat | NH <sub>4</sub> Cl-oldat |
| univerzális indikátor |                           |            |                          |
| az oldat kémhatása    |                           |            |                          |

**Magyarázat:** Vizes oldatban a sók ionjaikra disszociálnak. A kation és az anion sav-bázis reakcióba léphetnek a vízzel. Az ilyen reakciókat **hidrolízisnek** nevezzük. Egy erős savból származó anion **erős/gyenge** bázisként viselkedik, **nem lép reakcióba a vízzel**. Ugyanakkor egy gyenge savból származó anion **erős/gyenge** bázisként reagál a vízzel, **attól hidrogéniont képes felvenni**. Eközben a vízből **hidroxidion/oxóniumion** lesz, emiatt az oldat **lúgos/savas** kémhatásúvá válik. A bázisok esetében mindez fordítva van. Az erős bázisból származó kation **erős/gyenge** sav, ezért nem reagál a vízzel. A gyenge bázisból származó kation **erős/gyenge** savként lép reakcióba a vízzel. Ezzel megnő a **hidrogénionok/hidroxidionok** koncentrációja, azaz az oldat **savas/lúgos** kémhatású lesz. Az egyes sóoldatok esetén, vízzel végbemenő reakciók:

NaHCO<sub>3</sub>-oldatban: .....

NaCl-oldatban: .....

NH<sub>4</sub>Cl-oldatban: .....

**3. Kísérlet:** Három számozott kémcsőben ismeretlen sorrendben a következő oldatok azonos térfogatai vannak: KOH-oldat, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-oldat és HNO<sub>3</sub>-oldat. Mindegyik 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú. Határozzátok meg, hogy melyik kémcsőben mi van! Állítsátok pH értékük alapján növekvő sorrendbe az oldatokat! Tegyetek mindegyik kémcsőbe 3-3 cseppet valamelyik eddig használt indikátorból! Töltsétek ki a táblázatot a megfelelő tapasztalatokkal és vonjátok le a következtetéseket!

**Tapasztalatok és következtetések:**

| Indikátor neve     | Indikátor színe |           |           |
|--------------------|-----------------|-----------|-----------|
|                    | 1. kémcső       | 2. kémcső | 3. kémcső |
|                    |                 |           |           |
| az oldat kémhatása |                 |           |           |

**Válasz:** 1. kémcső tartalma: .....

2. kémcső tartalma: .....

3. kémcső tartalma: .....

Növekvő pH szerint: .....

**Magyarázat:** A KOH-oldat a ..... számú kémcsőben volt, mert kémhatása **erősen/gyengén savas/lúgos**. A Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-oldat a ..... számú kémcsőben volt, mert kémhatása **erősen/gyengén savas/lúgos**. Végül a HNO<sub>3</sub>-oldat a ..... számú kémcsőben volt, mert kémhatása **erősen/gyengén savas/lúgos**.

**4. Kísérlet:** Most jöjjön a művészet! Az eddig felhasznált oldatok és indikátorok segítségével a tálcákon lévő fehér csempén rajzoljátok meg és színezzétek ki a magyar zászlót! Ehhez piros, fehér és zöld színekre van szükség.

Az alábbi táblázat segít „kikeverni” a megfelelő színeket. A fehér helyét akár üresen is hagyhatjátok.

|                 |              |              |  |
|-----------------|--------------|--------------|--|
| a zászló színei | piros        | fehér        | zöld                                   |
| oldat           | sósav        | ecetsavoldat | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -oldat |
| indikátor       | metilnarancs | fenolftalein | vöröskáposztalé                        |

Ha sikerült festeni egy magyar zászlót, készítsetek róla fényképet!

Az oldatok kémhatásának vizsgálata sav-bázis indikátorok segítségével a **minőségi analízis** egyik fajtája. Először azt kell megtudni, hogy az egyes indikátorok milyen színnel jelzik a különböző kémhatásokat. Amikor kiderítették, hogy milyen színeket kellett beírni az első táblázatba, akkor a szakirodalomból való adatgyűjtést modellezték. Ez az **irodalmazás** a természettudományos vizsgálatok tervezésének fontos része. Aztán már könnyedén megállapíthatjuk, hogy egy ismeretlen oldat milyen kémhatású, mivel **egy indikátor mindig ugyanolyan színnel jelez egy adott kémhatást**. A kísérletek során most is az „**egyszerre csak egy paramétert változtatunk**” elvet használtuk. A **változó** paraméter lehetett az **indikátor** vagy az **oldott anyag anyagi minősége**. A vizsgált **oldatok koncentrációja, térfogata** és a hozzájuk adott **indikátor mennyisége azonos** volt. Ennek azért volt jelentősége, mert a vöröskáposztalé gyengén savas oldatban mutatott rózsaszín színe egyébként nehezen lett volna megkülönböztethető az erősen savas oldatban mutatott vörös színtől.

### Az indikátoroktól az országzászlóig (3. típus: kísérlettervező változat)

Színes festékekkel képeket készíteni mindenki tud. Mennyivel izgalmasabb azonban színtelen oldatok színét változtatgatva színes ábrákat készíteni! Ugyanis a sav-bázis indikátorok színe a hozzájuk adott színtelen oldatok pH-jától függően változhat. Például a vöröskáposztalé ilyen természetes indikátor, amellyel már dolgoztatok. Egyes virágok színanyagai is indikátorként viselkednek. Azonban az interneten jó nagy butaságok is olvashatók, például abban a cikkben, mely a hortenzia virág színének megváltoztatásáról szól.<sup>83</sup> **Keressetek hibákat** az alábbi idézetekben!

„Nem árt tudnunk, hogy a pH (pondus Hidrogenii, hidrogénion-kitevő) a kertészetben a talaj kémhatását (savasságát vagy lúgosságát) jellemzi. Minél magasabb a hidrogénionok koncentrációja, annál lúgosabb a talaj.”

Mi a hiba?.....  
„Az apróra tört tojáshéj szintén növeli a talaj savasságát.”

Mi a hiba?.....  
Az ezeket a tanácsokat követők biztosan nem fogják megérteni, mi okozza a különböző színeket. **Érdeemes tehát jól tudnunk a kémiát, ha tényleg a saját elképzeléseink szerint szeretnénk alakítani a környezetünket.**

Az oldatok kémhatásának vizsgálata sav-bázis indikátorok segítségével a **minőségi analízis** egyik fajtája. Először azt kell megtudni, hogy az egyes indikátorok milyen színnel jelzik a különböző kémhatásokat. Aztán már könnyedén megállapíthatjuk, hogy egy ismeretlen oldat milyen kémhatású, mivel **egy indikátor mindig ugyanolyan színnel jelez egy adott kémhatást.** A következő kísérletekhez már otthon előzőleg átismételtétek, illetve a szakirodalom segítségével kiderítettétek négy, jól ismert indikátor színét. Ezzel az **irodalmazást** modelleztétek, ami fontos a kísérletek tervezéséhez. Töltsétek ki ennek megfelelően az alábbi táblázatot!

| Indikátor neve        | Indikátor színe |                   |                |
|-----------------------|-----------------|-------------------|----------------|
|                       | savas közegben  | semleges közegben | lúgos közegben |
| fenolftalein          |                 |                   |                |
| metilnarancs          |                 |                   |                |
| vöröskáposztalé       |                 |                   |                |
| univerzális indikátor |                 |                   |                |

A kísérletek során most is az „**egyszerre csak egy paramétert változtatunk**” elvet használjuk. A változó paraméter lehet az **indikátor** vagy az **oldott anyag anyagi minősége**. A vizsgált **oldatok térfogata, koncentrációja** és a hozzájuk adott **indikátor mennyisége azonos**. Ennek akkor van jelentősége, amikor az indikátor az eltérő kémhatást csak különböző **színárnyalatokkal** jelzi (pl. rózsaszín és vörös). A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat a táblázatokba, valamint a magyarázatokat az alattuk lévő mondatok kiegészítésével és a **vastagon nyomtatott** szavak közül a **megfelelő aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő áthúzásával!**

**1. Kísérlet:** A tálcatokon 4 kémcsőben rendre a következő anyagok **0,1 mol/dm<sup>3</sup>-es koncentrációjú** oldatából **azonos térfogatút** találtak: hidrogén-klorid, ecetsav, nátrium-hidroxid és ammónia. Tegyetek mindegyik oldatba 3-3 csepp vöröskáposztalevet! Mit tapasztaltok? Töltsétek ki a táblázatot! Hogyan viszonyul egymáshoz az egyes oldatok pH-ja? Tegyétek növekvő sorrendbe azokat! Mi a magyarázata annak, hogy az oldatok pH-ja eltér, az azonos koncentráció ellenére?

**Tapasztalatok és következtetések:**

<sup>83</sup><https://hobbikert.hu/magazin/buveszmutatvany-hobbikerteszeknek-valtoztasd-meg-a-hortenzia-szinet.html>  
(utolsó letöltés: 2018. 09. 01.)

| Indikátor neve     | Indikátor színe |              |            |                        |
|--------------------|-----------------|--------------|------------|------------------------|
|                    | HCl-oldat       | ecetsavoldat | NaOH-oldat | NH <sub>3</sub> -oldat |
| vöröskáposztalé    |                 |              |            |                        |
| az oldat kémhatása |                 |              |            |                        |

**Következmény:** Az azonos koncentráció ellenére, a sósav (HCl-oldat) pH-ja **nagyobb/kisebb**, mint az ecetsavoldaté. Az azonos koncentrációjú NaOH-oldat pH-ja **nagyobb/kisebb**, mint a szalmiákszeszé (NH<sub>3</sub>-oldat).

Az oldatok növekvő pH szerinti sorrendje: 1..... 2..... 3..... 4.....

**Magyarázat:** A HCl **erősebb/gyengébb** sav az ecetsavnál, ezért **több/kevesebb** hidrogéniont juttat az oldatba disszociációja során azonos koncentráció mellett. A NaOH **erősebb/gyengébb** bázis, mint az ammónia, ezért vizes oldatában **több/kevesebb** hidroxidion keletkezik azonos koncentráció mellett.

**2. Kísérlet:** A következő kísérlethez a tálcákon 3 kémcsőben rendre szódabikarbóna (NaHCO<sub>3</sub>), konyhasó (NaCl) és szalmiáksó (NH<sub>4</sub>Cl) **azonos térfogatú és koncentrációjú** vizes oldatát találjátok. Tegyetek az oldatokhoz 3-3 csepp univerzális indikátort! Az előzőhöz hasonlóan töltsétek ki a táblázatot a tapasztalatokkal! Mi ennek a magyarázata?

**Tapasztalatok és következtetések:**

| Indikátor neve        | Indikátor színe           |            |                          |
|-----------------------|---------------------------|------------|--------------------------|
|                       | NaHCO <sub>3</sub> -oldat | NaCl-oldat | NH <sub>4</sub> Cl-oldat |
| univerzális indikátor |                           |            |                          |
| az oldat kémhatása    |                           |            |                          |

**Magyarázat:** Vizes oldatban a sók ionjaikra disszociálnak. A kation és az anion sav-bázis reakcióba léphetnek a vízzel. Az ilyen reakciókat **hidrolízisnek** nevezzük. Egy erős savból származó anion **erős/gyenge** bázisként viselkedik, **nem lép reakcióba a vízzel**. Ugyanakkor egy gyenge savból származó anion **erős/gyenge** bázisként reagál a vízzel, **attól hidrogéniont képes felvenni**. Eközben a vízből **hidroxidion/oxóniumion** lesz, emiatt az oldat **lúgos/savas** kémhatásúvá válik. A bázisok esetében mindez fordítva van. Az erős bázisból származó kation **erős/gyenge** sav, ezért nem reagál a vízzel. A gyenge bázisból származó kation **erős/gyenge** savként lép reakcióba a vízzel. Ezzel megnő a **hidrogénionok/hidroxidionok** koncentrációja, azaz az oldat **savas/lúgos** kémhatású lesz. Az egyes sóoldatok esetén, vízzel végbemenő reakciók:

NaHCO<sub>3</sub>-oldatban:.....

NaCl-oldatban:.....

NH<sub>4</sub>Cl-oldatban:.....

**3. Kísérlet:** Három számozott kémcsőben ismeretlen sorrendben a következő oldatok azonos térfogatai vannak: KOH-oldat, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-oldat és HNO<sub>3</sub>-oldat. Mindegyik 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú. Tervezzetek kísérletet a kémcsövek tartalmának meghatározásához! Állítsátok pH értékük alapján növekvő sorrendbe az oldatokat!

**A kísérlet terve:**.....

.....

.....

**Tapasztalatok:**.....

.....

**Válasz:** 1. kémcső tartalma:.....

2. kémcső tartalma:.....

3. kémcső tartalma:.....

Növekvő pH szerint:.....

**Magyarázat:**.....

.....

.....

**4. Kísérlet:** Most jöjjön a művészet! Tervezték meg, hogy az eddig felhasznált oldatok és indikátorok segítségével a tálcákon lévő fehér csempén hogyan készítenétek el a magyar zászlót! Utána végezték is el a kísérletet!

**A kísérlet terve:** .....

.....

.....

Ha sikerült festeni egy magyar zászlót, készítsetek róla fényképet!

### Az indikátoroktól az országzászlóig (tanári változat)

Színes festékekkel képeket készíteni mindenki tud. Mennyivel izgalmasabb azonban színtelen oldatok színét változtatgatva színes ábrákat készíteni! Ugyanis a sav-bázis indikátorok színe a hozzájuk adott színtelen oldatok pH-jától függően változhat. Például a vöröskáposztalé ilyen természetes indikátor, amellyel már dolgoztatok. Egyes virágok színanyagai is indikátorként viselkednek. Azonban az interneten jó nagy butaságok is olvashatók, például abban a cikkben, mely a hortenzia virág színének megváltoztatásáról szól.<sup>84</sup> **Keressetek hibákat** az alábbi idézetekben!

„Nem árt tudnunk, hogy a pH (pondus Hidrogenii, hidrogénion-kitevő) a kertészetben a talaj kémhatását (savasságát vagy lúgosságát) jellemzi. Minél magasabb a hidrogénionok koncentrációja, annál lúgosabb a talaj.”

Mi a hiba? **A magasabb hidrogénion-koncentráció nem lúgosabb, hanem éppen savasabb talajra utal.**  
„Az apróra tört tojáshéj szintén növeli a talaj savasságát.”

Mi a hiba? **A tojáshéj kalcium-karbonát- tartalma nem oldódik vízben, így annak kémhatását nem befolyásolja. Sőt, amennyiben a talajban lévő savakkal reagál, inkább még csökkenti a talaj savasságát.**

Az ezeket a tanácsokat követők biztosan nem fogják megérteni, mi okozza a különböző színeket. **Érdeemes tehát jól tudnunk a kémiát, ha tényleg a saját elképzeléseink szerint szeretnénk alakítani a környezetünket.**

Megjegyzések:

- A nem biológia szakos kollégáknak érdemes utána nézniük, hogy miért változnak a pH-val éppen fordítva a hortenzia színei, mint általában a kék és lila virágoké (Az antociánok ugyanis savas közegben pirosak, lúgosban kékek vagy zöldek.) Értelmesebbnek tűnő magyarázat<sup>85</sup> alapján a pH indirekt módon befolyásolja a hortenzia színét, nem közvetlenül az antociánokon keresztül. Minél savasabb a talaj, annál több alumíniumiont tud felvenni, amitől kékebb lesz a virág (nyilván valamilyen kék színű alumíniumkomplex kialakulása irányába tolódik el az egyensúly savas közegben). Tehát az igazi megoldás az alumínium-timsónak a talajhoz adása, nem a tojáshéjé.
- Érdemes fölhívni a tanulók figyelmét az idézetekben előforduló egyéb hibákra is. Például a „Hidrogenii” szót kis „h”-val kell írni. Továbbá a kertészetben (mezőgazdaságban) a pH nem csak a talaj kémhatására jellemző, hanem sok minden másra is (pl. permetlé).

[Csak az 1. és a 2. típusú csoportoknak!]

A következő kísérletekhez már otthon átismételtétek, illetve kiderítettétek négy, jól ismert indikátor színét. Töltsétek ki ennek megfelelően az alábbi táblázatot!

| Indikátor neve        | Indikátor színe        |                   |                   |
|-----------------------|------------------------|-------------------|-------------------|
|                       | savas közegben         | semleges közegben | lúgos közegben    |
| fenoltalein           | <b>színtelen</b>       | <b>színtelen</b>  | <b>lila</b>       |
| metilnarancs          | <b>vörös</b>           | <b>sárga</b>      | <b>sárga</b>      |
| vöröskáposztalé       | <b>vörös/rózsaszín</b> | <b>lila</b>       | <b>zöld/sárga</b> |
| univerzális indikátor | <b>vörös/sárga</b>     | <b>zöld</b>       | <b>kék</b>        |

A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat a táblázatokba, valamint a magyarázatokat az alattuk lévő mondatok kiegészítésével és a **vastagon nyomtatott** szavak közül a **megfelelő aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő áthúzásával!**

[Csak a 3. típusú csoportoknak!]

<sup>84</sup><https://hobbikert.hu/magazin/buveszmutatvany-hobbikerteszeknek-valtoztasd-meg-a-hortenzia-szinet.html>  
(utolsó letöltés: 2018. 09. 01.)

<sup>85</sup>[https://borhykert.hu/kerteszetbudapest/MIERT-VALTOZTATJA-VIRAGSZINET-A-HORTENZIA-GERENDAHAZAK-Magazin\\_91174](https://borhykert.hu/kerteszetbudapest/MIERT-VALTOZTATJA-VIRAGSZINET-A-HORTENZIA-GERENDAHAZAK-Magazin_91174)  
(utolsó letöltés: 2018. 09. 01.)

Az oldatok kémhatásának vizsgálata sav-bázis indikátorok segítségével a **minőségi analízis** egyik fajtája. Először azt kell megtudni, hogy az egyes indikátorok milyen színnel jelzik a különböző kémhatásokat. Aztán már könnyedén megállapíthatjuk, hogy egy ismeretlen oldat milyen kémhatású, mivel **egy indikátor mindig ugyanolyan színnel jelez egy adott kémhatást**. A következő kísérletekhez már otthon előzőleg átisméltettük, illetve a szakirodalom segítségével kiderítettük négy, jól ismert indikátor színét. Ezzel az **irodalmazást** modelleztük, ami fontos a kísérletek tervezéséhez. Töltsétek ki ennek megfelelően az alábbi táblázatot!

| Indikátor neve        | Indikátor színe        |                   |                   |
|-----------------------|------------------------|-------------------|-------------------|
|                       | savas közegben         | semleges közegben | lúgos közegben    |
| fenolftalein          | <b>színtelen</b>       | <b>színtelen</b>  | <b>lila</b>       |
| metilnarancs          | <b>vörös</b>           | <b>sárga</b>      | <b>sárga</b>      |
| vöröskáposztalé       | <b>vörös/rózsaszín</b> | <b>lila</b>       | <b>zöld/sárga</b> |
| univerzális indikátor | <b>vörös/sárga</b>     | <b>zöld</b>       | <b>kék</b>        |

A kísérletek során most is az „**egyszerre csak egy paramétert változtatunk**” elvet használjuk. A változó paraméter lehet az **indikátor** vagy az **oldott anyag anyagi minősége**. A vizsgált **oldatok térfogata, koncentrációja** és a hozzájuk adott **indikátor mennyisége azonos**. Ennek akkor van jelentősége, amikor az indikátor az eltérő kémhatást csak különböző **színárnyalatokkal** jelzi (pl. rózsaszín és vörös). A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat a táblázatokba, valamint a magyarázatokat az alattuk lévő mondatok kiegészítésével és a **vastagon nyomtatott** szavak közül a **megfelelő aláhúzásával, vagy bekeretezésével, vagy a nem megfelelő áthúzásával!**

[Mindhárom típusú csoportnak!]

**1. Kísérlet:** A tálcatokon 4 kémcsőben rendre a következő anyagok **0,1 mol/dm<sup>3</sup>-es koncentrációjú** oldatából **azonos térfogatút** találtak: hidrogén-klorid, ecetsav, nátrium-hidroxid és ammónia. Tegyetek mindegyik oldatba 3-3 csepp vöröskáposztalevet! Mit tapasztaltok? Töltsétek ki a táblázatot! Mi ennek a következménye? Hogyan viszonyul egymáshoz az egyes oldatok pH-ja? Tegyetek növekvő sorrendbe azokat! Mi ennek az oka?

**Tapasztalatok és következtetések:**

| Indikátor neve     | Indikátor színe     |                      |                     |                        |
|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------|------------------------|
|                    | HCl-oldat           | ecetsavoldat         | NaOH-oldat          | NH <sub>3</sub> -oldat |
| vöröskáposztalé    | <b>vörös</b>        | <b>rózsaszín</b>     | <b>sárga</b>        | <b>zöld</b>            |
| az oldat kémhatása | <b>erősen savas</b> | <b>gyengén savas</b> | <b>erősen lúgos</b> | <b>gyengén lúgos</b>   |

**Következmény:** Az azonos koncentráció ellenére, a sósav (HCl-oldat) pH-ja **nagyobb/kisebb**, mint az ecetsavoldaté. Az azonos koncentrációjú NaOH-oldat pH-ja **nagyobb/kisebb**, mint a szalmiákszeszé (NH<sub>3</sub>-oldat). Az oldatok növekvő pH szerinti sorrendje: **1. HCl-oldat, 2. ecetsavoldat, 3. NH<sub>3</sub>-oldat, 4. NaOH-oldat**

**Magyarázat:** A HCl **erősebb/gyengébb** sav az ecetsavnál, ezért **több/kevesebb** hidrogéniont juttat az oldatba disszociációja során azonos koncentráció mellett.

A NaOH **erősebb/gyengébb** bázis, mint az ammónia, ezért vizes oldatában **több/kevesebb** hidroxidion keletkezik azonos koncentráció mellett.

- Az 1. kísérlet eredménye az alábbi fényképen látható.



**2. Kísérlet:** A következő kísérlethez a tálcákon 3 kémcsőben rendre szódabikarbóna ( $\text{NaHCO}_3$ ), konyhasó ( $\text{NaCl}$ ) és szalmiáksó ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) **azonos térfogatú és koncentrációjú** vizes oldatát találjátok. Tegyetek az oldatokhoz 3-3 csepp univerzális indikátort! Az előzőhöz hasonlóan töltsétek ki a táblázatot a tapasztalatokkal! Mi ennek a magyarázata?

**Tapasztalatok és következtetések:**

| Indikátor neve        | Indikátor színe         |                      |                               |
|-----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------------|
|                       | $\text{NaHCO}_3$ -oldat | $\text{NaCl}$ -oldat | $\text{NH}_4\text{Cl}$ -oldat |
| univerzális indikátor | <i>kék</i>              | <i>zöld</i>          | <i>sárga</i>                  |
| az oldat kémhatása    | <i>lúgos</i>            | <i>semleges</i>      | <i>savas</i>                  |

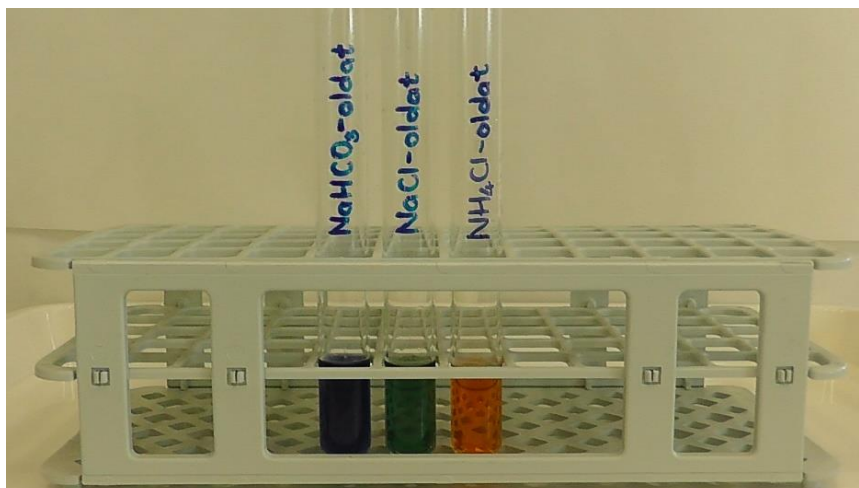
**Magyarázat:** Vizes oldatban a sók ionjaira disszociálnak. A kation és az anion sav-bázis reakcióba léphetnek a vízzel. Az ilyen reakciókat **hidrolízisnek** nevezzük. Egy erős savból származó anion **erős/gyenge** bázisként viselkedik, **nem lép reakcióba a vízzel**. Ugyanakkor egy gyenge savból származó anion **erős/gyenge** bázisként reagál a vízzel, **attól hidrogéniont képes felvenni**. Eközben a vízből **hidroxidion/oxóniumion** lesz, emiatt az oldat **lúgos/savas** kémhatásúvá válik. A bázisok esetében mindez fordítva van. Az erős bázisból származó kation **erős/gyenge** sav, ezért nem reagál a vízzel. A gyenge bázisból származó kation **erős/gyenge** savként lép reakcióba a vízzel. Ezzel megnő a **hidrogénionok/hidroxidionok** koncentrációja, azaz az oldat **savas/lúgos** kémhatású lesz. Az egyes sóoldatok esetén, vízzel végbemenő reakciók:

$\text{NaHCO}_3$ -oldatban:  $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$

$\text{NaCl}$ -oldatban: **nincs reakció a vízzel**

$\text{NH}_4\text{Cl}$ -oldatban:  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$

- A 2. kísérlet eredménye az alábbi fényképen látható.





[Csak az 1. és a 2. típusú csoportoknak!]

**3. Kísérlet:** Három számozott kémcsőben ismeretlen sorrendben a következő oldatok azonos térfogatai vannak: KOH-oldat, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-oldat és HNO<sub>3</sub>-oldat. Mindegyik 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú. Határozzátok meg, hogy melyik kémcsőben mi van! Állítsátok pH értékük alapján növekvő sorrendbe az oldatokat!

Tegyetek mindegyik kémcsőbe 3-3 cseppet valamelyik eddig használt indikátorból! Töltsétek ki a táblázatot a megfelelő tapasztalatokkal és vonjátok le a következtetéseket!

**Tapasztalatok és következtetések: pl.**

| Indikátor neve      | Indikátor színe     |              |                      |
|---------------------|---------------------|--------------|----------------------|
|                     | 1. kémcső           | 2. kémcső    | 3. kémcső            |
| pl. vöröskáposztalé | <i>sárga</i>        | <i>vörös</i> | <i>zöld</i>          |
| az oldat kémhatása  | <i>erősen lúgos</i> | <i>savas</i> | <i>gyengén lúgos</i> |

**Válasz:** 1. kémcső tartalma: **KOH-oldat**

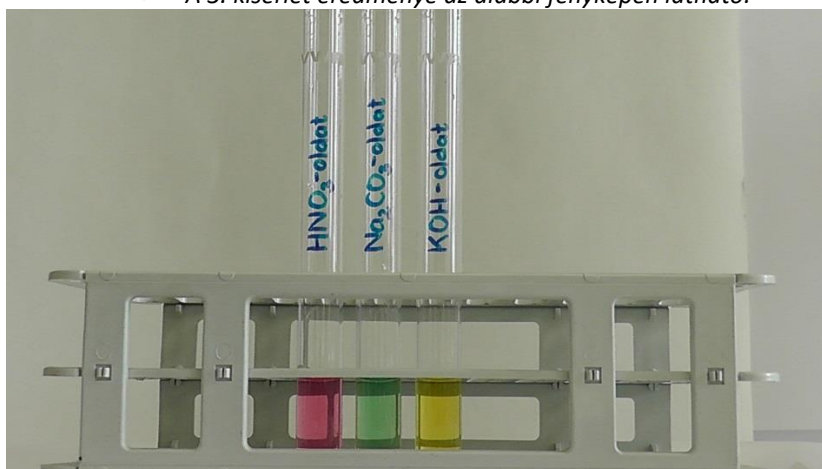
2. kémcső tartalma: **HNO<sub>3</sub>-oldat**

3. kémcső tartalma: **Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-oldat**

Növekvő pH szerint: **HNO<sub>3</sub>-oldat, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-oldat, KOH-oldat**

**Magyarázat:** A KOH-oldat az **1.** számú kémcsőben volt, mert kémhatása **erősen/gyengén savas/lúgos**. A Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-oldat a **3.** számú kémcsőben volt, mert kémhatása **erősen/gyengén savas/lúgos**. Végül a HNO<sub>3</sub>-oldat a **2.** számú kémcsőben volt, mert kémhatása **savas/lúgos**.

- A 3. kísérlet eredménye az alábbi fényképen látható.



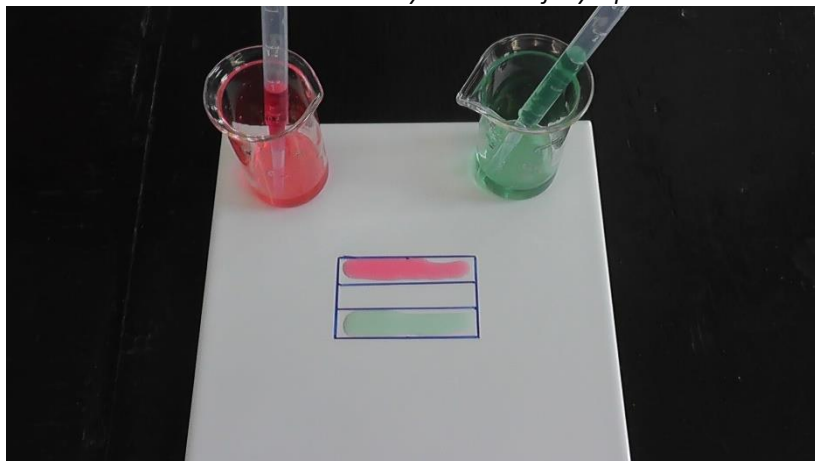
**Megjegyzés:** Az antociánok erősen lúgos oldatban nem csak disszociálnak, hanem gyűrűfelnyílás is történik, ennek következménye a sárga szín.

**4. Kísérlet:** Most jöjjön a művészet! Az eddig felhasznált oldatok és indikátorok segítségével a tálcákon lévő fehér csempén rajzoljátok meg és színezzétek ki a magyar zászlót! Ehhez piros, fehér és zöld színekre van szükség. Az alábbi táblázat segít „kikeverni” a megfelelő színeket. A fehér helyét akár üresen is hagyhatjátok.

|                 |              |             |  |
|-----------------|--------------|-------------|--|
| a zászló színei | piros        | fehér       | zöld                                   |
| oldat           | sósav        | ecetsav     | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -oldat |
| indikátor       | metilnarancs | fenoltalein | vöröskáposztalé                        |

Ha sikerült festeni egy magyar zászlót, készítsetek róla fényképet!

- A 4. kísérlet eredménye az alábbi fényképen látható.



#### Megjegyzés:

- Ahhoz, hogy az oldatok ne keveredjenek össze a csempén, jobb, ha a fehér mezőbe nem cseppentünk semmit. Az oldat csempéhez való jobb „tapadása” érdekében érdemes valamilyen színtelen, nagy viszkozitású folyadékot adni az oldatokhoz, ami nem befolyásolja a kémhatást. Erre a célra a glicerín kiválóan megfelel.
- Ha van rá idő, előre ki lehet próbálni papírlapon megfesteni a zászlót. Attól függően azonban, hogy a papír mennyire szívja magába a nedvességet, előbb-utóbb a mezők összefolynak, és a színek sem látszódnak olyan jól.

#### [Csak a 2. típusú csoportoknak!]

Az oldatok kémhatásának vizsgálata sav-bázis indikátorok segítségével a **minőségi analízis** egyik fajtája. Először azt kell megtudni, hogy az egyes indikátorok milyen színnel jelzik a különböző kémhatásokat. Amikor kiderítették, hogy milyen színeket kellett beírni az első táblázatba, akkor a szakirodalomból való adatgyűjtést modellezték. Ez az **irodalmazás** a természettudományos vizsgálatok tervezésének fontos része. Aztán már könnyedén megállapíthatjuk, hogy egy ismeretlen oldat milyen kémhatású, mivel **egy indikátor mindig ugyanolyan színnel jelez egy adott kémhatást**. A kísérletek során most is az „egyszerre csak egy paramétert változtatunk” elvet használtuk. A **változó** paraméter lehetett az **indikátor** vagy az **oldott anyag anyagi minősége**. A vizsgált **oldatok koncentrációja, térfogata** és a hozzájuk adott **indikátor mennyisége** azonos volt. Ennek azért volt jelentősége, mert a vöröskáposztalé gyengén savas oldatban mutatott rózsaszín színe egyébként nehezen lett volna megkülönböztethető az erősen savas oldatban mutatott vörös színtől.

#### [Csak a 3. típusú csoportoknak!]

**3. Kísérlet:** Három számozott kémcsőben ismeretlen sorrendben a következő oldatok azonos térfogatai vannak: KOH-oldat, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-oldat és HNO<sub>3</sub>-oldat. Mindegyik 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú. Tervezzetek kísérletet a kémcsövek tartalmának meghatározásához! Állítsátok pH értékük alapján növekvő sorrendbe az oldatokat!

**A kísérlet terve:** *Indikátorként vöröskáposztalét használva más-más színnel mutathatjuk ki a különböző kémhatású anyagokat. Mindegyik kémcsőbe 3-3 csepp indikátort teszünk.*

**Tapasztalatok és következtetések:** pl. táblázatban összefoglalva:

| Indikátor neve      | Indikátor színe     |              |                      |
|---------------------|---------------------|--------------|----------------------|
|                     | 1. kémcső           | 2. kémcső    | 3. kémcső            |
| pl. vöröskáposztalé | <i>sárga</i>        | <i>vörös</i> | <i>zöld</i>          |
| az oldat kémhatása  | <i>erősen lúgos</i> | <i>savas</i> | <i>kevésbé lúgos</i> |

**Válasz:** 1. kémcső tartalma: **KOH-oldat**

2. kémcső tartalma: **HNO<sub>3</sub>-oldat**

3. kémcső tartalma:  **$\text{Na}_2\text{CO}_3$ -oldat**

Növekvő pH szerint:  **$\text{HNO}_3$ -oldat,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -oldat,  $\text{KOH}$ -oldat**

**Magyarázat: A  $\text{KOH}$ -oldat az 1. számú kémcsőben volt, mert kémhatása erősen lúgos. A  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -oldat a 3. számú kémcsőben volt, mert kémhatása gyengén lúgos. Végül a  $\text{HNO}_3$ -oldat a 2. számú kémcsőben volt, mert kémhatása savas.**

**4. Kísérlet:** Most jöjjön a művészet! Tervezték meg, hogy az eddig felhasznált oldatok és indikátorok segítségével a tálcákon lévő fehér csempén hogyan készítenétek el a magyar zászlót! Utána végeztétek is el a kísérletet!

**A kísérlet terve: A zászló elkészítéséhez piros, fehér és zöld színekre van szükség. Az alábbi táblázat mutatja, hogy milyen oldat, illetve indikátor felhasználásával állíthatjuk elő a megfelelő színeket. A fehér rész üresen is hagyható.**

| <b><i>a zászló színei</i></b> | <b><i>piros</i></b>        | <b><i>fehér</i></b>        | <b><i>zöld</i></b>                                      |
|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|---|
| <b><i>oldat</i></b>           | <b><i>sósav</i></b>        | <b><i>ecetsav</i></b>      | <b><i><math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math>-oldat</i></b> |
| <b><i>indikátor</i></b>       | <b><i>metilnarancs</i></b> | <b><i>fenolftalein</i></b> | <b><i>vöröskáposztalé</i></b>                           |

Ha sikerült festeni egy magyar zászlót, készítsetek róla fényképet!

*Megjegyzés: A színek más oldatokkal és indikátorokkal is előállíthatók, és természetesen más országok zászlóit is „ki lehet festeni” Például Mauritius zászlója négy színt is tartalmaz. Valamint a diákok kitalálhatnak más ábrákat is, amelyeket kiszínezhetnek ilyen módon, ha van hozzá kedvük és idejük.*

# 18. feladatlap: A Janus-arcú hidrogén-peroxid<sup>86</sup>

(Az első változatot készítette: Szalay Luca)

## Módszertani útmutató

**1. Téma:** A redoxireakciók (gyakorló óra)

**2. Felhasználás:** 9. osztály, 45 perces tanóra

**3. Szükséges előzetes ismeretek:**

- A redoxireakciók oxigénátmeneten alapuló értelmezése.
- Az elektronegativitás fogalma.
- A redoxireakciók elektronátmeneten alapuló értelmezése.
- Az oxigéngáz kimutatása izzó gyújtópálcával.
- A jód kimutatása keményítővel.
- A kálium-permanganát-oldat színe lila.

**4. Célok:**

- Motiváció: A kíváncsiság felkeltése a környezetünkben lévő anyagok tulajdonságainak és viselkedésük szabályszerűségeinek megértése iránt. (Mely anyagok mikor és miért viselkednek oxidálószerként/redukálószerként?)
- Ismételés: Az elektronegativitás jelentése.
- A redoxireakciók értelmezése oxigénátmenet és elektronátmenet alapján.
- A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
- A logikus gondolkodás, az induktív következtetés gyakorlása.
- A 2. és a 3. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében a szabályszerűségek (mintázatok) felismerésének, az azok nyomán történő hipotézisalkotásnak, a feltételezések igazolására/cáfolatára szolgáló kísérletek megtervezésének, a kísérletek eredménye gondos megfigyelésének, a tapasztalatok pontos lejegyzésének, értelmezésének és mindezekre alapozva az általános szabályszerűség megalkotásának gyakorlása. (A 2. típusú feladatlap esetében csak ezek utólagos magyarázata történik, míg a 3. típusú feladatlap esetében a tanulók a kísérletek megtervezéséhez előzetes segítséget kapnak.)

**5. Tananyag:**

- **Ismeret szint:**
  - Az oxidáció oxigénfelvétel és egyben elektronleadás vagy elektronleadás egy másik atomnak.
  - A redukció oxigénleadás és egyben elektronfelvétel vagy elektronfelvétel egy másik atomtól.
  - Az oxidáció gyakran hidrogénleadásként, a redukció pedig hidrogénfelvételként nyilvánul meg.
- **Megértés szint:**
  - Az oxidáció azért az oxigénről kapta a nevét, mert az oxigén olyan elem, amelynek atomja a legnagyobb elektronvonzó-képességű (elektronegativitású, *EN*-ú) a Földön elemi állapotban is előforduló elemek közül. A nála kisebb *EN*-ú elemektől ezért elektront képes elvonni. Ezért az oxidáció elektronleadás.
  - Elektront más elemek és vegyületek is képesek elvonni a reakciópartnereiktől. Az elektronleadást akkor is oxidációnak nevezzük, ha oxigén egyáltalán nem szerepel a reakcióban. (Például a klór is képes oxidálni a nátriumot.)

---

<sup>86</sup> A jelen feladatlap témájához hasonló feladatlap található itt: Szalay Luca: A Janus-arcú hidrogén-peroxid, <http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/fellap2.html> (2018.07.13.)

- Az oxidáció fordítottja a redukció, ami oxigénleadás és/vagy elektronfelvétel. Ez gyakran hidrogénfelvételt jelent, mivel a hidrogén *EN*-a viszonylag kicsi, így a nála nagyobb *EN*-ú atomok el tudják tőle vonzani az elektronját.
  - Az elektronok átadása nem mindig teljes. Ha az elektronegativitások különbsége nem elég nagy, akkor a kisebb *EN*-ú elem atomjainak elektronjai csak (az elemi állapothoz képest) közelebb húzódnak a nagyobb *EN*-ú atomhoz, ún. poláris kovalens kötés alakul ki. Az egyszerűség kedvéért azonban itt is azt mondjuk, hogy a kisebb *EN*-ú atom „leadta” az elektron(oka)t, a nagyobb pedig fölvette.
  - A redoxireakciók során azoknak az elektronoknak a száma, amelyek távolabb kerültek valamely atom(ok)tól azonos azoknak az elektronoknak a számával, amelyek közelebb kerültek valamely atom(ok)hoz, mivel ugyanazokról az elektronokról van szó. Egyszerűbben ez úgy fogalmazható meg, hogy a leadott és a felvett elektronok száma azonos. Ez alapján a redoxireakciók egyenletei rendezhetők.
  - Az oxidáció és a redukció tehát az elektronátmenet alapján való értelmezésben kölcsönös és viszonylagos. (Csakúgy, mint a sav és a bázis értelmezése a protonátmenet szerint.) Egyik nem létezik a másik nélkül, mert ugyanazt az elektront (sav-bázis reakciók esetében ugyanazt a protont) adják át egymásnak. A viszonylagosságot az jelenti, hogy mindig a reakciópartner(ek)től függ, milyen szerepet játszik/játszanak az adott reakcióban az anyag(ok).
- **Alkalmazás szint:**
    - A tanulóknak el kell tudniuk dönteni az elektronegativitások ismeretében, hogy a reakció során melyik atomtól kerül(nek) távolabb, illetve melyik atomhoz kerül(nek) közelebb az elektron(ok).
    - Az elektronleadás /elektronfelvétel ismeretében a tanulóknak meg kell tudniuk határozni, hogy melyik atom oxidálódott és melyik redukálódott, illetve hogy mi volt az oxidálószer és a redukálószer.
    - Az egyes anyagok képletei, valamint az elektronátmenetek ismeretében és/vagy az atomok számának megmaradása, illetve a töltésmegmaradás elve alapján a tanulóknak tudniuk kell rendezni a redoxireakciók egyenleteit.
  - **Magasabb rendű műveletek szintje:**
    - A 2. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében a konkrét példa utólagos magyarázata alapján meg kell érteni, hogy melyek a természettudományos kutatás főbb lépései.
    - A 3. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében a konkrét példa végrehajtása alapján meg kell érteni, hogy melyek a természettudományos kutatások főbb lépései.

## 6. Módszertani megfontolások:

- A feladatlapon szándékosan nem szerepelnek oxidációs számok és az azok alapján történő egyenletrendezés. (Egyébként ez már a közép szintű kémia érettségien sem követelmény.) A magyarázatok kizárólag az elektronegativitás fogalmára, és az elektronok elektronegativitás-különbségekkel indokolható elmozdulására épülnek. Az oxidációs szám bevezetése ugyan látszólag egyszerűsíti a magyarázatokat, de az egyenletrendezést mechanikussá teheti. Ekkor előfordulhat, hogy a diák nem érti meg a redoxireakciók lényegét. (Gyakran tapasztalt tévképzet az, hogy arra a kérdésre, hogy hány elektron mozdult el a reakció során a valós szám dupláját adják meg a tanulók, mert azt hiszik, hogy a leadott és a felvett elektronok különbözök.) Ráadásul az oxidációs számok változásának megadásakor sokak számára problémát jelent, hogy az elektron töltése negatív. Ezért ők gyakran követik el azt a hibát, hogy az oxidációs szám növekedését tekintik elektronfelvételnak (az elektronleadás, azaz oxidáció helyett) és ez a fordított helyzetre is igaz.
- A hidrogén-peroxid és a kálium-permanganát közötti reakció bonyolult, több lépésben zajlik. A keletkező elemi oxigén kizárólag a hidrogén-peroxidból származik, amit izotópos vizsgálatokkal bizonyítottak. Az elektronok viszont nem kerülhetnek közvetlenül a hidrogén-peroxid oxigénjéről a mangánra, mert ez kinetikailag lehetetlen. Bizonyára vannak olyan lépések, amelyek során előbb a kénsavból származó hidrogénion protonálja a permanganácion egyik oxigénjét, majd a hidrogén-peroxidban az elektronszegény hidrogén is ezen oxigén atommagjának vonzása alá kerül, és akkor az átmeneti

komplexből kiléphet egy vízmolekula stb. Eszerint az elektroneltolódások a peroxid oxigénjétől a mangán felé tényleg a hidrogénjeiken keresztül történnek.

- A természettudományos kutatás lépéseinek modellezésére egy másik óraterv<sup>87</sup> a „Kiegészítés az Oktatási Hivatal által kidolgozott Útmutató a pedagógusok minősítési rendszeréhez felhasználói dokumentáció értelmezéséhez” című kiadványban található.
- A hidrogén-peroxiddal kapcsolatban rengeteg érdekesség használható motivációra. Például a jelen tanulói feladatlapokon látható B) jelű egyenlet írja le, hogy miért használható bizonyos esetekben a hidrogén-peroxid festmények restaurálására. (A festmények ugyanis jórészt azért feketednek meg, mert az ólomfehér festékből a levegőben lévő kén-hidrogén hatására ólom-szulfid keletkezik.) A hidrogén-peroxid oxidáló hatása miatt közismert fertőtlenítő- és színtelenítőszer. A hajszőkítésen és toroköblítésen kívül például még halak tartósítására és fogak fehéritésére is használható. Mivel nem keletkezik belőle környezetterhelő anyag, manapság egyre több téren veszi át a nátrium-hipoklorit szerepét. Erős oxidáló hatása miatt rakéták és tengeralattjárók meghajtásakor is alkalmazzák. Sok más reakcióban is részt vesz, és számos tanulókísérlet is végezhető vele (pl. ammóniás ezüst-nitrát-oldattal vagy nátrium-hipoklorittal), amely során szintén meg tudják állapítani a diákok a hidrogén-peroxid szerepét. (Részletesen ld. Szalay Luca: A Janus-arcú hidrogén-peroxid<sup>88</sup>.)
- A házi feladatok a tanórán is megoldhatók, ha marad rájuk idő.

## 7. Technikai segédlet:

- **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként):**
  - 5%-os hidrogén-peroxid-oldat
  - 2 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú kénsavoldat
  - 0,2 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú kálium-permanganát-oldat
  - 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú kálium-jodid-oldat
  - 1%-os keményítőoldat
  - kémcső, 2 db
  - kémcsőállvány
  - gyújtópálca
  - gyufa
  - óraüveg a használt gyufának és a használt gyújtópalcának
  - törlőkendő vagy papírtörlő
  - tálca
  - védőkesztyű és védőszemüveg
- **Előkészítés:**
  - A hidrogén-peroxid-oldat lehetőleg legyen friss. A kereskedelmi hidrogén-peroxid tartósítószer is tartalmaz (pl. foszforsavat), de (bár lassan, viszont folyamatosan) bomlik. Mindenképpen ki kell próbálni a tanulókísérleti óra előtt egy-két nappal a kísérleteket. Ha pl. a kálium-permanganát-oldat nem színtelenedne el, akkor annyi tömény hidrogén-peroxidot kell még az 5%-os (névleges töménységű) hidrogén-peroxid-oldathoz adni, hogy a reakció pillanatszerűen lejátsszódjon. Ha ez nem érhető el, akkor sajnos új 30%-os hidrogén-peroxid-oldatot kell vásárolni.<sup>89</sup>
  - A kísérletek nagyon érzékenyek a koncentrációkra. Ezért ki kell próbálni, hogy a rendelkezésre álló oldatok milyen térfogataránya esetén hajthatók sikeresen végre. Mivel a kálium-jodid (és sokféle más, esetleg kis mennyiségben szennyezésként jelenlévő anyag) katalizálja a hidrogén-peroxid bomlását, ügyelni kell arra, hogy a tanulók csak annyi és olyan koncentrációjú kálium-jodid-oldatot használjanak a kísérlethez, amelynek az esetében a jód keletkezése a

<sup>87</sup> Letölthető: <https://anzdoc.com/kiegeszites-az-oktatasi-hivatal-altal-kidolgozott-utmutato-a151657633975319.html> (2018.07.15.)

<sup>88</sup> Letölthető: <http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/fellap2.html> (2018.07.15.)

<sup>89</sup> Ha nincs közbeszerzési kötelezettsége az intézménynek, akkor a 30%-os hidrogén-peroxid-oldat literenként néhány száz forintért megvásárolható (<http://www.azurvegyszer.hu/kapcsolat.html> 2018.07.15.). Ha egy jól zárható, a szállítására alkalmas, tiszta műanyag edényt is viszünk magunkkal, akkor még olcsóbb.

keményítővel már éppen kimutatható. Kevés buborékképződés azonban a fenti okok miatt így is előfordulhat. Másrészt föl kell hívni a tanulók figyelmét arra, hogy az oldatok összeöntésekor tartsák készenlétben a parázsló gyújtópálcát, mert a keletkező oxigéngáz nagy része elég gyorsan eltávozik a kémcsőből, és azután már természetesen nem mutatható ki a jelenléte.

- Jó ötlet egy kis teamécsest is helyezni a tálcára, ami a kísérletek alatt végig éghet. Így sokkal könnyebben meg tudják gyújtani a tanulók a gyújtópálcát.
- Az előkészített tálca fényképe a következő (mindhárom típusú csoport számára):



- **Balesetvédelem**

- A kénsavas kálium-permanganát-oldat erős oxidálószer, és a kénsav önmagában is maró hatású. Ezért védőkesztyű és védőszemüveg használata kötelező!
- A hidrogén-peroxid-oldat szintén mar, még a kísérlet során alkalmazott hígításban is.
- A nyílt láng használata előtt át kell ismételni a vonatkozó balesetvédelmi szabályokat. A hosszú hajú tanulók haja legyen összefogva, és semmilyen éghető anyag ne kerüljön a láng közelébe.
- A tanulók ne használjanak a megadottnál sokkal nagyobb mennyiségű oldatokat, mert a heves gázfejlődés miatt az erősen maró és felmelegedett hidrogén-peroxidos – kénsavas – kálium-permanganátos oldat kifuthat. Ha nem tudnak biztonságosan kis mennyiségeket önteni az üvegekből, akkor cseppentős üvegekben vagy főzőpoharakban kell megkapniuk az oldatokat. (Ehelyett esetleg Pasteur-pipettával vagy szemcseppentővel is adagolhatják az oldatokat.)

- **Hulladékkezelés**

- A keletkező hulladékokat a szervesetlen gyűjtőbe kell önteni.

## A Janus-arcú hidrogén-peroxid (1. típus: receptszerű változat)

Janus a római mitológiában a kezdet és vég istene. Szobrokon és domborműveken kétarcúként ábrázolják. Ezért a „Janus-arcú” kifejezés kettősséget jelent.<sup>90</sup> A hidrogén-peroxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) „Janus-arcú”, mert **oxidálószer** és **redukálószer** is lehet. (Mint ahogy a sav-bázis reakciók során a víz savként és bázisként is viselkedhet.) Hogy egy reakció lejátszódik-e, és ha igen, akkor melyik anyag milyen szerepet játszik benne, a reakciópartnerektől és a körülményektől függ. Most a hidrogén-peroxid kapcsán a **redoxireakciókat** vizsgáljuk.

Az „**oxidálószer**” kifejezés az oxigén nevéből származik. Az „oxidáció” valóban gyakran oxigénfelvételt jelent. Az oxigén atomja a legnagyobb **elektronvonzó-képességű** (elektronegativitása, **EN**-ű) a Földön elemi állapotban előforduló elemeké közül. Ha pl. egy fémmel fém-oxidot képez, akkor az oxigén közelebb vonzza magához a fématomok elektronjait. Azt mondjuk, hogy a fém az oxidáció során „elektront ad le”. Ilyen **elektronleadás**, **azaz oxidáció** olyankor is történhet, amikor oxigén nem is szerepel a reakcióban. Például az elemi klór is erős oxidálószer, mert atomjainak **EN**-a nagy, így általában elektronleadásra (oxidációra) készletti partnerét.

**A feladatlap kitöltése során egészítsétek ki a szöveget a hiányzó szavakkal, illetve mondatokkal,**

**és húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

Vajon hogyan dönthető el egyszerűen, hogy **a hidrogén-peroxid az oxidálószer vagy a redukálószer szerepét játszotta-e egy reakcióban?** Nézzük meg először a következő példákat! (A → jelentése: „ebből következik”.)

A)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4$  A kénatom újabb oxigénatommal létesít 2 kötést. Az oxigén nagyobb **EN**-ű, mint a kén, így magához vonzza a kén 2 elektronját → a kén 2 elektront ad le, oxidálódik → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> **oxidálószer**.

B)  $4 \text{H}_2\text{O}_2 + \text{PbS} = 4 \text{H}_2\text{O} + \text{PbSO}_4$  A kén az ólomnál nagyobb **EN**-ű, de az oxigénnél kisebb → 8 elektron kerül a reakció során a kéntől távolabb → elektronleadás, oxidáció → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> .....**szer**.

C)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Mn}^{2+} = \text{Mn}^{4+} + 2 \text{OH}^-$  A mangánion pozitív töltése kettővel nő, tehát a mangán ..... db negatív

töltésű elektront ..... → **oxidálódik** → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> **oxidálószer**.

D)  $\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{Fe}^{3+} + 2 \text{OH}^- = \text{O}_2 + 2 \text{Fe}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}$  A vas(III)-ion pozitív töltése az 1 db ..... töltésű elektron felvételével (azaz redukcióval) csökken a vas(III)-ion redukálódik → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> **redukálószer**.

E)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{OH}^- = \text{O}_2 + 2 \text{Cl}^- + 2 \text{H}_2\text{O}$  A semleges elemi klórmolekulából 2 db elektron felvételével (azaz redukcióval) negatív kloridionok keletkeznek → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> .....**szer**, az elemi klór .....**szer**.

F)  $\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{HCl} = \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$  A hidrogén-kloridban a klór elvonzza a hidrogén elektronját, de a hidrogén leadása után ezt az elektront a klór „elveszíti” → elektronleadás, oxidáció → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> .....**szer**.

Megfigyelhetjük, hogy ahol a **hidrogén-peroxid redukálószer**, ott a termékek között megjelenik az **elemi oxigén**.

Hogyan mutatható ki az oxigéngáz keletkezése?.....

Vizsgáljuk meg, hogy ha **ki tudjuk mutatni az O<sub>2</sub>-gáz keletkezését, a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tényleg redukálószer-e** a reakcióban.

**1. Kísérlet:** Az egyik kémcsőbe öntsetek kb. 1-2 cm magasságban keményítőoldatot. Adjatok hozzá kb. 1-2 cm magasságban kálium-jodid-oldatot (KI-oldatot). Gyűjtsetek meg a gyújtópálcát és hagyjátok kb. fél percig égni. Közben adjatok a keményítős kálium-jodid-oldathoz kb. 1-2 cm magasságban hidrogén-peroxid-oldatot (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-

<sup>90</sup> Wikipédia, <http://hu.wikipedia.org/wiki/Janus> (2018.07.14.)



oldat). Fújjátok el az égő gyújtópálcát, és mialatt még izzik (parázslík), tartsátok a kémcsőbe úgy, hogy ne érjen a folyadékhoz. Minden változást figyeljete meg és írjátok le a tapasztalatokat!

**Tapasztalatok:**.....

**Magyarázat:** A parázsló gyújtópálca **lánggra lobbant/elaludt**, ami azt mutatja, hogy a reakcióban oxigéngáz

**keletkezett/nem keletkezett.** → Feltételezzük, hogy a  $H_2O_2$  .....**szer**, tehát a jodidionok **oxidálódtak/redukálódtak** → a jodidionok **elektront adtak le/vettek föl** → negatív jodidionokból semleges ..... keletkeztek → és ezt tényleg kimutatta a keményítő ..... színe.

A reakció kiegészítendő egyenlete:  $H_2O_2 + \dots KI = \dots KOH + \dots$

**2. Kísérlet:** A másik kémcsőbe öntsetek kb. 1-2 cm magasságban kénsavoldatot ( $H_2SO_4$ -oldatot). Adjatok hozzá kb. 1-2 cm magasságban kálium-permanganát-oldatot ( $KMnO_4$ -oldatot). Gyújtásat meg a gyújtópálcát és hagyjátok kb. fél percre égni. Közben adjatok a kénsavas kálium-permanganát-oldathoz kb. 1-2 cm magasságban hidrogén-peroxid-oldatot ( $H_2O_2$ -oldatot). Fújjátok el az égő gyújtópálcát, és mialatt még izzik (parázslík), tartsátok a kémcsőbe úgy, hogy ne érjen a folyadékhoz. Minden változást figyeljete meg és írjátok le a tapasztalatokat!

**Tapasztalatok:**.....

**Magyarázat:** A parázsló gyújtópálca **lánggra lobbant/elaludt**, ami azt mutatja, hogy a reakcióban oxigéngáz

**keletkezett/nem keletkezett.** → Feltételezzük, hogy a  $H_2O_2$  .....**szer** → a permanganátionok ( $MnO_4^-$ ) **oxidálódtak/redukálódtak** → a permanganátionok **elektront adtak le/vettek föl** → a  $MnO_4^-$ -ből oxigénleadással

(redukcióval) mangán(II)-ionok ( $Mn^{2+}$ ) keletkeztek → ezt mutatja a  $KMnO_4$  ..... színének eltűnése.

A permanganátionok által leadott oxigénatomok a hidrogénatomokkal vizet képeznek. A szulfátionok és a káliumionok nem változnak meg (csak „ellenionok”, vagyis a többi ion töltését egyenlítik ki). A reakcióegyenletben a jobb oldalon 2 káliumion van, tehát a bal oldalon is annyinak kell lennie. Ebből kiindulva fejezzétek be az egyenlet rendezését:

$5 H_2O_2 + \dots KMnO_4 + \dots H_2SO_4 = \dots + \dots MnSO_4 + \dots K_2SO_4 + \dots H_2O$

Általánosítás: Amikor a  $H_2O_2$  **redukál**, akkor ő maga oxidálódik → **elektront ad le/vesz fel**. Ez csak úgy történhet, hogy a  $H_2O_2$  oxigénje a tőle **kisebb/nagyobb** elektronegativitású hidrogénatomoknak átadja az elektronját, és ekkor belőle **elemi oxigén** képződik. Miért nem tud az elemi oxigén további elektronokat leadni?

Vegyük észre, hogy ahány elektron távolabb került a redoxireakciók során az egyes atomoktól **ugyanannyi elektron** került más atomokhoz közelebb, hiszen **ugyanazokról az elektronokról** van szó! Ennek alapján a legbonyolultabb redoxireakciók **egyenletei is rendezhetők**.

**Házi feladat**

1. Az ún. elefántfogkrém<sup>91</sup> kísérletben a kálium-jodid (KI) katalizálja a hidrogén-peroxid bomlását vízre és oxigéngázra. Honnan tudható, hogy a KI és a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> általatos végzett reakciójakor nem (csak) ez történt?

.....

2. Milyen szer az alábbi reakcióban a hidrogén-peroxid és a kálium-perjodát (KIO<sub>4</sub>)? Melyik vegyület mely (kötésben lévő) atomja hány elektront ad le/vesz föl?  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KIO}_4 = \text{O}_2 + \text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

.....

---

<sup>91</sup> A kísérlet megtekinthető: <https://www.youtube.com/watch?v=PKyITXW6OM4> (2018.07.14.)

## A Janus-arcú hidrogén-peroxid (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

Janus a római mitológiában a kezdet és vég istene. Szobrokon és domborműveken kétarcúként ábrázolják. Ezért a „Janus-arcú” kifejezés kettősséget jelent.<sup>92</sup> A hidrogén-peroxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) „Janus-arcú”, mert **oxidálószer** és **redukálószer** is lehet. (Mint ahogy a sav-bázis reakciók során a víz savként és bázisként is viselkedhet.) Hogy egy reakció lejátszódik-e, és ha igen, akkor melyik anyag milyen szerepet játszik benne, a reakciópartnerektől és a körülményektől függ. Most a hidrogén-peroxid kapcsán a **redoxireakciókat** vizsgáljuk.

Az „**oxidálószer**” kifejezés az oxigén nevéből származik. Az „oxidáció” valóban gyakran oxigénfelvételt jelent. Az oxigén atomja a legnagyobb **elektronvonzó-képességű** (elektronegativitása, **EN**-ű) a Földön elemi állapotban előforduló elemeké közül. Ha pl. egy fémmel fém-oxidot képez, akkor az oxigén közelebb vonzza magához a fématomok elektronjait. Azt mondjuk, hogy a fém az oxidáció során „elektront ad le”. Ilyen **elektronleadás**, **azaz oxidáció** olyankor is történhet, amikor oxigén nem is szerepel a reakcióban. Például az elemi klór is erős oxidálószer, mert atomjainak **EN**-a nagy, így általában elektronleadásra (oxidációra) készletti partnerét.

**A feladatlap kitöltése során egészítsétek ki a szöveget a hiányzó szavakkal, illetve mondatokkal,**

**és húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

Vajon hogyan dönthető el egyszerűen, hogy **a hidrogén-peroxid az oxidálószer vagy a redukálószer szerepét játszotta-e egy reakcióban?** Nézzük meg először a következő példákat! (A → jelentése: „ebből következik”.)

A)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4$  A kénatom újabb oxigénatommal létesít 2 kötést. Az oxigén nagyobb **EN**-ű, mint a kén, így magához vonzza a kén 2 elektronját → a kén 2 elektront ad le, oxidálódik → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> **oxidálószer**.

B)  $4 \text{H}_2\text{O}_2 + \text{PbS} = 4 \text{H}_2\text{O} + \text{PbSO}_4$  A kén az ólomnál nagyobb **EN**-ű, de az oxigénnél kisebb → 8 elektron kerül a reakció során a kéntől távolabb → elektronleadás, oxidáció → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> .....**szer**.

C)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Mn}^{2+} = \text{Mn}^{4+} + 2 \text{OH}^-$  A mangánion pozitív töltése kettővel nő, tehát a mangán ..... db negatív

töltésű elektront ..... → **oxidálódik** → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> **oxidálószer**.

D)  $\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{Fe}^{3+} + 2 \text{OH}^- = \text{O}_2 + 2 \text{Fe}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}$  A vas(III)-ion pozitív töltése az 1 db ..... töltésű elektron felvételével (azaz redukcióval) csökken a vas(III)-ion redukálódik → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> **redukálószer**.

E)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{OH}^- = \text{O}_2 + 2 \text{Cl}^- + 2 \text{H}_2\text{O}$  A semleges elemi klórmolekulából 2 db elektron felvételével (azaz redukcióval) negatív kloridionok keletkeznek → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> .....**szer**, az elemi klór .....**szer**.

F)  $\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{HCl} = \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$  A hidrogén-kloridban a klór elvonzza a hidrogén elektronját, de a hidrogén leadása után ezt az elektront a klór „elveszíti” → elektronleadás, oxidáció → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> .....**szer**.

Megfigyelhetjük, hogy ahol a **hidrogén-peroxid redukálószer**, ott a termékek között megjelenik az **elemi oxigén**.

Hogyan mutatható ki az oxigéngáz keletkezése?.....

Vizsgáljuk meg, hogy ha **ki tudjuk mutatni az O<sub>2</sub>-gáz keletkezését, a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tényleg redukálószer-e** a reakcióban.

**1. Kísérlet:** Az egyik kémcsőbe öntsetek kb. 1-2 cm magasságban keményítőoldatot. Adjatok hozzá kb. 1-2 cm magasságban kálium-jodid-oldatot (KI-oldatot). Gyűjtsetek meg a gyújtópálcát és hagyjátok kb. fél percig égni. Közben adjatok a keményítős kálium-jodid-oldathoz kb. 1-2 cm magasságban hidrogén-peroxid-oldatot (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-

<sup>92</sup> Wikipédia, <http://hu.wikipedia.org/wiki/Janus> (2018.07.14.)

oldat). Fújjátok el az égő gyújtópálcát, és mialatt még izzik (parázslík), tartsátok a kémcsőbe úgy, hogy ne érjen a folyadékhoz. Minden változást figyeljete meg és írjátok le a tapasztalatokat!

**Tapasztalatok:**.....

**Magyarázat:** A parázsló gyújtópálca **lángra lobbant/elaludt**, ami azt mutatja, hogy a reakcióban oxigéngáz

**keletkezett/nem keletkezett.** → Feltételezzük, hogy a  $H_2O_2$  .....**szer**, tehát a jodidionok **oxidálódtak/redukálódtak** → a jodidionok **elektront adtak le/vettek föl** → negatív jodidionokból semleges ..... keletkeztek → és ezt tényleg kimutatta a keményítő ..... színe.

A reakció kiegészítendő egyenlete:  $H_2O_2 + \dots KI = \dots KOH + \dots$

**2. Kísérlet:** A másik kémcsőbe öntsetek kb. 1-2 cm magasságban kénsavoldatot ( $H_2SO_4$ -oldatot). Adjatok hozzá kb. 1-2 cm magasságban kálium-permanganát-oldatot ( $KMnO_4$ -oldatot). Gyújtátok meg a gyújtópálcát és hagyjátok kb. fél percre égni. Közben adjatok a kénsavas kálium-permanganát-oldathoz kb. 1-2 cm magasságban hidrogén-peroxid-oldatot ( $H_2O_2$ -oldatot). Fújjátok el az égő gyújtópálcát, és mialatt még izzik (parázslík), tartsátok a kémcsőbe úgy, hogy ne érjen a folyadékhoz. Minden változást figyeljete meg és írjátok le a tapasztalatokat!

**Tapasztalatok:**.....

**Magyarázat:** A parázsló gyújtópálca **lángra lobbant/elaludt**, ami azt mutatja, hogy a reakcióban oxigéngáz

**keletkezett/nem keletkezett.** → Feltételezzük, hogy a  $H_2O_2$  .....**szer** → a permanganátionok ( $MnO_4^-$ ) **oxidálódtak/redukálódtak** → a permanganátionok **elektront adtak le/vettek föl** → a  $MnO_4^-$ -ből oxigénleadással

(redukcióval) mangán(II)-ionok ( $Mn^{2+}$ ) keletkeztek → ezt mutatja a  $KMnO_4$  ..... színének eltűnése.

A permanganátionok által leadott oxigénatomok a hidrogénatomokkal vizet képeznek. A szulfátionok és a káliumionok nem változnak meg (csak „ellenionok”, vagyis a többi ion töltését egyenlítik ki). A reakcióegyenletben a jobb oldalon 2 káliumion van, tehát a bal oldalon is annyinak kell lennie. Ebből kiindulva fejezzétek be az egyenlet rendezését:



Általánosítás: Amikor a  $H_2O_2$  **redukál**, akkor ő maga oxidálódik → **elektront ad le/vesz fel**. Ez csak úgy történhet, hogy a  $H_2O_2$  oxigénje a tőle **kisebb/nagyobb** elektronegativitású hidrogénatomoknak átadja az elektronját, és ekkor belőle **elemi oxigén** képződik. Miért nem tud az elemi oxigén további elektronokat leadni?

Vegyük észre, hogy ahány elektron távolabb került a redoxireakciók során az egyes atomoktól **ugyanannyi elektron** került más atomokhoz közelebb, hiszen **ugyanazokról az elektronokról** van szó! Ennek alapján a legbonyolultabb redoxireakciók **egyenletei is rendezhetők**.

A **természettudományos kutatás alábbi lépéseinek alkalmazásával** jutottunk el a  $H_2O_2$  szerepére vonatkozó **általános szabályhoz**:

**1. Megfigyelés, rendszerezés, problémafelvetés:** Mások kísérletei alapján tudtuk, hogy az oxidáció oxigénfelvétel és/vagy elektronleadás, valamint hogy a hidrogén-peroxid oxidálószer és redukálószer is lehet. Problémafelvető kérdés volt: Hogyan dönthető el, hogy a  $H_2O_2$  mikor milyen szerepet játszik?

2. **Ismeretgyűjtés, modellkészítés, feltételezés (hipotézisalkotás):** Több reakcióegyenletet megvizsgálva látszott, hogy amikor a  $\text{H}_2\text{O}_2$  redukálószer, akkor elemi oxigén keletkezik.

Föltételeztük, hogy ez általánosságban is igaz lehet.

3. **A kísérlet megtervezése:** A hidrogén-peroxidot különböző anyagokkal reagáltatva izzó gyújtópálcával megvizsgáltuk, hogy fejlődött-e oxigéngáz.

4. **Kivitelezés, a tapasztalatok lejegyzése:** A kísérletek elvégzése után minden tapasztalatot gondosan leírtunk.

5. **Magyarázat, következtetések levonása, megvitatása:** A kísérleteink eredményei azt mutatták, hogy amikor oxigén fejlődött, a hidrogén-peroxid tényleg redukált (a permanganátiont  $\text{Mn}^{2+}$ -ionná, ami a lila oldat elszíntelenedéséből látszott). Amikor nem fejlődött oxigén, akkor a  $\text{H}_2\text{O}_2$  oxidált (a jodidiont elemi jóddá, amit a keményítő sötétkék színe mutatott). Az elektronok elmozdulásait végig gondolva megindokoltuk, hogy miért csak akkor fejlődik oxigéngáz, amikor a  $\text{H}_2\text{O}_2$  redukálószer. Emiatt ezt **általános szabály**ként is ki tudtuk mondani.

#### Házi feladat

1. Az ún. elefántfogkrém<sup>93</sup> kísérletben a kálium-jodid (KI) katalizálja a hidrogén-peroxid bomlását vízre és oxigéngázra. Honnan tudható, hogy a KI és a  $\text{H}_2\text{O}_2$  átalatok végzett reakciójakor nem (csak) ez történt?

.....

2. Milyen szer az alábbi reakcióban a hidrogén-peroxid és a kálium-perjodát ( $\text{KIO}_4$ )? Melyik vegyület mely (kötésben lévő) atomja hány elektront ad le/vesz föl?  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KIO}_4 = \text{O}_2 + \text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

.....

---

<sup>93</sup> A kísérlet megtekinthető: <https://www.youtube.com/watch?v=PKyITXW6OM4> (2018.07.14.)

### A Janus-arcú hidrogén-peroxid (3. típus: kísérlettervező változat)

Janus a római mitológiában a kezdet és vég istene. Szobrokon és domborműveken kétarcúként ábrázolják. Ezért a „Janus-arcú” kifejezés kettősséget jelent.<sup>94</sup> A hidrogén-peroxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) „Janus-arcú”, mert **oxidálószer** és **redukálószer** is lehet. (Mint ahogy a sav-bázis reakciók során a víz savként és bázisként is viselkedhet.) Hogy egy reakció lejátszódik-e, és ha igen, akkor melyik anyag milyen szerepet játszik benne, a reakciópartnerektől és a körülményektől függ. Most a hidrogén-peroxid kapcsán a **redoxireakciókat** vizsgáljuk.

Az „**oxidálószer**” kifejezés az oxigén nevéből származik. Az „oxidáció” valóban gyakran oxigénfelvételt jelent. Az oxigén atomja a legnagyobb **elektronvonzó-képességű** (elektronegativitása, **EN**-ű) a Földön elemi állapotban előforduló elemeké közül. Ha pl. egy fémmel fém-oxidot képez, akkor az oxigén közelebb vonzza magához a fématomok elektronjait. Azt mondjuk, hogy a fém az oxidáció során „elektront ad le”. Ilyen **elektronleadás**, **azaz oxidáció** olyankor is történhet, amikor oxigén nem is szerepel a reakcióban. Például az elemi klór is erős oxidálószer, mert atomjainak **EN**-a nagy, így általában elektronleadásra (oxidációra) készletti partnerét.

**A feladatlap kitöltése során egészítsétek ki a szöveget a hiányzó szavakkal, illetve mondatokkal,**

**és húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

Vajon hogyan dönthető el egyszerűen, hogy **a hidrogén-peroxid az oxidálószer vagy a redukálószer szerepét játszotta-e egy reakcióban?** Nézzük meg először a következő példákat! (A → jelentése: „ebből következik”.)

A)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4$  A kénatom újabb oxigénatommal létesít 2 kötést. Az oxigén nagyobb **EN**-ű, mint a kén, így magához vonzza a kén 2 elektronját → a kén 2 elektront ad le, oxidálódik → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> **oxidálószer**.

B)  $4 \text{H}_2\text{O}_2 + \text{PbS} = 4 \text{H}_2\text{O} + \text{PbSO}_4$  A kén az ólomnál nagyobb **EN**-ű, de az oxigénnél kisebb → 8 elektron kerül a reakció során a kéntől távolabb → elektronleadás, oxidáció → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> .....**szer**.

C)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Mn}^{2+} = \text{Mn}^{4+} + 2 \text{OH}^-$  A mangánion pozitív töltése kettővel nő, tehát a mangán ..... db negatív

töltésű elektront ..... → **oxidálódik** → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> **oxidálószer**.

D)  $\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{Fe}^{3+} + 2 \text{OH}^- = \text{O}_2 + 2 \text{Fe}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}$  A vas(III)-ion pozitív töltése az 1 db ..... töltésű elektron felvételével (azaz redukcióval) csökken a vas(III)-ion redukálódik → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> **redukálószer**.

E)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{OH}^- = \text{O}_2 + 2 \text{Cl}^- + 2 \text{H}_2\text{O}$  A semleges elemi klórmolekulából 2 db elektron felvételével (azaz redukcióval) negatív kloridionok keletkeznek → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> .....**szer**, az elemi klór .....**szer**.

F)  $\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{HCl} = \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$  A hidrogén-kloridban a klór elvonzza a hidrogén elektronját, de a hidrogén leadása után ezt az elektront a klór „elveszíti” → elektronleadás, oxidáció → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> .....**szer**.

Most a **természettudományos kutatás alábbi lépéseit alkalmazva** fogunk eljutni a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> szerepére vonatkozó **általános szabály** megalkotásához:

1. **Megfigyelés, rendszerezés, problémafelvetés:** Mások kísérletei alapján tehát tudjuk, hogy az oxidáció oxigénfelvétel és/vagy elektronleadás, valamint hogy a hidrogén-peroxid oxidálószer és redukálószer is lehet. Problémafelvető kérdés: Hogyan dönthető el, hogy a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mikor milyen szerepet játszik?

2. **Ismeretgyűjtés, modellkészítés, feltételezés (hipotézisalkotás):** Több reakcióegyenletet megvizsgálva látszik, hogy van egy termék, amely csakis akkor keletkezik, amikor a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> redukálószerként viselkedik. Mi ez a termék? ..... Feltételezés: Általánosan igaz az, hogy amikor ..... keletkezik, a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> redukálószer.

3. **A kísérlet megtervezése:** A hidrogén-peroxidot különböző anyagokkal reagáltatva megvizsgáljuk, hogy keletkezett-e a 2. pontban megnevezett termék. Hogyan mutatható ki ennek a terméknek a keletkezése?

<sup>94</sup> Wikipédia, <http://hu.wikipedia.org/wiki/Janus> (2018.07.14.)

4. **Kivitelezés, a tapasztalatok lejegyzése:** A kísérletek elvégzése után minden tapasztalatot gondosan leírunk.  
5. **Magyarázat, következtetések levonása, megvitatása:** Megvizsgáljuk, hogy a kísérleteink eredményei nem mondanak-e ellent a feltételezésünknek, illetve igazolni látszanak-e azt. Utána megpróbálunk logikus elméleti magyarázatot alkotni. Ha sikerül, akkor kimondjuk az **általános szabályt**.

**1. Kísérlet:** Keményítő-s kálium-jodid-oldattal reagáltatjuk a hidrogén-peroxidot. (Mindhárom oldatból annyit érdemes önteni a kémcsőbe, hogy kb. 1-2 cm-rel emelje abban a folyadék szintjét.)

**A kísérlet terve:**.....

**Tapasztalatok:**.....

**Magyarázat:** A fenti tapasztalatok azt mutatták, hogy a reakcióban .....

**keletkezett/nem keletkezett.** → Feltételezzük, hogy a  $H_2O_2$  .....**szer**, tehát a jodidionok **oxidálódtak/redukálódtak** → a jodidionok **elektront adtak le/vettek föl** → negatív jodidionokból semleges ..... keletkeztek → és ezt tényleg kimutatta a keményítő ..... színe.

A reakció kiegészítendő egyenlete:  $H_2O_2 + \dots KI = \dots KOH + \dots$

**2. Kísérlet:** Kénsavas kálium-permanganát-oldattal reagáltatjuk a hidrogén-peroxidot. (Mindhárom oldatból annyit érdemes önteni a kémcsőbe, hogy kb. 1-2 cm-rel emelje abban a folyadék szintjét.)

**A kísérlet terve:**.....

**Tapasztalatok:**.....

**Magyarázat:** A fenti tapasztalatok azt mutatták, hogy a reakcióban .....

**keletkezett/nem keletkezett.** → Feltételezzük, hogy a  $H_2O_2$  .....**szer** → a permanganátionok ( $MnO_4^-$ ) **oxidálódtak/redukálódtak** → a permanganátionok **elektront adtak le/vettek föl** → a  $MnO_4^-$ -ből oxigénleadással

(redukcióval) mangán(II)-ionok ( $Mn^{2+}$ ) keletkeztek → ezt mutatja a  $KMnO_4$  ..... színének eltűnése.

A permanganátionok által leadott oxigénatomok a hidrogénatomokkal vizet képeznek. A szulfátionok és a káliumionok nem változnak meg (csak „ellenionok”, vagyis a többi ion töltését egyenlítik ki). A reakcióegyenletben a jobb oldalon 2 káliumion van, tehát a bal oldalon is annyinak kell lennie. Ebből kiindulva fejezzétek be az egyenlet rendezését:

$5 H_2O_2 + \dots KMnO_4 + \dots H_2SO_4 = \dots + \dots MnSO_4 + \dots K_2SO_4 + \dots H_2O$

Általánosítás: Amikor a  $H_2O_2$  **redukál**, akkor ő maga oxidálódik → **elektront ad le/vesz fel**. Ez csak úgy történhet, hogy a  $H_2O_2$  oxigénje a tőle **kisebb/nagyobb** elektronegativitású hidrogénatomoknak átadja az elektronját, és ekkor belőle **elemi oxigén** képződik. Miért nem tud az elemi oxigén további elektronokat leadni?

Vegyük észre, hogy ahány elektron távolabb került a redoxireakciók során az egyes atomoktól **ugyanannyi**

**elektron** került más atomokhoz közelebb, hiszen **ugyanazokról az elektronokról** van szó! Ennek alapján a legbonyolultabb redoxireakciók **egyenletei is rendezhetők**.

#### Házi feladat

1. Az ún. elefántfogkrém<sup>95</sup> kísérletben a kálium-jodid (KI) katalizálja a hidrogén-peroxid bomlását vízre és oxigéngázra. Honnan tudható, hogy a KI és a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> átalakok végzett reakciójakor nem (csak) ez történt?

.....

2. Milyen szer az alábbi reakcióban a hidrogén-peroxid és a kálium-perjodát (KIO<sub>4</sub>)? Melyik vegyület mely (kötésben lévő) atomja hány elektront ad le/vesz föl?  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KIO}_4 = \text{O}_2 + \text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

.....

---

<sup>95</sup> A kísérlet megtekinthető: <https://www.youtube.com/watch?v=PKyITXW6OM4> (2018.07.14.)



### A Janus-arcú hidrogén-peroxid (tanári változat)

Janus a római mitológiában a kezdet és vég istene. Szobrokon és domborműveken kétarcúként ábrázolják. Ezért a „Janus-arcú” kifejezés kettősséget jelent.<sup>96</sup> A hidrogén-peroxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) „Janus-arcú”, mert **oxidálószer** és **redukálószer** is lehet. (Mint ahogy a sav-bázis reakciók során a víz savként és bázisként is viselkedhet.) Hogy egy reakció lejátszódik-e, és ha igen, akkor melyik anyag milyen szerepet játszik benne, a reakciópartnerektől és a körülményektől függ. Most a hidrogén-peroxid kapcsán a **redoxireakciókat** vizsgáljuk.

Az „**oxidálószer**” kifejezés az oxigén nevéből származik. Az „oxidáció” valóban gyakran oxigénfelvételt jelent. Az oxigén atomja a legnagyobb **elektronvonzó-képességű** (elektronegativitása, **EN**-ű) a Földön elemi állapotban előforduló elemeké közül. Ha pl. egy fémmel fém-oxidot képez, akkor az oxigén közelebb vonzza magához a fématomok elektronjait. Azt mondjuk, hogy a fém az oxidáció során „elektront ad le”. Ilyen **elektronleadás**, **azaz oxidáció** olyankor is történhet, amikor oxigén nem is szerepel a reakcióban. Például az elemi klór is erős oxidálószer, mert atomjainak **EN**-a nagy, így általában elektronleadásra (oxidációra) készletti partnerét.

**A feladatlap kitöltése során egészítsétek ki a szöveget a hiányzó szavakkal, illetve mondatokkal,**

**és húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

Vajon hogyan dönthető el egyszerűen, hogy **a hidrogén-peroxid az oxidálószer vagy a redukálószer szerepét játszotta-e egy reakcióban?** Nézzük meg először a következő példákat! (A → jelentése: „ebből következik”.)

A)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4$  A kénatom újabb oxigénatommal létesít 2 kötést. Az oxigén nagyobb **EN**-ű, mint a kén, így magához vonzza a kén 2 elektronját → a kén 2 elektront ad le, oxidálódik → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> **oxidálószer**.

B)  $4 \text{H}_2\text{O}_2 + \text{PbS} = 4 \text{H}_2\text{O} + \text{PbSO}_4$  A kén az ólomnál nagyobb **EN**-ű, de az oxigénnél kisebb → 8 elektron kerül a reakció során a kéntől távolabb → elektronleadás, oxidáció → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> **oxidálószer**.

C)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Mn}^{2+} = \text{Mn}^{4+} + 2 \text{OH}^-$  A mangánion pozitív töltése kettővel nő, tehát a mangán **2** db negatív töltésű elektront **lead** → **oxidálódik** → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> **oxidálószer**.

D)  $\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{Fe}^{3+} + 2 \text{OH}^- = \text{O}_2 + 2 \text{Fe}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}$  A vas(III)-ion pozitív töltése az 1 db **negatív** töltésű elektron felvételével (azaz redukcióval) csökken a vas(III)-ion redukálódik → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> **redukálószer**.

E)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{OH}^- = \text{O}_2 + 2 \text{Cl}^- + 2 \text{H}_2\text{O}$  A semleges elemi klórmolekulából 2 db elektron felvételével (azaz redukcióval) negatív kloridionok keletkeznek → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> **redukálószer**, az elemi klór **oxidálószer**.

F)  $\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{HCl} = \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$  A hidrogén-kloridban a klór elvonzza a hidrogén elektronját, de a hidrogén leadása után ezt az elektront a klór „elveszíti” → elektronleadás, oxidáció → a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> **oxidálószer**.

Megfigyelhetjük, hogy ahol a **hidrogén-peroxid redukálószer**, ott a termékek között megjelenik az **elemi oxigén**.

Hogyan mutatható ki az oxigéngáz keletkezése? **A parázsló/izzó gyújtópalcát lánggra lobbantja.**

Vizsgáljuk meg, hogy ha **ki tudjuk mutatni az O<sub>2</sub>-gáz keletkezését, a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tényleg redukálószer-e** a reakcióban.

**1. Kísérlet:** Az egyik kémcsőbe öntsetek kb. 1-2 cm magasságban keményítőoldatot. Adjatok hozzá kb. 1-2 cm magasságban kálium-jodid-oldatot (KI-oldatot). Gyújtószót meg a gyújtópalcát és hagyjátok kb. fél percig égni. Közben adjatok a keményítő kálium-jodid-oldathoz kb. 1-2 cm magasságban hidrogén-peroxid-oldatot (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-oldat). Fújjátok el az égő gyújtópalcát, és mialatt még izzik (parázslik), tartsátok a kémcsőbe úgy, hogy ne érjen a folyadékhoz. Minden változást figyeljétek meg és írjátok le a tapasztalatokat!

**Tapasztalatok: Az oldat sötétkék lett. Az parázsló gyújtópálca elaludt.**

<sup>96</sup> Wikipédia, <http://hu.wikipedia.org/wiki/Janus> (2018.07.14.)

Megjegyzés: Az oldat színe lehet annyira sötét, hogy nem is állapítható meg, milyen színű. Ilyenkor érdemes egy kis vízzel meghígítani, vagy legalább a megdöntött kémcső falán vékony rétegben folytatva megvizsgálni. Előfordulhat, hogy az oldatban apró buborékok is megjelennek. Ez a hidrogén-peroxid bomlásából származó oxigén. A bomlást azonban a kálium-jodid ilyen kis koncentrációban csak elhanyagolható mértékben katalizálja. A hidrogén-peroxid fő tömegében tényleg a jodidionokat oxidálja jóddá, amelyet a keményítő sötétkék színe mutat. A kísérlet tapasztalatait a következő fénykép mutatja:



**Magyarázat:** A parázsló gyújtópálca ~~lángra lobbant/elaludt~~, ami azt mutatja, hogy a reakcióban oxigéngáz ~~keletkezett/nem keletkezett~~. → Feltételezzük, hogy a  $\text{H}_2\text{O}_2$  oxidálószer, tehát a jodidionok ~~oxidálódtak/redukálódtak~~ → a jodidionok elektront adtak le/vettek föl → negatív jodidionokból semleges jódmolekulák keletkeztek → és ezt tényleg kimutatta a keményítő sötétkék színe.

A reakció kiegészítendő egyenlete:  $\text{H}_2\text{O}_2 + \underline{2} \text{KI} = \underline{2} \text{KOH} + \underline{\text{I}_2}$

**2. Kísérlet:** A másik kémcsőbe öntsetek kb. 1-2 cm magasságban kénsavoldatot ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ -oldatot). Adjatok hozzá kb. 1-2 cm magasságban kálium-permanganát-oldatot ( $\text{KMnO}_4$ -oldatot). Gyújtsátok meg a gyújtópálcát és hagyjátok kb. fél percig égni. Közben adjatok a kénsavas kálium-permanganát-oldathoz kb. 1-2 cm magasságban hidrogén-peroxid-oldatot ( $\text{H}_2\text{O}_2$ -oldat). Fújjátok el az égő gyújtópálcát, és mialatt még izzik (parázslík), tartsátok a kémcsőbe úgy, hogy ne érjen a folyadékhoz. Minden változást figyeljete meg és írjátok le a tapasztalatokat!

**Tapasztalatok:** Erőteljes pezsgés tapasztalható. Az oldat színtelen lett. A parázsló gyújtópálca lángra lobbant.

**Magyarázat:** A parázsló gyújtópálca ~~lángra lobbant/elaludt~~, ami azt mutatja, hogy a reakcióban oxigéngáz ~~keletkezett/nem keletkezett~~. → Feltételezzük, hogy a  $\text{H}_2\text{O}_2$  redukálószer → a permanganácionok ( $\text{MnO}_4^-$ ) ~~oxidálódtak/redukálódtak~~ → a permanganácionok elektront adtak le/vettek föl → a  $\text{MnO}_4^-$ -ből oxigénleadással

(redukcióval) mangán(II)-ionok ( $\text{Mn}^{2+}$ ) keletkeztek → ezt mutatja a  $\text{KMnO}_4$  lila színének eltűnése.

A permanganácionok által leadott oxigénatomok a hidrogénatomokkal vizet képeznek. A szulfácionok és a káliumionok nem változnak meg (csak „ellenionok”, vagyis a többi ion töltését egyenlítik ki). A reakcióegyenletben a jobb oldalon 2 káliumion van, tehát a bal oldalon is annyinak kell lennie. Ebből kiindulva fejezzétek be az egyenlet rendezését:

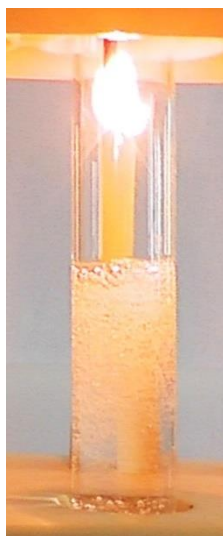
5  $\text{H}_2\text{O}_2$  + 2  $\text{KMnO}_4$  + 3  $\text{H}_2\text{SO}_4$  = 5  $\text{O}_2$  + 2  $\text{MnSO}_4$  + 1  $\text{K}_2\text{SO}_4$  + 8  $\text{H}_2\text{O}$

Általánosítás: Amikor a  $\text{H}_2\text{O}_2$  redukál, akkor ő maga oxidálódik → **elektront ad le/vesz fel**. Ez csak úgy történhet, hogy a  $\text{H}_2\text{O}_2$  oxigénje a tőle **kisebb/nagyobb** elektronegativitású hidrogénatomoknak átadja az elektronját, és ekkor belőle **elemi oxigén** képződik. Miért nem tud az elemi oxigén további elektronokat leadni?

**Azért, mert nagyon nagy az elektronegativitása (így pozitív töltésű oxigénion nem létezik).**

*Megjegyzések:*

- *A fluorral képzett vegyületeiben persze pozitív az oxigén oxidációs száma, de ezt csak emelt szintű képzésben érdemes tanítani.*
- *A jelen tanári útmutatóban megadott koncentrációk és térfogatarányok esetén a hidrogén-peroxid elegendő a reakció teljes végbemeneteléhez. Így a kálium-permanganát-oldat lila színe tényleg eltűnik. Ha a hidrogén-peroxid-oldat nem friss, akkor előfordulhat, hogy ez nem történik meg, mert a hidrogén-peroxid hosszas állás közben bomlik. Ezért a kísérletet (természetesen) ki kell próbálni a tanuló-kísérleti óra előtti napokban.*
- *A kísérlet tapasztalatait a következő fénykép mutatja:*



Vegyük észre, hogy ahány elektron távolabb került a redoxireakciók során az egyes atomoktól **ugyanannyi elektron** került más atomokhoz közelebb, hiszen **ugyanazokról az elektronokról** van szó! Ennek alapján a legbonyolultabb redoxireakciók **egyenletei is rendezhetők**.

#### Házi feladat

1. Az ún. elefántfogkrém<sup>97</sup> kísérletben a kálium-jodid (KI) katalizálja a hidrogén-peroxid bomlását vízre és oxigéngázra. Honnan tudható, hogy a KI és a  $\text{H}_2\text{O}_2$  átalatok végzett reakciójakor nem (csak) ez történt?

**A keményítőt is tartalmazó oldat kék színe az elemi jód megjelenésére utal. (Ez pedig csak oxidációval keletkezhetett a jodionokból.) Nem tapasztaltunk jelentős mennyiségű gázfejlődést. Oxigén jelenléte sem volt kimutatható.**

- *Megjegyzés: A házi feladat megbeszélésekor érdemes kitérni arra, hogy hiába ugyanazok a kiindulási anyagok akkor is, amikor a kálium-jodid oxidálja a hidrogén-peroxidot és akkor is, amikor katalizálja a bomlását, a koncentráció-viszonyok döntik el, hogy melyik reakció a domináns (meghatározó). Hangsúlyozni kell, hogy a két reakció párhuzamosan zajlik, és hogy sokféle anyag katalizálhatja a hidrogén-peroxid bomlását. (Ezért fordulhat elő, hogy az órai kísérletek közül a kálium-jodid-oldattal végzett esetében is kimutatható néha az oxigéngáz fejlődése.)*

2. Milyen szer az alábbi reakcióban a hidrogén-peroxid és a kálium-perjodát ( $\text{KIO}_4$ )? Melyik vegyület mely (kötésben lévő) atomja hány elektront ad le/vesz föl?  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KIO}_4 = \text{O}_2 + \text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

<sup>97</sup> A kísérlet megtekinthető: <https://www.youtube.com/watch?v=PKyITXW6OM4> (2018.07.14.)

**A hidrogén-peroxid redukálószer (oxigéngáz keletkezik) és a kálium-perjodát oxidálószer. A H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oxigénjei adnak le összesen 2 db elektront, amelyeket a KIO<sub>4</sub> jódja vesz föl (hiszen KIO<sub>3</sub>-ban eggyel kevesebb oxigén van).**

Megjegyzések:

- A házi feladat ellenőrzésekor érdemes még egyszer kitérni a fenti állítás részletes és logikus, az elektronok elmozdulásán alapuló indoklására.
- A 2. feladat kapcsán kitérhetünk arra is, hogy a nagy oxigéntartalmú vegyületek a fenti indoklás miatt általában is erős oxidálószer.

[Csak a 2. típusú csoportoknak!]

A természettudományos kutatás alábbi lépéseinek alkalmazásával jutottunk el a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> szerepére vonatkozó általános szabályhoz:

1. **Megfigyelés, rendszerezés, problémafelvetés:** Mások kísérletei alapján tudtuk, hogy az oxidáció oxigénfelvétel és/vagy elektronleadás, valamint hogy a hidrogén-peroxid oxidálószer és redukálószer is lehet. Problémafelvető kérdés volt: Hogyan dönthető el, hogy a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mikor milyen szerepet játszik?
2. **Ismeretgyűjtés, modellkészítés, feltételezés (hipotézisalkotás):** Több reakcióegyenletet megvizsgálva látszott, hogy amikor a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> redukálószer, akkor elemi oxigén keletkezik. Feltételeztük, hogy ez általánosságban is igaz lehet.
3. **A kísérlet megtervezése:** A hidrogén-peroxidot különböző anyagokkal reagáltatva izzó gyújtópálcával megvizsgáltuk, hogy fejlődött-e oxigéngáz.
4. **Kivitelezés, a tapasztalatok lejegyzése:** A kísérletek elvégzése után minden tapasztalatot gondosan leírtunk.
5. **Magyarázat, következtetések levonása, megvitatása:** A kísérleteink eredményei azt mutatták, hogy amikor oxigén fejlődött, a hidrogén-peroxid tényleg redukált (a permanganátiont Mn<sup>2+</sup>-ionná, ami a lila oldat elszíntelenedéséből látszott). Amikor nem fejlődött oxigén, akkor a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oxidált (a jodidiont elemi jóddá, amit a keményítő sötétkék színe mutatott). Az elektronok elmozdulásait végig gondolva megindokoltuk, hogy miért csak akkor fejlődik oxigéngáz, amikor a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> redukálószer. Emiatt ezt **általános szabályként** is ki tudtuk mondani.

[Csak a 3. típusú csoportoknak!]

Most a természettudományos kutatás alábbi lépéseit alkalmazva fogunk eljutni a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> szerepére vonatkozó általános szabály megalkotásához:

1. **Megfigyelés, rendszerezés, problémafelvetés:** Mások kísérletei alapján tehát tudjuk, hogy az oxidáció oxigénfelvétel és/vagy elektronleadás, valamint hogy a hidrogén-peroxid oxidálószer és redukálószer is lehet. Problémafelvető kérdés: Hogyan dönthető el, hogy a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mikor milyen szerepet játszik?
2. **Ismeretgyűjtés, modellkészítés, feltételezés (hipotézisalkotás):** Több reakcióegyenletet megvizsgálva látszik, hogy van egy termék, amely csakis akkor keletkezik, amikor a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> redukálószerként viselkedik. Mi ez a termék?

**Az oxigén(gáz).** Feltételezés: Általánosan igaz az, hogy amikor **oxigén(gáz)** keletkezik, a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> redukálószer.

3. **A kísérlet megtervezése:** A hidrogén-peroxidot különböző anyagokkal reagáltatva megvizsgáljuk, hogy keletkezett-e a 2. pontban megnevezett termék. Hogyan mutatható ki ennek a terméknek a keletkezése?

**A parázsló/izzó gyújtópálcát lánggra lobbantja.**

4. **Kivitelezés, a tapasztalatok lejegyzése:** A kísérletek elvégzése után minden tapasztalatot gondosan leírunk.
5. **Magyarázat, következtetések levonása, megvitatása:** Megvizsgáljuk, hogy a kísérleteink eredményei nem mondanak-e ellent a feltételezésünknek, illetve igazolni látszanak-e azt. Utána megpróbálunk logikus elméleti magyarázatot alkotni. Ha sikerül, akkor kimondjuk az **általános szabályt**.

**1. Kísérlet:** Keményítő-s kálium-jodid-oldattal reagáltatjuk a hidrogén-peroxidot. (Mindhárom oldatból annyit érdemes önteni a kémcsőbe, hogy kb. 1-2 cm-rel emelje abban a folyadék szintjét.)

**A kísérlet terve: Keményítő-oldatot, kálium-jodid-oldatot, majd hidrogén-peroxid-oldatot öntünk az egyik kémcsőbe. Közben parázsló gyújtópálcát készítünk és bele tartjuk a kémcsőbe a folyadék fölé.**

**Tapasztalatok: Az oldat sötétkék lett. Az parázsló gyújtópálca elaludt.**

**Magyarázat:** A parázsló gyújtópálca ~~lángra lobbant/elaludt~~, ami azt mutatja, hogy a reakcióban oxigéngáz ~~keletkezett/nem keletkezett~~. → Feltételezzük, hogy a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oxidálószer, tehát a jodidionok ~~oxidálódtak/redukálódtak~~ → a jodidionok elektront adtak le/vettek föl → negatív jodidionokból semleges jódmolekulák keletkeztek → és ezt tényleg kimutatta a keményítő sötétkék színe.

A reakció kiegészítendő egyenlete: 
$$\text{H}_2\text{O}_2 + \underline{2} \text{KI} = \underline{2} \text{KOH} + \underline{\text{I}_2}$$

**2. Kísérlet:** Kénsavas kálium-permanganát-oldattal reagáltatjuk a hidrogén-peroxidot. (Mindhárom oldatból annyit érdemes önteni a kémcsőbe, hogy kb. 1-2 cm-rel emelje abban a folyadék szintjét.)

**A kísérlet terve: Kénsavoldatot, kálium-permanganát-oldatot, majd hidrogén-peroxid-oldatot öntünk a másik kémcsőbe. Közben parázsló gyújtópálcát készítünk és bele tartjuk a kémcsőbe a folyadék fölé.**

**Tapasztalatok: Erőteljes pezsgés tapasztalható. Az oldat színtelen lett. A parázsló gyújtópálca lángra lobbant.**

**Magyarázat:** A fenti tapasztalatok azt mutatták, hogy a reakcióban oxigéngáz keletkezett/nem keletkezett. →

→ Feltételezzük, hogy a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> redukálószer → a permanganátionok (MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>)

~~oxidálódtak/redukálódtak~~ → a permanganátionok ~~elektront adtak le/vettek föl~~ → a MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>-ből oxigénleadással

(redukcióval) mangán(II)-ionok (Mn<sup>2+</sup>) keletkeztek → ezt mutatja a KMnO<sub>4</sub> lila színének eltűnése.

A permanganátionok által leadott oxigénatomok a hidrogénatomokkal vizet képeznek. A szulfátionok és a káliumionok nem változnak meg (csak „ellenionok”, vagyis a többi ion töltését egyenlítik ki). A reakcióegyenletben a jobb oldalon 2 káliumion van, tehát a bal oldalon is annyinak kell lennie. Ebből kiindulva fejezzék be az egyenlet rendezését:



Általánosítás: Amikor a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> redukál, akkor ő maga oxidálódik → elektront ad le/vesz fel. Ez csak úgy történhet, hogy a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oxigénje a tőle kisebbs/nagyobb elektronegativitású hidrogénatomoknak átadja az elektronját, és ekkor belőle elemi oxigén képződik. Miért nem tud az elemi oxigén további elektronokat leadni?

**Azért, mert nagyon nagy az elektronegativitása (így pozitív töltésű oxigénion nem létezik).**

*Megjegyzések:*

- *Amikor a diákok elkészültek a kísérlet tervével, a tanulócsoporthoz oda sétálva, csendesen figyelmeztetni lehet őket a következőkre:*
  - *Ne dolgozzanak sokkal nagyobb folyadékmennyiségekkel, mert akkor a folyadék a gázképződés miatt könnyen kifuthat a kémcsőből.*
  - *A gyújtópálcának égnie kell egy ideig, hogy kb. 1-1,5 cm hosszú parázsló rész maradjon az elfújása után.*
  - *A gyújtópálca ne érjen se a kémcső nedves falához, se az abban lévő folyadék felszínéhez.*
- *Érdemes a tanárnak néhány tartalék gyújtópálcát készenlétben tartani arra az esetre, ha mégis nedves lenne valamely csoport(ok)é.*

# **FELADATLAPOK A KUTATÁSALAPÚ KÉMIA TANÍTÁSHOZ**

**10. osztály**

# 19. feladatlap: Jóslás vagy előrejelzés?

(Az első változatot készítette: Szalay Luca)

## Módszertani útmutató

**1. Téma:** Halogének reakciói halogenidionokkal

**2. Felhasználás:** 10. osztály, 45 perces tanóra

**3. Szükséges előzetes ismeretek:**

- A periódusos rendszer elektronszerkezeti alapjai.
- Az elektronegativitás és változása a periódusos rendszer oszlopaiban.
- Az apoláris-poláris fogalompár és a „hasonló a hasonlóban oldódik” elv.
- A halogén elemek élettani hatása.
- A halogének és a halogenidsók halmazállapota és színe, valamint oldhatóságuk vízben és benzinben.
- A redoxireakciók elektronszerkezeti értelmezése.

**4. Célok:**

- Ismerkedés a természettudományos kutatás folyamatával és lépéseivel a következő kérdés megválaszolása kapcsán: Miért kell megkülönböztetni a természettudományos kutatás lépéseinek alkalmazása során a kísérletek kimenetelének szakirodalmi adatok alapján történő előrejelzését a szélhámosságok jóslataitól? Ezen keresztül a kémia hasznáról alkotott elképzelések megerősítése.
- Motiváció: jóslás az ókorban, a középkorban és a jelenkorban.
- A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
- A logikus következtetéseken alapuló gondolkodás és a vitakészség fejlesztése.
- A 2. és a 3. csoport diákjai esetében ismerkedés a természettudományos kutatás lépéseivel, és ezen belül a szakirodalom tanulmányozásának jelentőségével. A 3. csoport tanulói esetében a szakirodalmi adatok alkalmazása a kísérlettervezés során egy természettudományos probléma megoldásához

**5. Tananyag:**

- **Ismeret szint:**
  - A tudósok megalapozott előrejelzései lényegileg különböznek a szélhámosságok jóslataitól.
  - Hipót tartalmazó háztartási vegyszereket tilos bármilyen savas kémhatású anyaggal együtt használni! (Ennek oka az, hogy a sav a nátrium-hipokloritból fölszabadítja a bomlékony hipoklórossavat. A hipoklórossav bomlásakor kloridionok keletkeznek, amelyek a hipokloritonnal savas közegben reakcióba lépnek, és ennek eredményeként erősen mérgező klórgáz keletkezik.)
  - A klórgáz és a brómgőzök erősen mérgezők, ezért tilos az ezeket tartalmazó edényekbe beleszagolni, vagy belőlük nagyobb mennyiséget belélegezni!
  - Az elemi jód színe oxigént tartalmazó (poláris) közegben barna, míg apoláris közegben (benzinben vagy levegőben) lila.
  - A periódusos rendszerben, a halogének csoportjában a feljebb lévő (kisebb rendszámú) elemi halogén és a lejjebb elhelyezkedő halogenidion között redoxireakció játszódik le.
  - A periódusos rendszerben, a halogének csoportjában a lejjebb lévő (nagyobb rendszámú) elemi halogén és a feljebb elhelyezkedő halogenidion között nem játszódik le reakció.
- **Megértés szint:**
  - A tudósok előrejelzései a korábban megszerzett és rendszerezett, a gyakorlati tapasztalatok által is következetesen visszaigazolt tudáskincsre alapozva, logikus megfontolások során születnek.
  - Az elemi halogének azért oldódnak jól benzinben, mert apoláris molekuláik vannak, és ebben hasonlítanak a benzin fő tömegét alkotó alkánok apoláris molekuláihoz.
  - Az elemi halogének színe a halogének csoportjában felülről lefelé haladva mélyül, mert az atommagtól egyre távolabb kerülő legkülső elektronok egyre könnyebben gerjeszthetők.

- A nagyobb elektronegativitású elemi halogén azért tudja átvenni az elektront a periódusos rendszerben alatta elhelyezkedő halogén negatív töltésű halogenidionjától, mert nagyobb az elektronvonzó képessége. Ezért játszódhat le közöttük redoxireakció.
- A halogének reakciókészsége és élettani hatása között összefüggés van, mert az élő szervezet anyagaival is redoxireakcióba léphetnek. (Minél reakcióképesebbek, annál mérgezőbbek.)
- **Alkalmazás szint:**
  - A halogének és a halogenidek vízben, valamint benzinben mutatott színéről, továbbá oldhatóságáról tanultak alkalmazása a tanulókísérletek tapasztalatainak magyarázata során.
  - A periódusos rendszerből leolvasható elektronegativitás-értékek és a redoxireakciók elektronátmenet alapján történő értelmezéséről tanultak alkalmazása annak magyarázatára (illetve a 3. típusú feladatlapot kitöltők esetében előrejelzésére), hogy lejátszódik-e a reakció egy elemi halogén és egy halogenidion között.
- **Magasabb rendű műveletek:**
  - A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében annak megértése, hogy a hipotézisek megalkotásakor és a természettudományos kísérletek tervezésekor logikus gondolatmenetet alkalmazva kell fölhasználni a szakirodalomban található adatokat (a konkrét esetben a periódusos rendszerben látható elektronegativitás-értékeket) és az egyéb előzetes tudást (jelen esetben a halogének és a halogenidek színéről és oldhatóságáról tanultakat).
  - A 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók csoportjainak a hipotézisek megalkotásakor és a kísérletek közös megtervezésekor föl kell használni a szakirodalomban található adatokat (a konkrét esetben a periódusos rendszerben látható elektronegativitás-értékeket), valamint ezt a tudást szintetizálni kell a halogének és a halogenidek színéről és oldhatóságáról tanultakkal. A kísérleteik eredményeit pedig össze kell vetni az előrejelzéseikkel.

## 6. Módszertani megfontolások:

- A jelen feladatlap a szerves kémia nemfémes elemekről szóló részének tanításához, illetve ismétléséhez, a redoxireakciók ismétléséhez, valamint az alkánok tanításakor is alkalmazható (mivel az elemi bróm és a jód megkülönböztetése a vizes oldatukból benzinbe való átrázásukkal, a benzines oldat színe alapján történik). Ha a feladatlapot az alkánok tanításának kapcsán használjuk, akkor értelemszerűen ki lehet térni a benzinek összetételére, előállítására és felhasználására is.
- A klóros víz készítése a tanórán, tanári kísérletben történik. Ennek kapcsán alkalom nyílik a háztartási vegyszerek használatára vonatkozó egyik legfontosabb balesetvédelmi szabály (a hipót és a savat tartalmazó anyagok összeöntésének tilalma) ismétlésére. A tanári kísérlet végeztével a tanár a klóros vízből minden tanulócsoporthoz számára önt kb. 1-2 cm magasságban egy-egy üres, de megfelelő módon előre feliratozott ( $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ) és dugóval is ellátott kémcsőbe, és az kerül klóros vízként a tanulói tálcákra.
- A kísérletek során használt klóros víz és brómos víz erősen mérgező, ezért esetükben fokozott óvatossággal kell eljárni. A tanulók tálcáira csak a kísérletek tanórát megelőző kipróbálása során a lehető legkisebb mennyiségűnek bizonyult térfogatú és töménységű oldatokat szabad tenni. Az ezeket és a gyúlékony, valamint robbanásveszélyes benzint tartalmazó kémcsöveket jól be kell dugaszolni. **A tanulók figyelmét föl kell hívni arra, hogy nagyon óvatosan kezeljék a klóros vizet. Egyáltalán nem szabad megszagolniuk és a kísérlet során való felhasználásáig bedugaszolva kell tartaniuk az azt tartalmazó kémcsövet. (A kísérlet elvégzésekor úgyis érezni fogják egy kicsit a klór szagát.)** A tanulókkal alaposan át kell ismételni az összes vonatkozó tűz- és balesetvédelmi szabályt. Mivel csak a színek számítanak, minden folyadékból elegendő 1-2 cm<sup>3</sup>.
- A tanári asztalon legyen készenlétben nátrium-tioszulfát-oldat arra az esetre, ha valamelyik halogén vizes oldata kiömlene.
- A feladatlapok a téma kapcsán számos kitekintésre is lehetőséget biztosítanak, ha a rajtuk szereplő kísérletek elvégzése és magyarázata, valamint azok osztályszintű, frontális rendszerezése után marad még erre idő. Például meg lehet említeni a klór harci gázként való fölhasználását az I. világháborúban, és ennek kapcsán Fritz Haber tragikus életét, sikereit és erkölcsi bukását. Össze lehet vetni a halogének elektronegativitását és reakciókészségét, valamint a standardpotenciál-táblázatból leolvasható redoxipotenciálokat. Az egyes reakciók besorolhatók az ismert reakciótipusokba. Ha a diákok tudnak oxidációs számok alapján egyenletet rendezni, akkor ezt is el lehet végezni, vagy ez föladható házi feladatnak is. Fölírhatók és rendezhetők a nátrium-tioszulfát és a bróm, illetve jód reakcióinak egyenletei is, pl.  $2 \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{Br}_2 = \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2 \text{NaBr}$



- A további módszertani megfontolásokat ld. a feladatlap tanári változatába írt „Megjegyzések” között.

## 7. Technikai segédlet

- **Anyagok és eszközök a tanári kísérlethez**
  - háztartási sósav (kb.  $w = 5-10\%$ ) vagy folyékony vízkőoldó
  - hipó (kb.  $w \leq 5\%$ )
  - főzőpohár,  $100 \text{ cm}^3$ -es, 1 db
  - üvegbot
  - tálca
  - védőkesztyű és védőszemüveg

A tanári kísérlethez előkészített tálca az alábbi fényképen látható:



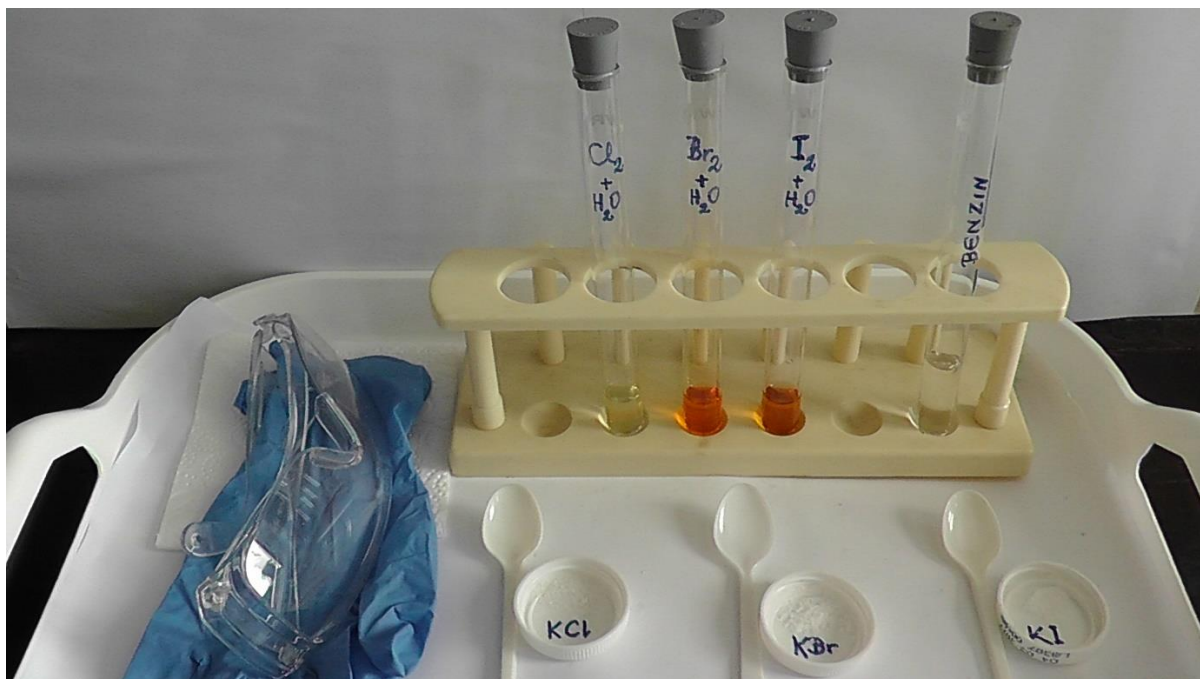
- **Anyagok és eszközök a brómos víz elkészítéséhez (ha nem áll rendelkezésre elemi bróm)**
  - $\text{KBrO}_3$  (szilárd)
  - $\text{KBr}$  (szilárd)
  - $6 \text{ mol/dm}^3$  töménységű kénsavoldat (vízzel kb. harmadára hígított cc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
  - főzőpohár,  $400 \text{ cm}^3$ -es, 1 db
  - üvegbot
  - tálca
  - védőkesztyű és védőszemüveg
- **Anyagok és eszközök a nátrium-tioszulfát-oldat elkészítéséhez**
  - $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (szilárd, és lehet kristályvizes is)
  - csapvíz
  - vegyszeres kanál
  - főzőpohár,  $400 \text{ cm}^3$ -es, 1 db
  - üvegbot
  - tálca
  - védőkesztyű és védőszemüveg

A brómos víz és a nátrium-tioszulfát-oldat készítéséhez előkészített tálca az alábbi fényképen látható:



- **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként):**
  - benzin
  - brómos víz
  - jódos víz
  - kálium-klorid (szilárd)
  - kálium-bromid (szilárd)
  - kálium-jodid (szilárd)
  - óraüveg vagy műanyag üdítősüveg vagy tejesdoboz fehér kupakja, 3 db
  - kémcső, 4 db
  - kémcsőállvány
  - törlőkendő vagy papírtörölő
  - tálca
  - védőkesztyű és védőszemüveg
  - (az elektronegativitások értékeit is tartalmazó periódusos rendszer)

A tanulókísérletekhez előkészített tálca az alábbi fényképen látható (már a tanári kísérlet eredményeként kapott klóros vízzel együtt):



- **Előkészítés**

- **A tanári kísérlet előkészítése**

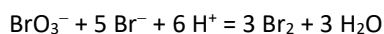
A hipós és a sósavas üveget, valamint a főzőpoharat egy tálcára tesszük. (Ha nem áll rendelkezésre elszívófülke, és a kísérletet egy nyitott ablak párkányán végezzük, a tálca nem billenhet le arról.) A hipó és a háztartási sósav (vagy folyékony vízkőoldó) lehetőleg a háztartásban is használatos, eredeti csomagolásban legyen. Mind a hipó, mind a sósav bomlik állás közben. Így a kísérlet során keletkező klóros víz töménysége annak függvénye, milyen ezeknek az oldatoknak a valódi koncentrációja. Mivel azonban a kísérletek akkor is sikerülnek, ha a klóros víz töménysége tág határok között változik, ez nem okoz problémát. A főttebb megadott töménységű hipót és sósavat kb. 2:1 térfogatarányban érdemes használni, de természetesen minden kísérletet előre ki kell próbálni az így keletkező klóros vízzel. Annyi klóros vizet kell készíteni, hogy mindegyik tanulócsoporthoz jusson belőle kb. 2 cm<sup>3</sup>, és maradjon is egy kevés a színek összehasonlításához, valamint arra az esetre, ha egyes tanulócsoporthoz új klóros vizet kellene adni. **Azonban semmiképp se készítsünk a tanulói feladatlapon leírt módszerrel 30 cm<sup>3</sup>-nél több klóros vizet (20 cm<sup>3</sup> hipó + 10 cm<sup>3</sup> sósav)!**

- **A nátrium-tioszulfát-oldat készítése**

10 g nátrium-tioszulfátot annyi csapvízben oldunk, hogy a végtérfogat kb. 200 cm<sup>3</sup> legyen. (Mindegy, hogy kristályvizes-e a nátrium-tioszulfát, hiszen csak az esetlegesen kiömlő klóros, brómos vagy jódos víz elreagáltatásához van rá szükség, ezért nem kell pontos koncentrációjú oldat.) Ha van készen nátrium-tioszulfát-oldat, azt is rátehetjük a tálcára, amennyiben elegendő mennyiségű és koncentrációjú ahhoz, hogy az esetleg kiömlő halogénos vízzel elreagáljon.

- **A brómos víz készítése**

- Ha rendelkezésre áll elemi bróm, akkor abból néhány cseppet kell tenni egy zárható, barna folyadéküvegben lévő desztillált víz aljára, és néhány napig állni kell hagyni.
    - Ha nincs elemi brómunk, akkor 0,84 g KBrO<sub>3</sub>-ot és 3,0 g KBr-ot kb. 100 cm<sup>3</sup> desztillált vízben oldunk, majd lassan, kevergetés közben hozzáadunk 2,5 cm<sup>3</sup> 6 mol/dm<sup>3</sup> töménységű kénsavoldatot, majd desztillált vízzel kb. 200 cm<sup>3</sup>-re hígítjuk. Az alábbi egyenlet szerint elemi bróm keletkezik:



A brómos víz a szükséges mértékben hígítható a tanuló-kísérletekhez. Azonban figyelembe kell venni, hogy a bróm illékony, és gőzeinek távozása miatt a brómos víz koncentrációja gyorsan csökkenhet (különösen akkor, ha meleg helyen van). Ezért lehetőleg légmentesen le kell zárni. Barna üvegben kell tárolni. Annyi brómos vizet kell

készíteni, hogy mindegyik tanulócsoporthoz kémcsővébe jusson belőle kb. 2 cm<sup>3</sup>, és maradjon is egy kevés a színek összehasonlításához, valamint arra az esetre, ha egyes tanulócsoporthoz új brómos vizet kellene adni.

- **A jódos víz készítése**

Kevés jódkristályt szórunk egy zárható edényben lévő desztillált víz aljára, és legalább egy hétig állni hagyjuk. Utána a szükséges mértékben hígítható a tanulókérdésekhez. Annyi jódos vizet kell készíteni, hogy mindegyik tanulócsoporthoz kémcsővébe jusson belőle kb. 2 cm<sup>3</sup>, és maradjon is egy kevés a színek összehasonlításához, valamint arra az esetre, ha egyes tanulócsoporthoz új jódos vizet kellene adni.

- **A tanulókérdési tálcák előkészítése**

A kémcsőállványba 3 kémcsövet helyezünk, amelyekbe a következő folyadékok kerülnek:

- az 1. kémcsőbe kb. 1-2 cm<sup>3</sup> brómos víz (bedugaszolva)
- a 2. kémcsőbe kb. 1-2 cm<sup>3</sup> jódos víz (bedugaszolva)
- A 3. kémcsőbe kb. 4-5 cm<sup>3</sup> benzint öntünk és bedugaszoljuk.

A 4. kémcsőbe a klóros vizet a tanórán elvégzett tanári kísérlet után kell beleönteni, és azt is be kell dugaszolni.

A szilárd KCl-ből, KBr-ből és KI-ből csak nagyon keveset (néhány kristálykát) kell tenni a tanuló tálcáira (3 különböző, feliratozott fehér műanyag kupakba vagy óraüvegre). A szilárd sók adagolása műanyag keverőpálca végével vagy műanyag kávéskanál nyelével történhet. (A felfordított kávéskanál nyele egy kis vályút képez, és ezért a kanál nyelének hátsó oldalával könnyebb adagolni.)

- **Balesetvédelem**

- **A klórgáz és a bróm gőzei erősen mérgezők. Ezért csak a minimálisan szükséges mennyiséget szabad belőlük használni, és tilos őket szagolgatni, illetve közvetlenül belélegezni!**
- A klóros és a brómos vizet bedugaszolt kémcsőben kell a tanuló tálcájára tenni.
- A kísérleteket végző diákoknak feltétlenül viselniük kell gumikesztyűt és védőszemüveget.
- A benzint szobahőmérsékleten erősen párolog, tűz- és robbanásveszélyes. Ezért a vele való kísérletezés során nyílt láng nem lehet a közelben.
- A kiömlött klóros, brómos és jódos víz nátrium-tioszulfát-oldattal elreagáltatható.

- **Hulladékkezelés**

- A keletkező hulladékok közül a kétfázisú rendszereket a halogéntartalmú szerves hulladékot tartalmazó gyűjtőbe kell kiönteni, a többit pedig értelemszerűen a szerves vagy a szerves halogénmentes hulladékgyűjtőbe.

### Jóslás vagy előrejelzés? (1. típus: receptszerű változat)

Már az ókori görögök is szerették volna ismerni a jövőt. Ezért aztán a delphoi jósdá papjai és papnői több mint ezer éven át jól megéltek a szinte mindig bizonytalan jelentésű, sőt olykor egyenesen érthetetlen jóslataikból.<sup>98</sup> Az ókor és a középkor uralkodóinak udvartartásában is gyakran voltak jósok. Ők például az állati belek alakja vagy a csillagok járása és a jövő hadászati vagy egyéb eseményei között keresték a (mint később kiderült nem létező) logikai kapcsolatokat. (Azonban ha tisztességesek és elég okosak voltak, akkor eközben valós szabályszerűségeket is fölismertek. Ilyenek például az égitestek mozgását ma is alapvetően jól leíró Kepler-törvények.) Igény ma is van a jövő megismerésére, és sajnos az interneten a szélhámosok is gyorsan terjeszthetnek sokmindent.<sup>99</sup> Egy kis (internetes adatbázisokban végezhető) családfakutatással, némi emberismerettel, minimális következtetőképességgel és nagyon tág lelkiismerettel manapság is jól lehet keresni kártya- vagy tenyérjóslással...

A tudósok is gyakran tesznek előrejelzéseket. Ezeket azonban olyan logikus és valóságos összefüggések alapján alkotják meg, amelyek létezését a megfigyelések és kísérletek tapasztalatai rendszeresen és következetesen visszaigazolták. Erre látunk ezen az órán néhány példát.

**A feladatlap kitöltése során egészítsétek ki a szöveget a hiányzó szavakkal, illetve mondatokkal, és húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes vagy hibás szövegrészt.**

**Tanári kísérlet:** *Ez a kísérlet csak a megadott mennyiségekkel és jól működő elszívó fülke alatt, vagy nyitott ablak párkányán végezhető!* Egy kis főzőpohárban 2 térfogat (maximum 20 cm<sup>3</sup>) háztartási hipóba ( $w \leq 5\%$  nátrium-hipoklorit-oldat) apránként és óvatosan(!), az oldatot időnként megkeverve, 1 térfogat (maximum 10 cm<sup>3</sup>) háztartási sósavat ( $w = 5-10\%$ ) vagy folyékony vízkőoldót öntünk. *Az oldat közelében ne vegyünk levegőt!*

**Tapasztalat:** .....

**Magyarázat:** Kémiai reakciók során ..... gáz keletkezik. Írjátok fel ezeknek a reakcióknak az összevont egyenletét! .....

A .....gáz MÉRGEZŐ! Ezért TILOS savas kémhatású anyagot hipót tartalmazó vegyszerekkel együtt használni.

A .....gáz fizikailag rosszul oldódik vízben, mert a .....molekulák apolárisak, a .....molekulák pedig polárisak. Azonban a .....gáz kémiailag is oldódik vízben, a következő egyenlet szerint:

.....

Ez egy kémiai egyensúly, amely a.....gáz távozásával fokozatosan **jobbra/balra** tolódik el.

**1. Kísérlet:** A klóros vízbe szórjatok kálium-bromidot, majd öntsetek a kémcsőbe kevés benzint, és rázogassátok!

**Tapasztalat:** .....

**Magyarázat:** Lejátszódott/nem játszódott le reakció. Miből látszik, hogy lejátszódott-e reakció?

.....

Ha lejátszódott reakció, írjátok föl a reakcióegyenletet is! .....

**2. Kísérlet:** A brómos vízbe szórjatok kálium-jodidot, majd öntsetek a kémcsőbe kevés benzint, és rázogassátok!

**Tapasztalat:** .....

**Magyarázat:** Lejátszódott/nem játszódott le reakció. Miből látszik, hogy lejátszódott-e reakció?

.....

Ha lejátszódott reakció, írjátok föl a reakcióegyenletet is! .....

<sup>98</sup><https://hu.wikipedia.org/wiki/Delphoi> (Utolsó megtekintés: 2019. 06. 18.)

<sup>99</sup><https://www.femcafe.hu/cikkek/lifestyle/allati-bel-es-teafu-bemutatjuk-joslasfajtakat>

**3. Kísérlet:** A jódos vízbe szórjatok kálium-kloridot, majd öntsetek a kémcsőbe kevés benzint, és rázogassátok!

**Tapasztalat:** .....

**Magyarázat:** Lejátszódott/nem játszódott le reakció. Miből látszik, hogy lejátszódott-e reakció?

.....

Ha lejátszódott reakció, írjátok föl a reakcióegyenletet is! .....

Tehát egy elemi halogén molekulája akkor képes **oxidálni/redukálni** egy másik halogén anionját (halogenidiont), ha az elemi halogén **jobban/kevésbé** vonzza az elektronokat, mint a halogenidion. A kötésben lévő atom

elektronvonzóképességét az ..... mutatja, aminek az értékei

a periódusos rendszerből leolvashatók. A **kisebb/nagyobb** .....-ú halogén, ami a periódusos rendszerben **feljebb/lejjebb** helyezkedik el, képes oxidálni a másik halogenidsó anionját. Ez alapján 100%-os biztonsággal előre jelezhető, hogy lejátszódik-e egy reakció a halogén és egy másik halogenid között. Ellentétben például azzal, hogy nyerni fogunk-e a héten a lottón, ha játszunk... 😊

## Jóslás vagy előrejelzés? (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

Már az ókori görögök is szerették volna ismerni a jövőt. Ezért aztán a delphoi jósdá papjai és papnői több mint ezer éven át jól megéltek a szinte mindig bizonytalan jelentésű, sőt olykor egyenesen érthetetlen jóslataikból.<sup>100</sup> Az ókor és a középkor uralkodóinak udvartartásában is gyakran voltak jósök. Ők például az állati belek alakja vagy a csillagok járása és a jövő hadászati vagy egyéb eseményei között keresték a (mint később kiderült nem létező) logikai kapcsolatokat. (Azonban ha tisztességesek és elég okosak voltak, akkor eközben valós szabályszerűségeket is fölismertek. Ilyenek például az égitestek mozgását ma is alapvetően jól leíró Kepler-törvények.) Igény ma is van a jövő megismerésére, és sajnos az interneten a szélhámosok is gyorsan terjeszthetnek sokmindent.<sup>101</sup> Egy kis (internetes adatbázisokban végezhető) családfakutatással, némi emberismerettel, minimális következtetőképességgel és nagyon tág lelkiismerettel manapság is jól lehet keresni kártya- vagy tenyérjóslással...

A tudósok is gyakran tesznek előrejelzéseket. Ezeket azonban olyan logikus és valóságos összefüggések alapján alkotják meg, amelyek létezését a megfigyelések és kísérletek tapasztalatai rendszeresen és következetesen visszaigazolták. Erre látunk ezen az órán néhány példát.

**A feladatlap kitöltése során egészítsétek ki a szöveget a hiányzó szavakkal, illetve mondatokkal, és húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes vagy hibás szövegrészt.**

**Tanári kísérlet:** *Ez a kísérlet csak a megadott mennyiségekkel és jól működő elszívó fülke alatt, vagy nyitott ablak párkányán végezhető!* Egy kis főzőpohárban 2 térfogat (maximum 20 cm<sup>3</sup>) háztartási hipóba ( $w \leq 5\%$  nátrium-hipoklorit-oldat) apránként és óvatosan(!), az oldatot időnként megkeverve, 1 térfogat (maximum 10 cm<sup>3</sup>) háztartási sósavat ( $w = 5-10\%$ ) vagy folyékony vízkőoldót öntünk. *Az oldat közelében ne vegyünk levegőt!*

**Tapasztalat:** .....

**Magyarázat:** Kémiai reakciók során .....gáz keletkezik. Írjátok fel ezeknek a reakcióknak az összevont egyenletét! .....

A .....gáz MÉRGEZŐ! Ezért TILOS savas kémhatású anyagot hipót tartalmazó vegyszerekkel együtt használni.

A .....gáz fizikailag rosszul oldódik vízben, mert a .....molekulák apolárisak, a .....molekulák pedig polárisak. Azonban a .....gáz kémiailag is oldódik vízben, a következő egyenlet szerint:

.....

Ez egy kémiai egyensúly, amely a .....gáz távozásával fokozatosan **jobbra/balra** tolódik el.

**1. Kísérlet:** A klóros vízbe szórjatok kálium-bromidot, majd öntsetek a kémcsőbe kevés benzint, és rázogassátok!

**Tapasztalat:** .....

**Magyarázat:** Lejátszódott/nem játszódott lereakció. Miből látszik, hogy lejátszódott-e reakció?

.....

Ha lejátszódott reakció, írjátok föl a reakcióegyenletet is! .....

**2. Kísérlet:** A brómos vízbe szórjatok kálium-jodidot, majd öntsetek a kémcsőbe kevés benzint, és rázogassátok!

**Tapasztalat:** .....

**Magyarázat:** Lejátszódott/nem játszódott lereakció. Miből látszik, hogy lejátszódott-e reakció?

.....

Ha lejátszódott reakció, írjátok föl a reakcióegyenletet is! .....

<sup>100</sup><https://hu.wikipedia.org/wiki/Delphoi> (Utolsó megtekintés: 2019. 06. 18.)

<sup>101</sup><https://www.femcafe.hu/cikkek/lifestyle/allati-bel-es-teafu-bemutatjuk-joslasfajtakat>

**3. Kísérlet:** A jódos vízbe szórjatok kálium-kloridot, majd öntsetek a kémcsőbe kevés benzint, és rázogassátok!

**Tapasztalat:** .....

**Magyarázat:** Lejátszódott/nem játszódott lereakció. Miből látszik, hogy lejátszódott-e reakció?

.....

Ha lejátszódott reakció, írjátok föl a reakcióegyenletet is! .....

Tehát egy elemi halogén molekulája akkor képes **oxidálni/redukálni** egy másik halogén anionját (halogenidiont), ha az elemi halogén **jobban/kevésbé** vonzza az elektronokat, mint a halogenidion. A kötésben lévő atom

elektronvonzóképességét az ..... mutatja, aminek az értékei

a periódusos rendszerből leolvashatók. A **kisebb/nagyobb** .....-ú halogén, ami a periódusos rendszerben **feljebb/lejjebb** helyezkedik el, képes oxidálni a másik halogenid anionját. Ez alapján 100%-os biztonsággal előre jelezhető, hogy lejátszódik-e egy reakció a halogén és egy másik halogenid között. Ellentétben például azzal, hogy nyerni fogunk-e a héten a lottón, ha játszunk... 😊

A kutatók által megszerzett és rendszerezett tudás a **szakirodalomból** megismerhető. Egyetlen probléma megoldásához sem érdemes hozzáfogni anélkül, hogy megvizsgálnánk, milyen eredményeket publikáltak a szakemberek korábban azon a területen. A szakirodalmi adatok alapján **hipotéziseket, megalapozott feltételezéseket** tehetünk. A főnti kísérletek során például a periódusos rendszerben megtalálható elektronegativitás-értékek alapján előre jelezhető, hogy melyik reakció játszódhat le, és melyik nem. A hipotézisek vizsgálatára **kísérleteket tervezhetünk**, és **azok tapasztalatait összevethetjük az előzetes tudással**. Ti is pontosan az utóbbit tettétek a kísérletek magyarázata kapcsán. Az újabb kutatások eredményei pedig csak akkor kerülhetnek be a szakirodalomba, ha azt az adott területen dolgozó **szakemberek megismerik, megvitatják és közlésre érdemesnek találják**. Ez a folyamat különbözteti meg tehát a tudósok munkáját a jószok hókuszpókuszaitól.



### Jóslás vagy előrejelzés? (3. típus: kísérlettervező változat)

Már az ókori görögök is szerették volna ismerni a jövőt. Ezért aztán a delphoi jósdá papjai és papnői több mint ezer éven át jól megélték a szinte mindig bizonytalan jelentésű, sőt olykor egyenesen érthetetlen jóslataikból.<sup>102</sup> Az ókor és a középkor uralkodóinak udvartartásában is gyakran voltak jósok. Ők például az állati belek alakja vagy a csillagok járása és a jövő hadászati vagy egyéb eseményei között keresték a (mint később kiderült nem létező) logikai kapcsolatokat. (Azonban ha tisztességesek és elég okosak voltak, akkor eközben valós szabályszerűségeket is fölismertek. Ilyenek például az égitestek mozgását ma is alapvetően jól leíró Kepler-törvények.) Igény ma is van a jövő megismerésére, és sajnos az interneten a szélhámósok is gyorsan terjeszthetnek sokmindent.<sup>103</sup> Egy kis (internetes adatbázisokban végezhető) családfakutatással, némi emberismerettel, minimális következtetőképességgel és nagyon tág lelkiismerettel manapság is jól lehet keresni kártya- vagy tenyérjóslással...

A tudósok is gyakran tesznek előrejelzéseket. Ezeket azonban olyan logikus és valóságos összefüggések alapján alkotják meg, amelyek létezését a megfigyelések és kísérletek tapasztalatai rendszeresen és következetesen visszaigazolták. Erre látunk ezen az órán néhány példát.

**A feladatlap kitöltése során egészítsétek ki a szöveget a hiányzó szavakkal, illetve mondatokkal, és húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

**Tanári kísérlet:** Ez a kísérlet csak a megadott mennyiségekkel és jól működő elszívó fülke alatt, vagy nyitott ablak párkányán végezhető! Egy kis főzőpohárban 2 térfogat (maximum 20 cm<sup>3</sup>) háztartási hipóba ( $w \leq 5\%$  nátrium-hipoklorit-oldat) apránként és óvatosan(!), az oldatot időnként megkeverve, 1 térfogat (maximum 10 cm<sup>3</sup>) háztartási sósavat ( $w = 5-10\%$ ) vagy folyékony vízkőoldót öntünk. Az oldat közelében ne vegyünk levegőt!

**Tapasztalat:** .....

**Magyarázat:** Kémiai reakciók során .....gáz keletkezik. Írjátok fel ezeknek a reakcióknak az összevont egyenletét! .....

A .....gáz MÉRGEZŐ! Ezért TILOS savas kémhatású anyagot hipót tartalmazó vegyszerekkel együtt használni.

A .....gáz fizikailag rosszul oldódik vízben, mert a .....molekulák apolárisak, a .....molekulák pedig polárisak. Azonban a .....gáz kémiailag is oldódik vízben, a következő egyenlet szerint:

.....

Ez egy kémiai egyensúly, amely a.....gáz távozásával fokozatosan **jobbra/balra** tolódik el.

Azt, hogy egy halogénelem reagál-e egy másik halogén sójával (halogenidionnal) teljes biztonsággal előre tudjuk jelezni. Ez ugyanis azon múlik, hogy melyik halogén képes erősebben vonzani az elektronokat. Hogyan nevezzük a kötésben lévő atom elektronvonzóképességét?.....Hogyan változik ez a periódusos rendszer csoportjaiban felülről lefelé haladva?.....Miért? .....

.....

A tálcákon halogénelemek (klór, bróm és jód) vizes oldatait, valamint szilárd halogenidsókat (KCl, KBr, KI) találtok. Most az a feladatotok, hogy tervezetek két kísérletet. Az **1. kísérlet során játszódjon le reakció** a halogénelem és a halogenidion között. A **2. kísérletben pedig ne játszódjon le reakció** a halogénelem és a halogenidion között. Üres kémcsövek nincsenek, tehát minden oldatot csak egyszer használhattok fel. A kísérletek eredményének előrejelzéséhez a periódusos rendszer adatait alkalmazzátok szakirodalmi forrásként! Pl. vitassátok meg, történik-e reakció brómos víz (halogén: Br<sub>2</sub>) és a kálium-jodid (halogenidion: I<sup>-</sup>) között, és miért.

A vízben oldott elemi bróm (brómos víz) és a vízben oldott elemi jód (jódos víz) a koncentrációjuktól függően lehetnek közel azonos színűek. A tálcákon van még egy anyag, aminek a segítségével el tudnátok dönteni,

hogy jelen van-e elemi bróm vagy elemi jód. Mi az az anyag? ..... Miért használható erre a célra? .....

<sup>102</sup><https://hu.wikipedia.org/wiki/Delphoi> (Utolsó megtekintés: 2019. 06. 18.)

<sup>103</sup><https://www.femcafe.hu/cikkek/lifestyle/allati-bel-es-teafu-bemutatjuk-joslasfajtakat>

Milyen ezeknek az anyagoknak a polaritása és hogyan befolyásolja az az oldhatóságukat?

.....

**Az 1. kísérlet terve (lejátszódik a reakció):**.....

.....

.....

**Tapasztalat:** .....

.....

**Magyarázat:** Miből látszik, hogy lejátszódott a reakció?.....

.....

Reakcióegyenlet: .....

A ..... oxidálta a ....., azaz elektront vett át tőle/adott neki át. Miért játszódott le a reakció?.....

**A 2. kísérlet terve (nem játszódik le reakció):**.....

.....

.....

**Tapasztalat:** .....

.....

**Magyarázat:** Miért nem játszódik le? .....

.....

Miből látszik, hogy nem játszódott le?.....

.....

Tehát egy elemi halogén molekulája akkor képes oxidálni/redukálni egy másik halogén anionját (halogenidion), ha az elemi halogén jobban/kevésbé vonzza az elektronokat, mint a halogenidion. A kötésben lévő atom

elektronvonzóképességét az ..... mutatja, aminek az értékei

a periódusos rendszerből leolvashatók. A **kisebb/nagyobb** .....-ú halogén, ami a periódusos rendszerben **feljebb/lejjebb** helyezkedik el, képes oxidálni a másik halogenid anionját. Ez alapján 100%-os biztonsággal előre jelezhető, hogy lejátszódik-e egy reakció a halogén és egy másik halogenid között. Ellentétben például azzal, hogy nyerni fogunk-e a héten a lottón, ha játszunk... 😊

A kutatók által megszerzett és rendszerezett tudás a **szakirodalomból** megismerhető. Egyetlen probléma megoldásához sem érdemes hozzáfogni anélkül, hogy megvizsgálnánk, milyen eredményeket publikáltak a szakemberek korábban azon a területen. A szakirodalmi adatok alapján **hipotéziseket, megalapozott feltételezéseket** tehetünk. A főnti kísérletek során például a periódusos rendszerben megtalálható elektronegativitás értékek alapján előre jelezhető, hogy melyik reakció játszódhat le, és melyik nem. A hipotézisek vizsgálatára **kísérleteket tervezhetünk, és azok tapasztalatait összevethetjük az előzetes tudással**. Ti is pontosan ezeket tettétek a kísérletek megtervezése és magyarázata kapcsán. Az újabb kutatások eredményei pedig csak akkor kerülhetnek be a szakirodalomba, ha azt az adott területen dolgozó **szakemberek megismerik, megvitatják és közlésre érdemesnek találják**. Ez a folyamat különbözőteti meg tehát a tudósok munkáját a jósk hókuszpókuszeitól.

### Jóslás vagy előrejelzés? (tanári változat)

Már az ókori görögök is szeretnék volna ismerni a jövőt. Ezért aztán a delphoi jósdá papjai és papnői több mint ezer éven át jól megélték a szinte mindig bizonytalan jelentésű, sőt olykor egyenesen érthetetlen jóslataikból.<sup>104</sup> Az ókor és a középkor uralkodóinak udvartartásában is gyakran voltak jósök. Ők például az állati belek alakja vagy a csillagok járása és a jövő hadászati vagy egyéb eseményei között keresték a (mint később kiderült nem létező) logikai kapcsolatokat. (Azonban ha tisztességesek és elég okosak voltak, akkor eközben valós szabályszerűségeket is fölismertek. Ilyenek például az égitestek mozgását ma is alapvetően jól leíró Kepler-törvények.) Igény ma is van a jövő megismerésére, és sajnos az interneten a szélhámósok is gyorsan terjeszthetnek sokmindent.<sup>105</sup> Egy kis (internetes adatbázisokban végezhető) családfakutatással, némi emberismerettel, minimális következtetőképességgel és nagyon tág lelkiismerettel manapság is jól lehet keresni kártya- vagy tenyérjóslással...

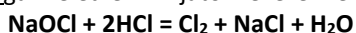
A tudósok is gyakran tesznek előrejelzéseket. Ezeket azonban olyan logikus és valóságos összefüggések alapján alkotják meg, amelyek létezését a megfigyelések és kísérletek tapasztalatai rendszeresen és következetesen visszaigazolták. Erre látunk ezen az órán néhány példát.

**A feladatlap kitöltése során egészítsétek ki a szöveget a hiányzó szavakkal, illetve mondatokkal, és húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

**1. Tanári kísérlet:** *Ez a kísérlet csak a megadott mennyiségekkel és jól működő elszívó fülke alatt, vagy nyitott ablak párkányán végezhető!* Egy kis főzőpohárban 2 térfogat (maximum 20 cm<sup>3</sup>) háztartási hipóba ( $w \leq 5\%$  nátrium-hipoklorit-oldat) apránként és óvatosan(!), az oldatot időnként megkeverve, 1 térfogat (maximum 10 cm<sup>3</sup>) háztartási sósavat ( $w = 5-10\%$ ) vagy folyékony vízkőoldót öntünk. *Az oldat közelében ne vegyünk levegőt!*

**Tapasztalat:** **Buborékképződés, az oldat sárgászöld színű lesz, szúrós szagot érzünk.**

**Magyarázat:** Kémiai reakciók során **klórgáz** keletkezik. Írjátok fel ezeknek a reakcióknak az összevont egyenletét!



A **klórgáz** MÉRGEZŐ! Ezért TILOS savas kémhatású anyagot hipót tartalmazó vegyszerekkel együtt használni.

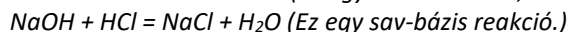
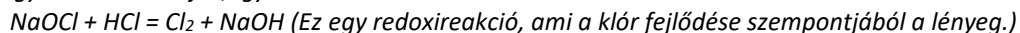
A **klórgáz** fizikailag rosszul oldódik vízben, mert a **klór** molekulák apolárisak, a **víz** molekulák pedig polárisak.

Azonban a **klórgáz** kémiai oldódik vízben, a következő egyenlet szerint:  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HOCl}$

Ez egy kémiai egyensúly, amely a **klórgáz** távozásával fokozatosan ~~jobbra~~ **balra** tolódik el.

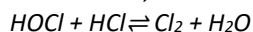
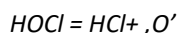
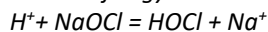
*Megjegyzések:*

- A  $\text{NaOCl} + \text{HCl} = \text{Cl}_2 + \text{NaOH}$  egyenlet nem helyes, mert a NaOH savas közegben nem létezhet. Segíthetjük azonban a magyarázatot, ha a megoldásként szereplő bruttó egyenletet egy redoxi- és egy sav-bázis reakció egyenleteire bontjuk, így:



Formálisan (a két egyenlet algebrai összeadásakor) a NaOH kiesik, és a fenti bruttó egyenletet kapjuk.

- **Föltétlenül hívjuk föl a diákok figyelmét arra, hogy SEMMILYEN savas kémhatású anyagot (pl. citromsavas vízkőoldót, ételecetet) se használjanak együtt SEMMILYEN hipokloritot tartalmazó háztartási vegyszerrel (pl. Domestos, Chlorox, bizonyos penészedésgátlók), mert akkor is klórgáz keletkezik.** Ha az óra végén marad erre idő, akkor beszélhetünk arról, hogy itt valójában a többféle fizikai és kémiai egyensúly eltolódása (ld. Le Chatelier-Braun elv) révén redoxi- és sav-bázis reakciók is zajlanak. Fölírhatjuk gyakorlásképpen ezek egyenleteit is, pl.:



A fenti egyenleteken jól gyakorolható, hogy az olyan reakciók, amelyekben kémiai elem szerepel, csakis redoxireakciók lehetnek.

- Megemlíthető továbbá a hipó előállításának módja és a klóralkáli ipar történeti, gazdasági jelentősége, valamint környezetvédelmi vonatkozásai is. A nátrium-klorid vizes oldatának higanykatódos elektrolíziséről ugyanis a szigorodó környezetvédelmi előírások miatt egyre több üzem tér át a diafragmás vagy ioncserés eljárásra. (A nagyon mérgező és meglehetősen illékony higany egy részét a hidrogéngáz magával ragadja, és a beépített csapdák ellenére is kikerül belőle valamennyi a környezetbe.)

<sup>104</sup><https://hu.wikipedia.org/wiki/Delphoi> (Utolsó megtekintés: 2019. 06. 18.)

<sup>105</sup><https://www.femcafe.hu/cikkek/lifestyle/allati-bel-es-teafu-bemutatjuk-joslasfajtakat>

- Ha az óra végén marad rá idő, és a diákok ismerik az oxidációs számokat, azok változása alapján felírhatók a redoxireakciók esetében az elektronátmenetek is.
- Tagozatos vagy emelt szintű képzésben érdemes kitérni arra, hogy hasonló reakció a bróm és a jód vízben való oldódásakor is lejátszódik. Továbbá megbeszélhetjük a diákokkal a fluorgáz és a víz heves reakcióját és annak okát is.
- Ha a tanár szükségét látja, akkor bevezethető a szinproporcio fogalma.
- A klórgázzal kapcsolatban ki lehet térni arra, hogy az I. Világháborúban harcigázként használták, és ezzel sok ezer embert öltek vagy nyomorítottak meg. Szomorú érdekesség, hogy az ötletgazda és a megvalósítás első irányítója is Fritz Haber, zseniális német vegyész volt; ugyanaz, aki az óriási jelentőségű ipari ammóniaszintézis megvalósításáért Nobel-díjat kapott.
- Az alábbi linken meghallgatható egy zenei szempontból ugyan kétes értékű dal, amelynek elején azonban pont a fenti kísérletről van szó:  
[https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=OLU4\\_lentoA](https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=OLU4_lentoA)

[Csak az 1. és a 2. típusú csoportoknak!]

**1. Kísérlet:** A klóros vízbe szórjatok kálium-bromidot, majd öntsetek a kémcsőbe kevés benzint, és rázogassátok!  
**Tapasztalat:** Az alsó fázis világosabb sárgás(barna) színű, a felső fázis sötétebb barna színű.

**Magyarázat:** ~~Lejátszódott/nem játszódott le~~ reakció. Miből látszik, hogy lejátszódott-e reakció? **A bróm oldódik benzinben barna színnel.** Ha lejátszódott reakció, írjátok föl a reakcióegyenletet is!  **$Cl_2 + 2KBr = 2KCl + Br_2$**

**2. Kísérlet:** A brómos vízbe szórjatok kálium-jodidot, majd öntsetek a kémcsőbe kevés benzint, és rázogassátok!  
**Tapasztalat:** Az alsó fázis barna színű, a felső fázis lila színű.

**Magyarázat:** ~~Lejátszódott/nem játszódott le~~ reakció. Miből látszik, hogy lejátszódott-e reakció? **A jód oldódik benzinben lila színnel.** Ha lejátszódott reakció, írjátok föl a reakcióegyenletet is!  **$Br_2 + 2KI = 2KBr + I_2$**

**3. Kísérlet:** A jódos vízbe szórjatok kálium-kloridot, majd öntsetek a kémcsőbe kevés benzint, és rázogassátok!

**Tapasztalat:** Az alsó fázis barna színű, a felső fázis lila színű.

**Magyarázat:** ~~Lejátszódott/nem játszódott le~~ reakció. Miből látszik, hogy lejátszódott-e reakció? **A jód oldódik benzinben lila színnel.** Ha lejátszódott reakció, írjátok föl a reakcióegyenletet is! **-- /A reakció nem játszódott le.**

[Csak a 3. típusú csoportoknak!]

Azt, hogy egy halogénelem reagál-e egy másik halogén sójával (halogenidionnal) teljes biztonsággal előre tudjuk jelezni. Ez ugyanis azon múlik, hogy melyik halogén képes erősebben vonzani az elektronokat. Hogyan nevezzük a kötésben lévő atom elektronvonzókéességét? **Elektronegativitás (EN).** Hogyan változik ez a periódusos rendszer csoportjaiban felülről lefelé haladva? **Csökken.** Miért? **Mert a legkülső elektronok a csoportban lefelé haladva egyre távolabb kerülnek az atommagtól.**

A tálcákon halogénelemek (klór, bróm és jód) vizes oldatait, valamint szilárd halogenidsókat (KCl, KBr, KI) találtok. Most az a feladatotok, hogy tervezetek két kísérletet. Az **1. kísérlet során játszódjon le reakció** a halogénelem és a halogenidion között. A **2. kísérletben pedig ne játszódjon le reakció** a halogénelem és a halogenidion között. Üres kémcsövek nincsenek, tehát minden oldatot csak egyszer használhattok fel. A kísérletek eredményének előrejelzéséhez a periódusos rendszer adatait alkalmazzátok szakirodalmi forrásként! Pl. vitassátok meg, történik-e reakció brómos víz (halogén:  $Br_2$ ) és a kálium-jodid (halogenidion:  $I^-$ ) között, és miért.

A vízben oldott elemi bróm (brómos víz) és a vízben oldott elemi jód (jódos víz) a koncentrációjuktól függően lehetnek közel azonos színűek. A tálcákon van még egy anyag, aminek a segítségével el tudnátok dönteni, hogy jelen van-e elemi bróm vagy elemi jód. Mi az az anyag? **A benzin.** Miért használható erre a célra? **Mert a bróm barna, a jód pedig lila színnel oldódik benne.** Milyen ezeknek az anyagoknak a polaritása, és hogyan befolyásolja az az oldhatóságukat? **A halogén molekulák apolárisak, ezért jobban oldódnak az apoláris benzinben, mint a poláris vízben.**

**Az 1. kísérlet terve (lejátszódik a reakció):**(A lehetséges megoldások.)

**a) Kémcsőben lévő klóros vízbe kálium-bromidot szórunk, majd kevés benzint adunk hozzá és rázogatjuk.**

**b) Kémcsőben lévő klóros vízbe kálium-jodidot szórunk, majd kevés benzint adunk hozzá és rázogatjuk.**

**c) Kémcsőben lévő brómos vízbe kálium-jodidot szórunk, majd kevés benzint adunk hozzá és rázogatjuk.**

Tapasztalat: (A lehetséges tapasztalatok.)

**a) Az alsó fázis világosabb sárgás (barna) színű, a felső fázis sötétebb barna színű.**

**b) Az alsó fázis barnás színű, a felső fázis lila színű.**

**c) Az alsó fázis barnás színű, a felső fázis lila színű.**

Magyarázat: (A lehetséges reakciók esetében.)

- a)** Miből látszik, hogy lejátszódott a reakció? **A keletkezett bróm oldódik benzinben barna színnel.**  
Reakcióegyenlet:

$\text{Cl}_2 + 2\text{KBr} = 2\text{KCl} + \text{Br}_2$  A **klór** oxidálta a **bromidot**, azaz elektront **vett át tőle/adott neki át**. Miért játszódott le a reakció?  **$EN(\text{Cl}) > EN(\text{Br})$**

- b)** Miből látszik, hogy lejátszódott a reakció? **A keletkezett jód oldódik benzinben lila színnel.**  
Reakcióegyenlet:

$\text{Cl}_2 + 2\text{KI} = 2\text{KCl} + \text{I}_2$  A **klór** oxidálta a **jodidot**, azaz elektront **vett át tőle/adott neki át**. Miért játszódott le a reakció?  **$EN(\text{Cl}) > EN(\text{I})$**

- c)** Miből látszik, hogy lejátszódott a reakció? **A keletkezett jód oldódik benzinben lila színnel.**  
Reakcióegyenlet:

$\text{Br}_2 + 2\text{KI} = 2\text{KBr} + \text{I}_2$  A **bróm** oxidálta a **jodidot**, azaz elektront **vett át tőle/adott neki át**. Miért játszódott le a reakció?  **$EN(\text{Br}) > EN(\text{I})$**

**A 2. kísérlet terve (nem játszódik le reakció): (A lehetséges megoldások.)**

**d) Kémcsőben lévő brómos vízbe kálium-kloridot szórunk, majd kevés benzint adunk hozzá és rázogatjuk.**

**e) Kémcsőben lévő jódos vízbe kálium-kloridot szórunk, majd kevés benzint adunk hozzá és rázogatjuk.**

**f) Kémcsőben lévő jódos vízbe kálium-bromidot szórunk, majd kevés benzint adunk hozzá és rázogatjuk.**

Tapasztalat: (A lehetséges tapasztalatok.)

**d) Az alsó fázis világosabb sárgás (barna) színű, a felső fázis sötétebb barna színű.**

**e) Az alsó fázis barnás színű, a felső fázis lila színű.**

**f) Az alsó fázis barnás színű, a felső fázis lila színű.**

Magyarázat: (Ezek a reakciók nem játszódnak le.)

**d)** Miért nem játszódik le?  **$EN(\text{Cl}) > EN(\text{Br})$**  Miből látszik, hogy nem játszódott le? **Nem tűnt el a bróm barnás színe (és nem jelent meg a klóros víz sárgászöld színe).**

**e)** Miért nem játszódik le?  **$EN(\text{Cl}) > EN(\text{I})$**  Miből látszik, hogy nem játszódott le? **Nem tűnt el a jód barnás színe a vizes fázisban, sőt a felső (benzines) fázis lila lett az elemi jódtól. (Nem jelent meg a klóros víz sárgászöld színe.)**

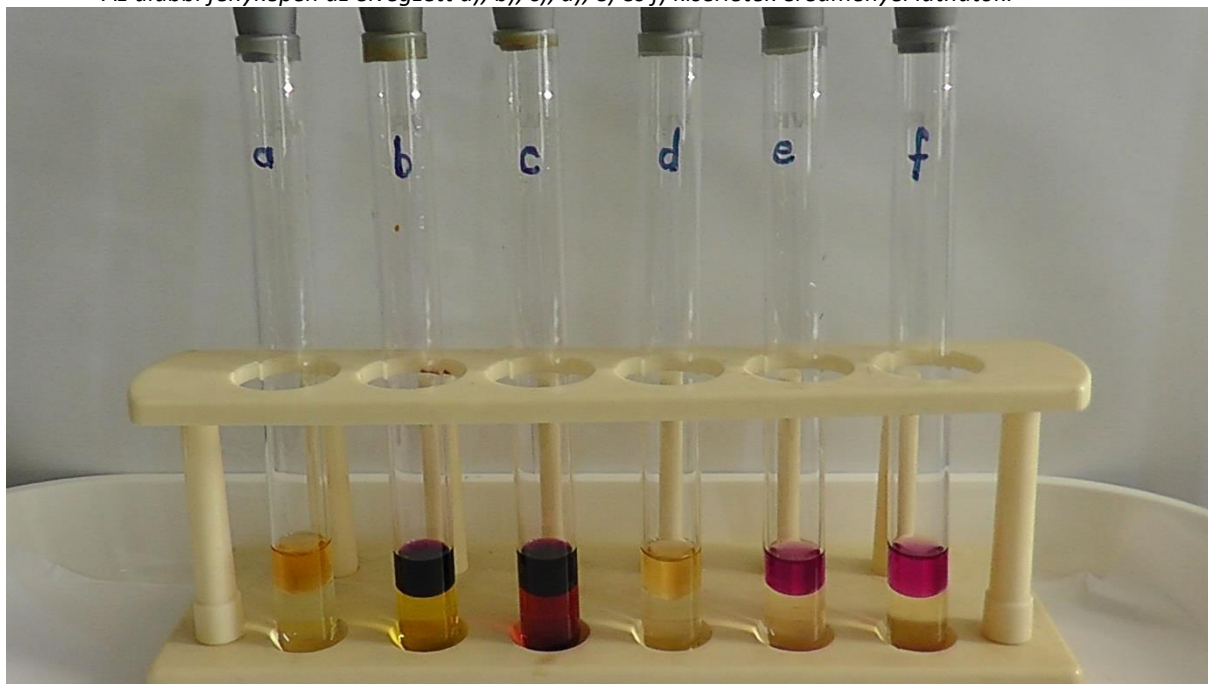
**f)** Miért nem játszódik le?  **$EN(\text{Br}) > EN(\text{I})$**  Miből látszik, hogy nem játszódott le? **Nem tűnt el a jód barnás színe a vizes fázisban, sőt a felső (benzines) fázis lila lett az elemi jódtól. (Nem jelent meg a brómos víz barnás színe a benzines fázisban.)**

Megjegyzések:

- Figyeljünk arra, hogy a tanulók ne használhassanak túl sokat se az oldatokból, se a benzinből, se a szilárd sókból. Ugyanis csak a vizes és a benzines fázis színe a fontos, és a színek jobban is látszanak, ha nem túl tömények az oldatok. Ráadásul nemcsak fölösleges, de veszélyes, drága és környezetterhelő is a vegyszereket pocskolni.
- Szükség esetén ismétlő kérdést is föl kell tenni a benzin vízhez viszonyított sűrűségéről. Kísérletezés közben felhívhatjuk a diákok figyelmét arra, hogy ha a benzines fázis jóval kisebb térfogatú a vizes fázisnál, akkor ez alapján is megkülönböztethetők.
- Állás közben a benzinben lévő bróm színe eltűnhet, illetve halványodhat (aminek az eredménye az alábbi fényképen is látható). Ennek oka valószínűleg az, hogy a bróm a benzinben lévő telítetlen vegyületekre addicionálódik.
- Azok a tanulócsoporthoz, amelyek a többiekénél hamarabb végeznek, tervezhetnek egy 3. kísérletet is, a harmadik halogén vizes oldatának felhasználásával.
- Vegyük észre, hogy a fenti két kísérlet a) és d); b) és e); valamint c) és f) esetében nem csak a tapasztalatok, de a magyarázatok is megfeleltethetők páronként egymásnak. A különbség közöttük csak annyi, hogy a 2. kísérletben már eleve a nagyobb elektronegativitású halogén van az elektron, így az elektron nem kerül át a kisebb elektronegativitású halogénre.
- Elképzelhető, hogy lesz olyan tanulócsoporthoz, amelyik a klóros vízhez adja a benzint, összerázza a kémcső tartalmát, és csak aztán teszi bele a KBr-ot vagy a KCl-ot. Ilyenkor a rázás után a klór nagy része átkerül

a benzines fázisba. Azonban a só hozzáadását és a kémcső tartalmának újabb összerázását követően ez a sorrend is ugyanolyan eredményre vezet.

- A kísérlet az elektrokémia téma tanításakor is elvégezhető, a standardpotenciál fogalmához kapcsolva, de ez inkább csak tagozatos vagy emelt szintű képzésben javasolt.
- Az alábbi fényképen az elvégzett a), b), c), d), e) és f) kísérletek eredményei láthatók:



[Mindhárom típusú feladatlapot megoldó csoportnak!]

Tehát egy elemi halogén molekulája akkor képes ~~oxidálni/redukálni~~ egy másik halogén anionját (halogenidiont), ha az elemi halogén ~~jobbban/kevésbé~~ vonzza az elektronokat, mint a halogenidion. A kötésben lévő atom elektronvonzókéességét az **elektronegativitás** mutatja, aminek az értékei a periódusos rendszerből leolvashatók. A ~~kiseb/nagyobb~~ **elektronegativitás**-ú halogén, ami a periódusos rendszerben ~~feljebb/lejjebb~~ helyezkedik el, képes oxidálni a másik halogénidion anionját. Ez alapján 100%-os biztonsággal előre jelezhető, hogy lejátszódik-e egy reakció a halogén és egy másik halogénidion között. Ellentétben például azzal, hogy nyerni fogunk-e a héten a lottón, ha játszunk... 😊

[Csak a 2. típusú csoportoknak!]

A kutatók által megszerzett és rendszerezett tudás a **szakirodalomból** megismerhető. Egyetlen probléma megoldásához sem érdemes hozzáfogni anélkül, hogy megvizsgálnánk, milyen eredményeket publikáltak a szakemberek korábban azon a területen. A szakirodalmi adatok alapján **hipotéziseket, megalapozott feltételezéseket** tehetünk. A főnti kísérletek során például a periódusos rendszerben megtalálható elektronegativitás értékek alapján előre jelezhető, hogy melyik reakció játszódhat le, és melyik nem. A hipotézisek vizsgálatára **kísérleteket tervezhetünk**, és **azok tapasztalatait összevethetjük az előzetes tudással**. Ti is pontosan az utóbbit tettétek a kísérletek magyarázata kapcsán. Az újabb kutatások eredményei pedig csak akkor kerülhetnek be a szakirodalomba, ha azt az adott területen dolgozó **szakemberek megismerik, megvitatják és közzére érdemesnek találják**. Ez a folyamat különbözteti meg tehát a tudósok munkáját a jósk hókuszpókuszaitól.

[Csak a 3. típusú csoportoknak!]

A kutatók által megszerzett és rendszerezett tudás a **szakirodalomból** megismerhető. Egyetlen probléma megoldásához sem érdemes hozzáfogni anélkül, hogy megvizsgálnánk, milyen eredményeket publikáltak a szakemberek korábban azon a területen. A szakirodalmi adatok alapján **hipotéziseket, megalapozott feltételezéseket** tehetünk. A főnti kísérletek során például a periódusos rendszerben megtalálható elektronegativitás értékek alapján előre jelezhető, hogy melyik reakció játszódhat le, és melyik nem. A hipotézisek vizsgálatára **kísérleteket tervezhetünk**, és **azok tapasztalatait összevethetjük az előzetes tudással**.

Ti is pontosan ezeket tettétek a kísérletek megtervezése és magyarázata kapcsán. Az újabb kutatások eredményei pedig csak akkor kerülhetnek be a szakirodalomba, ha azt az adott területen dolgozó **szakemberek megismerik, megvitatják és közlésre érdemesnek találják**. Ez a folyamat különbözteti meg tehát a tudósok munkáját a jó sok hókuszpókusztól.

# 20. feladatlap: Áldás vagy átok a műanyag?<sup>106</sup>

(Az első változatot készítette: Böddiné Schróth Ágnes)

## Módszertani útmutató

**1. Téma:** A műanyagok csoportosítása, egyes műanyagok fizikai és kémiai tulajdonságai

**2. Felhasználás:** 10. osztály, 45 perces tanóra

**3. Szükséges előzetes ismeretek:**

- Elsődleges és másodlagos kötések, kettős kötés.
- Hidratáció.
- Telítetlen szerves vegyületek.
- Addíció.
- Polimerizáció.
- Etilén, polietilén és poli(vinil-klorid) (PVC).

**4. Célok:**

- Motiváció: a kíváncsiság felkeltése a műanyagok előállítására, felhasználására, és a belőlük keletkező hulladékok feldolgozása iránt.
- Egyes műanyagok jelentőségének és néhány hulladékfeldolgozási módszernek a megismerése.
- A környezettudatos gondolkodás és magatartás fejlesztése.
- A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
- A 2. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében: a természettudományos vizsgálatok adott modellkísérletekre vonatkozó elveinek és gyakorlatának utólagos megértése. A 3. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében: a természettudományos vizsgálatok adott modellkísérletekre vonatkozó elveinek és gyakorlatának előzetes megértése és önálló alkalmazása gyakorlati problémák kísérlettervezéssel történő megoldása során.

**5. Tananyag:**

- **Ismeret szint:**
  - A műanyagok csoportosítása különböző szempontok alapján.
  - A polietilén, a PVC és a nejlon összetétele.
  - A hétköznapi életben használt téves elnevezések tisztázása.
  - A „szuperadszorbens polimerek” (SAP) felhasználása.
- **Megértés szint:**
  - A műanyagok csoportosításának elméleti háttere.
  - A polimerizáció (poliaddíció) és a polikondenzáció lényege.
  - A műanyagok szerkezete és a fizikai, kémiai tulajdonságaik közötti néhány összefüggés.
  - A műanyagok környezeti hatásának és a környezettudatos magatartásnak a kapcsolata.
  - A „szuperadszorbens polimerek” működése.
- **Alkalmazás szint:**
  - A polimerizáció (poliaddíció) reakcióegyenletének felírása.
  - A különböző műanyagok összetételének kimutatása.
- **Magasabb rendű műveletek szintje:**
  - A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében a receptszerű leírás alapján elvégzett modellkísérletek lényegének utólagos megértése.
  - A 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében a modellkísérletek önálló, csoportos megtervezése és kivitelezése.

<sup>106</sup> A feladatlapokon szereplő 2. kísérlet kivitelezési módja a következő forrásból származik: Finlayson, O., Maciejowska, I., Čtrnáctová, H., (2015), Inquiry Based Chemistry Instruction, In: Maciejowska, I. & Byers, B. (eds.) A Guidebook of Good Practice for the Pre-Service Training of Chemistry Teachers (p. 119), Faculty of Chemistry, Jagiellonian University, Krakow, [http://www.ec2e2n.info/news/2015/1604\\_201510](http://www.ec2e2n.info/news/2015/1604_201510) (Utolsó látogatás: 2019.08.27.)



## 6. Módszertani megfontolások:

- A műanyag témakör szinte kimeríthetetlen. Ezért a jelen feladatlap keretei között csak ízelítőt tudunk adni a lehetséges területekből.
- A feladatlap egyes részeivel előzetes, ráhangoló óra, szakkör, projektnap, esetleg erdei iskola keretében érdemes részletesebben is foglalkozni. A tanári változatban vannak további ötletek, feladatok, információk (egyrészt részletesen leírva, másrészt források megjelölve a továbbgondolás segítésére).
- A feladatlap esetleg már az alkének és a poliének tanítása után is alkalmazható. Ebben az esetben a polikondenzációs műanyagok csak a fogalom szintjén kerülhetnek elő. A szerves kémiai tanulmányok végén pedig összegzésként, szemléletformálásként érdemes ezt a feladatlapot fölhasználni.
- Minden műanyag égetéséhez más csipeszt használjanak a tanulók, mert az esetlegesen ráolvadó műanyag befolyásolhatja a következő kísérlet tapasztalatait.
- A polietilén műanyag (pl. nejlonzacskódarab) helyett lehet például PET-palack darabbal is kísérletezni.
- A „Látványos kémiai kísérletek” című könyvben az 5.27. számú kísérlet megad egy módszert, hogy miként juthatunk nátrium-poliakriláthoz, ami egy SAP-műanyag. A papírpelenkából való kinyerés azonban sok időt és kitarást igényel. Másrészt az egyszer használatos pelenkamaradványokból hulladék lesz, és a szemétkébe kerülnek. Kis golyócskák formájában ugyanilyen elven működő kálium-poliakrilát vagy nátrium-poliakrilát műanyagokat lehet beszerezni kertészeti árudákban, esetleg virágboltokban „víztartó kristály” elnevezéssel. Nagyobb kiszerelesben pl. az interneten is rendelhető. A kísérletet DCM Aquaperla víztartó kristállyal próbáltuk ki. Az 50 g-os kiszereles ára egy kertészeti árudában 650 Ft volt. Ez kálium-poliakrilátot tartalmaz, de a káliumionok szerepe azonos a feladatlapokon és a tanári változatban említett nátriumionokéval.
- A diákok óvatosan járjanak el, amikor a sót keverik a gélhez, nehogy a szűrőpapír kilyukadjon.
- Csapvízzel is elvégezhető a kísérlet, de akkor kevesebb vizet köt meg az SAP-műanyag. (A magyarázatot lásd később.)
- Mivel a 2. és a 3. kísérlet időigényes, elképzelhető olyan óraszervezés is, hogy a feladatlap kitöltését ezzel kezdik a diákok, és a folyadékok csöpögése közben végzik a többi feladatot.

## 7. Technikai segédlet:

### • **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként):**

#### 1. Kísérlet

- poli(vinil-klorid) az 1. számú óraüvegen vagy PET-palack kupakban (és ha a minta por alakú, akkor az egyik csipesz helyett fém spatulát vagy égetőkanalat kell hozzá kikészíteni)
- polietilén a 2. számú óraüvegen vagy PET-palack kupakban (esetleg más műanyag is lehet, aminek az égésekor nem keletkezik HCl-gáz)
- gyufa
- borszeszégő
- óraüveg (elhagyható, ha a használt gyufát a diákok a homoktálba teszik)
- 3 db univerzális indikátorpapír külön óraüvegeken vagy PET-palack kupakokban (kettő a minták vizsgálatához és egy a kontroll)
- 3 db csipesz (kettő a műanyagokhoz, egy az indikátorpapírhoz)
- Petri-csésze vagy bepárlótál homokkal
- kis főzőpohár desztillált vízzel az indikátorpapír benedvesítéséhez
- védőszemüveg
- gumikesztyű

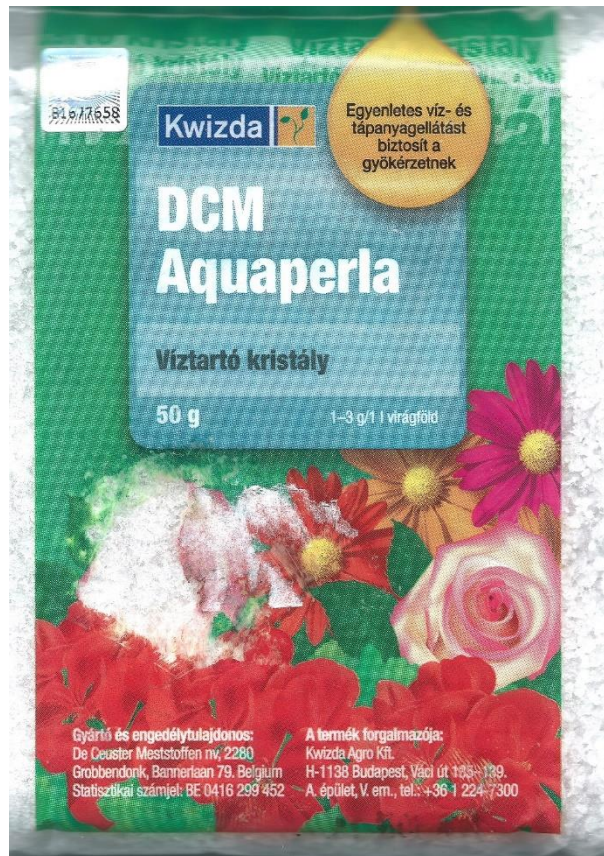
#### 2. és 3. Kísérlet

- 1 db 150 cm<sup>3</sup>-es főzőpohár, benne 0,10 g poliakrilát műanyag (SAP)
- 1 db 150 cm<sup>3</sup>-es főzőpohár, benne 100 cm<sup>3</sup> desztillált víz
- 1 db mérőhenger (100 cm<sup>3</sup>)
- üvegbot
- Bunsen-állvány szűrőkarikával
- üvegtölcsér, benne méretre vágott szűrőpapír
- Petri-csészében vagy PET-palack kupakban 1,0 g NaCl (konyhasó is megfelel)
- vegyszeres kanál
- (mérleg 0,10 g és 1,0 g kimérésére)

Az egy csoport számára a három tanulókísérlethez előkészített tálca a következő fényképen látható:



Egy olyan termék fényképe, ami kálium-poliakrilát műanyagot (SAP) tartalmaz:



- **Előkészítés:**
  - Fontos, hogy a tanár előre próbálja ki a kísérleteket az általa kiadott műanyagdarabokkal, mivel a műanyagokban többféle adalékanyag lehet.
  - A nátrium-poliakrilát vagy kálium-poliakrilát műanyag (SAP) vásárlását előre meg kell szervezni. Amennyiben nem lehet a környéken kapni, érdemes az interneten megrendelni. A papírpelenkából való kinyerést csak a végső esetben javasoljuk. Hógolyó-készítő játék tartozékaként is árulnak nátrium-poliakrilátot. Granulált poliakriláttal sajnos nem végezhető el sikeresen a kísérlet.

- Lehetőleg közvetlenül az óra előtt tegyük ki a műanyag golyócskákat a pohárba, vagy legalább fedjük le, mivel a levegőből is megköt nedvességet a SAP-műanyag, s ez csökkenti a kísérlet során megkötött víz mennyiségét.
- Az idővel való takarékoság érdekében, készítsük elő a szűrőpapírt a szűrésekhez. Lehetséges, hogy ezt a diákok a kísérleti óra előtti órán maguk készítik el.
- Amennyiben a sózás után lefolyó oldatot a második kísérletben lefolyt vízhez adják a tanulók, akkor a 100 cm<sup>3</sup>-es mérőhenger elegendő.
- A műanyagok égetésekor homoktól helyett felfordított csempe vagy befőttes üveg csavaros fém teteje is használható.
- **Balesetvédelem**
  - A műanyagok égetésekor ismeretlen, esetleg az egészségre káros anyagok is felszabadulhatnak, ezért fontos, hogy kis darab műanyagmintát égessenek a diákok, és legyenek nyitva az ablakok a tanteremben.
  - Figyelmeztetni kell a diákokat, hogy ne tartsák túl közel az univerzális indikátorpapírt az égő műanyaghoz, mert az is meggyulladhat.
  - A borszeszegő használatának balesetvédelmi szabályait mindenképpen át kell ismételni a diákokkal.
  - A hosszú hajú tanulók fogják össze a hajukat.
- **Hulladékkezelés**
  - A megduzzadt nátrium-poliakrilát vagy kálium-poliakrilát gélt a kommunális hulladékgyűjtőbe lehet kirázni a tölcsérből, majd a hagyományos módon ki lehet mosni azt.
  - Az esetleg megolvadt műanyagokat tartalmazó homokot, valamint a használt szűrőpapírt is a kommunális hulladékgyűjtőbe lehet tenni.

## Áldás vagy átok a műanyag? (1. típus: receptszerű változat)

(Húzd alá vagy keretezd be a helyes, vagy húzd át a hibás szövegrészt a „/” jel előtt vagy után!)

Képzeljétek csak el, hogy mi maradna az otthonotokban, az utcán, az iskolában, ha minden olyan tárgy eltűnne, amiben műanyag van! Azonban a Tiszán a PET Kupa keretében több százezer palackot gyűjtenek össze<sup>107</sup>... Sok fénykép látható az interneten olyan elpusztult állatokról is, amelyek halálát a különféle műanyagok okozták. A legtisztábbnak gondolt Északi-sarkon hulló (megolvasztott) hó egy literjében pedig tízezernél is több, öt mikrométernél kisebb műanyagrészecskét találtak.<sup>108</sup> A műanyag tehát: **áldás/átok/mindkettő egyszerre**.

A problémák csökkentése érdekében nemzetközileg elfogadott az „**5R**” szemlélet: **Reuse!** (Használd újra!); **Reduce!** (Csökkentsd!); **Recycle!** (Forgasd vissza!); **Rethink!** (Gondold újra!); **Restore!** (Újítsd fel!). Rengeteg féle műanyag van. Ahhoz, hogy megértsük, melyik hogyan használható és mit tehetünk velük, ha már végképp nincs rájuk szükségünk, jó, ha megismerkedtek az előállításuk, tulajdonságaik és megsemmisítésük kémiai hátterével.

A hétköznapiakban a műanyagokkal kapcsolatban használt megnevezések és elképzelések néha pontatlanok, sőt tévesek. Például a „nejlonzacskó” és a „nejlonharisnya” anyagai a műanyagok két teljesen más csoportjába tartoznak. Előállítási módjuk szerint ugyanis a **polimerizációs**, azaz **poliaddíciós** műanyagok telítetlen (kettős kötést tartalmazó) monomerek melléktermék nélküli összekapcsolódásával keletkeznek. A **polikondenzációs** műanyagok esetében viszont olyan kismolekulák a melléktermékek, mint pl. a víz (amely a reakció közben lecsapódik, azaz kondenzálódik). A nejlonharisnya tényleg nejlonból van, ami egy poliamid típusú műszál. Ennek a láncnak a képződésekor az aminocsoportok vízkilépés közben reagálnak a karboxilcsoportokkal, tehát ez **polimerizációs (poliaddíciós)/polikondenzációs** műanyag. A „nejlonzacskót” viszont polietilénből készítik. Írjátok fel az etén polimerizációjának egyenletét!

A „nejlonzacskó” anyaga tehát **polimerizációs (poliaddíciós)/polikondenzációs** műanyag.

Az újra divatos retró „bakelit lemez” elnevezés is tévedésen alapul. A **hőre keményedő** bakelitbe ugyanis nem lehet préselni semmit (tehát a lemezjátszó tűje által követhető barázdákat sem).<sup>109</sup> Ezért erre a célra **hőre lágyuló** műanyagokat használnak, amelyek kinézetre valóban hasonlítanak a gyakran fekete színű bakelithez. A műanyagok e kétféle csoportja között az a különbség, hogy a **hőre keményedő/lágyuló** műanyagokban a hosszú, láncszerű (egydimenziós) molekulák között csak viszonylag gyenge másodlagos kötések vannak, amelyek magasabb hőmérsékleten könnyen főlzakadnak. A **hőre keményedő/lágyuló** műanyagokban viszont kovalens kötésekkel összetartott térhálós (háromdimenziós) szerkezet alakul ki, és további hőhatásra a térhálósodás folytatódik.

A műanyag hulladékok **újrahasznosításának (Recycle! - Forgasd vissza!)** egyik módja a hő hatására kisebb, új célokra felhasználható szerves molekulákra bontás (**pirolízis**). Azonban sajnos még manapság is nagyon sok műanyagot égetnek el. Ennek során üvegházhatású szén-dioxid és víz mindenképpen keletkezik, de egyes műanyagok esetében más káros termékek is kikerülhetnek a levegőbe, ha nem kötik meg őket. Így például a poli(vinil-klorid) (PVC) **égetése**kor hidrogén-klorid keletkezik, ami savas esőt okoz. Írjátok javaslatot arra, vajon hogyan lehet a hidrogén-kloridot kémiai úton eltávolítani a füstgázokból!

**1. Kísérlet:** A tálcatokon található két minta közül az egyik PVC, a másik polietilén. Fogjátok meg az 1. mintát az egyik csipesszel és tartsátok a homoktálba tett borszesz- vagy Bunsen-égő lángjába! (Vigyázzatok, hogy az

<sup>107</sup><https://marieclaire.hu/életmod/2019/06/15/pet-palack-mentes-lesz-a-tisza-to/> (Az internetes oldalak utolsó megtekintése: 2019.09.01.)

<sup>108</sup> Heti Világgazdaság, 2019. 08. 22, 21. old. ([https://hvg.hu/hetilap/2019.34/201934\\_muho\\_azeszakisarkon\\_sokkolo\\_adatok](https://hvg.hu/hetilap/2019.34/201934_muho_azeszakisarkon_sokkolo_adatok))

<sup>109</sup>[https://hu.wikipedia.org/wiki/Bakelit\\_\(m%C5%B1anyag\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Bakelit_(m%C5%B1anyag))

esetleg megolvadó műanyag a homokra csöppenjen!) Közben a másik csipesszel tartsatok az égő műanyag fölé egy desztillált vízzel megnedvesített univerzális indikátorpapírt. Ismételjétek meg ezt a műveletet a 2. mintával!

#### Tapasztalatok:

1. minta: Magasabb hőmérsékleten **lágylt/keményedett**. A megnedvesített indikátorpapír ..... színű.

2. minta: Magasabb hőmérsékleten **lágylt/keményedett**. A megnedvesített indikátorpapír ..... színű.

**Magyarázat:**1. minta: A műanyagban **egydimenziós/háromdimenziós** molekulák vannak. Az égések erősen savas anyag **keletkezett/nem keletkezett**. 2. minta: A műanyagban **egydimenziós/háromdimenziós** molekulák vannak. Az égések erősen savas anyag **keletkezett/nem keletkezett**.

**Következtetés:** A ..... számú minta anyaga PVC, mert molekulái láncszerűek, és égéstermékeit vízben oldva erős sav (sósav) keletkezik.

Egy túlzottan egyszerűsítő elképzelés szerint a biológiailag (tehát mikroorganizmusok által) lebontható (**biodegradábilis**) műanyagok jók, a többiek rosszak. A környezetbe kerülő, és akár évezredekig nem lebomló műanyag hulladék szennyező hatása kétségtelen. Az állati és emberi szervezetbe jutó, fölaprózódott műanyagrészek hosszú távú hatásai pedig még ismeretlenek. Igaz az is, hogy a politejsav<sup>110</sup> például műtétetek során igen alkalmas varrófonálnak, mert a szervezetben kb. 2 év alatt lebomlik. Egyre több területen alkalmazzák a jól komposztálható, kukoricakeményítóből készült műanyag zacskókat is. Azonban a műanyagok többségének egyik legkedvezőbb tulajdonsága éppen a **tartósság**. Ezért sajnos nem lehet mindegyik műanyag biodegradábilis. Ráadásul a használatuk utáni kezelés során is fölmerülnek problémák.

Nem tartoznak a biológiailag lebomló kategóriába<sup>111</sup>a nagy vízmegkötő képességű „szuperadszorbens polimerek” („SAP”) sem.<sup>112</sup> Mégis nélkülözhetlenné váltak a papírpelenkákban, különböző betétekben és még virágföldbe keverve is a nedvesség megtartására. (Aki nem hiszi, gondoljon arra, milyen kevés kiömlött folyadékot lehet fölitatni pl. egy papírsebkeendővel!) Az interneten elérhető egyik tanulmányban ez olvasható: „A cellulózból készült vatta 1 grammja átlagosan 12 g vizet képes megkötni, azonban az SAP 1 grammja képes lehet akár

1000 g víz adszorbeálására is.<sup>113</sup> A következő kísérletekben azt vizsgáljuk, hogy a **saját tömegüknek kb. hányszorosát** képesek megkötni a fenti esetekben a folyadékokból a tálcákon lévő, főként térhálósított nátrium-poliakriláttól készült SAP műanyag szemcsék.

**2. Kísérlet:** Az egyik főzőpohárban 0,10 g tömegű SAP műanyag szemcse van. Öntsétek hozzá a másikban lévő 100 cm<sup>3</sup> desztillált vizet és kevergesse ké kb. 5 percig. Tegyétek a mérőhengert a tölcsér alá. A keletkezett gél addig szűrjétek a tölcsérbe helyezett szűrőpapíron, amíg már fél perc alatt nem csöppen újabb folyadéksepp a mérőhengerbe. (Ez kb. 8-10 percig tart. Ez alatt elolvashatjátok az alábbi, 3. Kísérlettel kapcsolatos feladatot.) MÉRJÉTEK MEG A MÉRŐHENGERREL<sup>114</sup> A lecsöpögött és a főzőpohárban összegyűlt folyadék térfogatát.

**Tapasztalat:** Kb. ....cm<sup>3</sup> folyadék csöpögött le a tölcsérről és gyűlt össze az alatta lévő mérőhengerben.

**Magyarázat:** Az SAP kb. ....cm<sup>3</sup>, azaz kb. ....g desztillált vizet kötött meg. Ez a saját tömegének kb. ....-szorosa. Ez azért lehetséges, mert a gélbe zárt nátriumionok nagy mennyiségű vizet tudnak megkötni a hidrátburkukban.

<sup>110</sup><https://hu.wikipedia.org/wiki/Politejsav>

<sup>111</sup><https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjB9L3B26TkAhWib1AKHsktBBcQFjAAegQIAxAc&url=http%3A%2F%2Fwww.inc.bme.hu%2Fhu%2Fsubjects%2Fbiokomp%2Feload4.ppt&usg=AOvVaw1dGLQ04U82TwW86VXRYZwU>

<sup>112</sup><http://www.ttk.mta.hu/aki/wp-content/uploads/sites/2/2018/06/Polimerek.pdf>

<sup>113</sup><https://quattroplast.hu/muanyagipariszemle/2006/02/szuperadszorbens-polimerek-sap-01.pdf> (Az idézett szövegben „abszorpció” szerepel, amelyet „adszorpció”-ra javítottunk, az „egy grammja” kifejezést pedig „1 grammja”-ra.)

<sup>114</sup>Ha nem áll rendelkezésre mérőhenger, helyette olyan főzőpohár is használható, amelynek a falán van beosztás, mert akkor a megkötött víz térfogata annak alapján is megbecsülhető.

**3. Kísérlet:** Érdekes kérdés az is, hogy a szuperadszorbensek vajon desztillált vízből vagy vizes oldatokból (pl. vizelet, vér, öntözővíz) tudnak-e többet megkötni. Ha az oldott anyagokat egyszerűen konyhasóval (NaCl) helyettesítjük, akkor ezt is megvizsgálhatjuk. A szűrőpapíron maradt gélhez adjátok hozzá a tálcátokon található (kb. 1 g) konyhasót, és óvatosan keverjétek meg. Jegyezzétek le, mi történt és próbáljatok rá magyarázatot adni.

**Tapasztalat:**.....

.....

**Magyarázat:**.....

.....

## Áldás vagy átok a műanyag? (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

(Húzd alá vagy keretezd be a helyes, vagy húzd át a hibás szövegrészt a „/” jel előtt vagy után!)

Képzeljétek csak el, hogy mi maradna az otthonotokban, az utcán, az iskolában, ha minden olyan tárgy eltűnne, amiben műanyag van! Azonban a Tiszán a PET Kupa keretében több százezer palackot gyűjtenek össze<sup>115</sup>... Sok fénykép látható az interneten olyan elpusztult állatokról is, amelyek halálát a különféle műanyagok okozták. A legtisztábbnak gondolt Északi-sarkon hulló (megolvasztott) hó egy literjében pedig tízezernél is több, öt mikrométernél kisebb műanyagrészecskét találtak.<sup>116</sup> A műanyag tehát: **áldás/átok/mindkettő egyszerre**.

A problémák csökkentése érdekében nemzetközileg elfogadott az „**5R**” szemlélet: **Reuse!** (Használd újra!); **Reduce!** (Csökkentsd!); **Recycle!** (Forgasd vissza!); **Rethink!** (Gondold újra!); **Restore!** (Újítsd fel!). Rengeteg féle műanyag van. Ahhoz, hogy megértsük, melyik hogyan használható és mit tehetünk velük, ha már végképp nincs rájuk szükségünk, jó, ha megismerkedtek az előállításuk, tulajdonságaik és megsemmisítésük kémiai hátterével.

A hétköznapiakban a műanyagokkal kapcsolatban használt megnevezések és elképzelések néha pontatlanok, sőt tévesek. Például a „nejlonzacskó” és a „nejlonharisnya” anyagai a műanyagok két teljesen más csoportjába tartoznak. Előállítási módjuk szerint ugyanis a **polimerizációs**, azaz **poliaddíciós** műanyagok telítetlen (kettős kötést tartalmazó) monomerek melléktermék nélküli összekapcsolódásával keletkeznek. A **polikondenzációs** műanyagok esetében viszont olyan kismolekulák a melléktermékek, mint pl. a víz (amely a reakció közben lecsapódik, azaz kondenzálódik). A nejlonharisnya tényleg nejlonból van, ami egy poliamid típusú műszál. Ennek a láncnak a képződésekor az aminocsoportok vízkilépés közben reagálnak a karboxilcsoportokkal, tehát ez **polimerizációs (poliaddíciós)/polikondenzációs** műanyag. A „nejlonzacskót” viszont polietilénből készítik. Írjátok fel az etén polimerizációjának egyenletét!

A „nejlonzacskó” anyaga tehát **polimerizációs (poliaddíciós)/polikondenzációs** műanyag.

Az újra divatos retró „bakelit lemez” elnevezés is tévedésen alapul. A **hőre keményedő** bakelitbe ugyanis nem lehet préselni semmit (tehát a lemezjátszó tűje által követhető barázdákat sem).<sup>117</sup> Ezért erre a célra **hőre lágyuló** műanyagokat használnak, amelyek kinézetre valóban hasonlítanak a gyakran fekete színű bakelithez. A műanyagok e kétféle csoportja között az a különbség, hogy a **hőre keményedő/lágyuló** műanyagokban a hosszú, láncszerű (egydimenziós) molekulák között csak viszonylag gyenge másodlagos kötések vannak, amelyek magasabb hőmérsékleten könnyen fölszakadnak. A **hőre keményedő/lágyuló** műanyagokban viszont kovalens kötésekkel összetartott térhálós (háromdimenziós) szerkezet alakul ki, és további hőhatásra a térhálósodás folytatódik.

A műanyag hulladékok **újrahasznosításának (Recycle! - Forgasd vissza!)** egyik módja a hő hatására kisebb, új célokra felhasználható szerves molekulákra bontás (**pirolízis**). Azonban sajnos még manapság is nagyon sok műanyagot égetnek el. Ennek során üvegházhatású szén-dioxid és víz mindenképpen keletkezik, de egyes műanyagok esetében más káros termékek is kikerülhetnek a levegőbe, ha nem kötik meg őket. Így például a poli(vinil-klorid) (PVC) **égetése**kor hidrogén-klorid keletkezik, ami savas esőt okoz. Írjátok javaslatot arra, vajon hogyan lehet a hidrogén-kloridot kémiai úton eltávolítani a füstgázokból!

**1. Kísérlet:** A tálcákon található két minta közül az egyik PVC, a másik polietilén. Fogjátok meg az 1. mintát az egyik csipesszel és tartsátok a homoktálba tett borszesz- vagy Bunsen-égő lángjába! (Vigyázzatok, hogy az

<sup>115</sup><https://marieclaire.hu/életmod/2019/06/15/pet-palack-mentes-lesz-a-tisza-to/> (Az internetes oldalak utolsó megtekintése: 2019.09.01.)

<sup>116</sup> Heti Világgazdaság, 2019. 08. 22, 21. old. ([https://hvg.hu/hetilap/2019.34/201934\\_muho\\_azeszakisarkon\\_sokkolo\\_adatok](https://hvg.hu/hetilap/2019.34/201934_muho_azeszakisarkon_sokkolo_adatok))

<sup>117</sup>[https://hu.wikipedia.org/wiki/Bakelit\\_\(m%C5%B1anyag\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Bakelit_(m%C5%B1anyag))

esetleg megolvadó műanyag a homokra csöppenjen!) Közben a másik csipesszel tartsatok az égő műanyag fölé egy desztillált vízzel megnedvesített univerzális indikátorpapírt. Ismételjétek meg ezt a műveletet a 2. mintával!

#### Tapasztalatok:

1. minta: Magasabb hőmérsékleten **lágylult/keményedett**. A megnedvesített indikátorpapír ..... színű.

2. minta: Magasabb hőmérsékleten **lágylult/keményedett**. A megnedvesített indikátorpapír ..... színű.

**Magyarázat:**1. minta: A műanyagban **egydimenziós/háromdimenziós** molekulák vannak. Az égések erősen savas anyag **keletkezett/nem keletkezett**. 2. minta: A műanyagban **egydimenziós/háromdimenziós** molekulák vannak. Az égések erősen savas anyag **keletkezett/nem keletkezett**.

**Következtetés:** A ..... számú minta anyaga PVC, mert molekulái láncszerűek, és égéstermékeit vízben oldva erős sav (sósav) keletkezik.

Egy túlzottan egyszerűsítő elképzelés szerint a biológiailag (tehát mikroorganizmusok által) lebontható (**biodegradábilis**) műanyagok jók, a többiek rosszak. A környezetbe kerülő, és akár évezredekig nem lebomló műanyag hulladékszennyező hatása kétségtelen. Az állati és emberi szervezetbe jutó, fölaprózódott műanyagrészek hosszú távú hatásai pedig még ismeretlenek. Igaz az is, hogy a politejsav<sup>118</sup> például műtétetek során igen alkalmas varrófonalnak, mert a szervezetben kb. 2 év alatt lebomlik. Egyre több területen alkalmazzák a jól komposztálható, kukoricakeményítóből készült műanyag zacskókat is. Azonban a műanyagok többségének egyik legkedvezőbb tulajdonsága éppen a **tartósság**. Ezért sajnos nem lehet mindegyik műanyag biodegradábilis. Ráadásul a használatuk utáni kezelés során is fölmerülnek problémák.

Nem tartoznak a biológiailag lebomló kategóriába<sup>119</sup>a nagy vízmegkötő képességű „szuperadszorbens polimerek” („SAP”) sem.<sup>120</sup> Mégis nélkülözhetetlenné váltak a papírpelenkákban, különböző betétekben és még virágföldbe keverve is a nedvesség megtartására. (Aki nem hiszi, gondoljon arra, milyen kevés kiömlött folyadékot lehet fölítani pl. egy papírsebkeendővel!) Az interneten elérhető egyik tanulmányban ez olvasható: „A cellulózból készült vatta 1 grammja átlagosan 12 g vizet képes megkötni, azonban az SAP 1 grammja képes lehet akár

1000 g víz adszorbeálására is.<sup>121</sup> A következő kísérletekben azt vizsgáljuk, hogy a **saját tömegüknek kb. hányszorosát** képesek megkötni a fenti esetekben a folyadékokból a tálcákon lévő, főként térhálósított nátrium-poliakriláttól készült SAP műanyag szemcsék.

**2. Kísérlet:** Az egyik főzőpohárban 0,10 g tömegű SAP műanyag szemcse van. Öntsétek hozzá a másikban lévő 100 cm<sup>3</sup> desztillált vizet és kevergesse ké kb. 5 percig. Tegyétek a mérőhengert a tölcser alá. A keletkezett gél addig szűrjétek a tölcserbe helyezett szűrőpapíron, amíg már fél perc alatt nem csöppen újabb folyadéksepp a mérőhengerbe. (Ez kb. 8-10 percig tart. Ez alatt elolvashatjátok az alábbi, 3. Kísérlettel kapcsolatos feladatot.) MÉRJÉTEK MEG A MÉRŐHENGERREL<sup>122</sup> A lecsöpögött és a főzőpohárban összegyűlt folyadék térfogatát.

**Tapasztalat:** Kb. ....cm<sup>3</sup> folyadék csöpögött le a tölcseről és gyűlt össze az alatta lévő mérőhengerben.

**Magyarázat:** Az SAP kb. ....cm<sup>3</sup>, azaz kb. ....g desztillált vizet kötött meg. Ez a saját tömegének kb. ....-szorosa. Ez azért lehetséges, mert a gélbe zárt nátriumionok nagy mennyiségű vizet tudnak megkötni a hidrátburkukban.

<sup>118</sup><https://hu.wikipedia.org/wiki/Politejsav>

<sup>119</sup><https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKewj9L3B26TkAhWib1AKHSKtBBcQFjAAegQIAxAc&url=http%3A%2F%2Fwww.inc.bme.hu%2Fhu%2Fsubjects%2Fbiokomp%2Feload4.ppt&usg=AOvVaw1dGLQ04U82TwW86VXRYZWU>

<sup>120</sup><http://www.ttk.mta.hu/aki/wp-content/uploads/sites/2/2018/06/Polimerek.pdf>

<sup>121</sup><https://quattroplast.hu/muananyagipariszemle/2006/02/szuperadszorbens-polimerek-sap-01.pdf> (Az idézett szövegben „abszorpció” szerepel, amelyet „adszorpció”-ra javítottunk, az „egy grammja” kifejezést pedig „1 grammja”-ra.)

<sup>122</sup>Ha nem áll rendelkezésre mérőhenger, helyette olyan főzőpohár is használható, amelynek a falán van beosztás, mert akkor a megkötött víz térfogata annak alapján is megbecsülhető.



**3. Kísérlet:** Érdekes kérdés az is, hogy a szuperadszorbensek vajon desztillált vízből vagy vizes oldatokból (pl. vizelet, vér, öntözővíz) tudnak-e többet megkötni. Ha az oldott anyagokat egyszerűen konyhasóval (NaCl) helyettesítjük, akkor ezt is megvizsgálhatjuk. A szűrőpapíron maradt gélhez adjátok hozzá a tálcátokon található (kb. 1 g) konyhasót, és óvatosan keverjétek meg. Jegyezzétek le, mi történt és próbáljatok rá magyarázatot adni.

**Tapasztalat:**.....

.....

**Magyarázat:**.....

.....

Ezen a feladatlapon úgynevezett „**modellkísérleteket**” végeztetek. Az 1. Kísérletben az univerzális indikátorpapír megnedvesítésekor a **desztillált víz a csapadékot (esőt) modellezte**. A 2. Kísérlet során a SAP által **felszívandó folyadékokat** is egyszerűen **desztillált vízzel modelleztük**. A tölcsérben lévő szűrőpapír **helyettesítette** pl. a pelenkának vagy az intim betétnek azt a külső részét, amelyben a SAP szemcséket elhelyezik. A 3. Kísérletben a megduzzadt SAP szemcsékhez adott **konyhasóval modelleztük** a valóságban megkötenő folyadékokban (vizelet, vér, öntözővíz) lévő **oldott anyagokat**, amelyek a 2. Kísérletben lévő desztillált vízből hiányoztak. **Jobb lett volna a valóságos alkalmazásokat modellező kísérlet**, ha a 2. Kísérletet eleve olyan **konyhasó-oldattal** végeztük volna el, amely a **vízvisszatartás szempontjából a modellezendő folyadékhoz hasonlóan** viselkedik.

### Áldás vagy átok a műanyag? (3. típus: kísérlettervező változat)

(Húzd alá vagy keretezd be a helyes, vagy húzd át a hibás szövegrészt a „/” jel előtt vagy után!)

Képzeljétek csak el, hogy mi maradna az otthonotokban, az utcán, az iskolában, ha minden olyan tárgy eltűnne, amiben műanyag van! Azonban a Tiszán a PET Kupa keretében több százezer palackot gyűjtenek össze<sup>123</sup>... Sok fénykép látható az interneten olyan elpusztult állatokról is, amelyek halálát a különféle műanyagok okozták. A legtisztábbnak gondolt Északi-sarkon hulló (megolvasztott) hó egy literjében pedig tízezernél is több, öt mikrométernél kisebb műanyagrészecskét találtak.<sup>124</sup>A műanyag tehát: **áldás/átok/mindkettő egyszerre.**

A problémák csökkentése érdekében nemzetközileg elfogadott az „**5R**” szemlélet: **Reuse!** (Használd újra!); **Reduce!** (Csökkentsd!); **Recycle!** (Forgasd vissza!); **Rethink!** (Gondold újra!); **Restore!** (Újítsd fel!). Rengeteg féle műanyag van. Ahhoz, hogy megértsük, melyik hogyan használható és mit tehetünk velük, ha már végképp nincs rájuk szükségünk, jó, ha megismerkedtek az előállításuk, tulajdonságaik és megsemmisítésük kémiai hátterével.

A hétköznapiakban a műanyagokkal kapcsolatban használt megnevezések és elképzelések néha pontatlanok, sőt tévesek. Például a „nejlonzacskó” és a „nejlonharisnya” anyagai a műanyagok két teljesen más csoportjába tartoznak. Előállítási módjuk szerint ugyanis a **polimerizációs**, azaz **poliaddíciós** műanyagok telítetlen (kettős kötést tartalmazó) monomerek melléktermék nélküli összekapcsolódásával keletkeznek. A **polikondenzációs** műanyagok esetében viszont olyan kismolekulák a melléktermékek, mint pl. a víz (amely a reakció közben lecsapódik, azaz kondenzálódik). A nejlonharisnya tényleg nejlonból van, ami egy poliamid típusú műszál. Ennek a láncnak a képződésekor az aminocsoportok vízkilépés közben reagálnak a karboxilcsoportokkal, tehát ez **polimerizációs (poliaddíciós)/polikondenzációs** műanyag. A „nejlonzacskót” viszont polietilénből készítik. Írjátok fel az etén polimerizációjának egyenletét!

A „nejlonzacskó” anyaga tehát **polimerizációs (poliaddíciós/polikondenzációs** műanyag.

Az újra divatos retró „bakelit lemez” elnevezés is tévedésen alapul. A **hőre keményedő** bakelitbe ugyanis nem lehet préselni semmit (tehát a lemezjátszó tűje által követhető barázdákat sem).<sup>125</sup> Ezért erre a célra **hőre lágyuló** műanyagokat használnak, amelyek kinézetre valóban hasonlítanak a gyakran fekete színű bakelithez. A műanyagok e kétféle csoportja között az a különbség, hogy a **hőre keményedő/lágyuló** műanyagokban a hosszú, láncszerű (egydimenziós) molekulák között csak viszonylag gyenge másodlagos kötések vannak, amelyek magasabb hőmérsékleten könnyen fölszakadnak. A **hőre keményedő/lágyuló** műanyagokban viszont kovalens kötésekkel összetartott térhálós (háromdimenziós) szerkezet alakul ki, és további hőhatásra a térhálósodás folytatódik.

A műanyag hulladékok **újrahasznosításának (Recycle! - Forgasd vissza!)** egyik módja a hő hatására kisebb, új célokra felhasználható szerves molekulákra bontás (**pirolízis**). Azonban sajnos még manapság is nagyon sok műanyagot égetnek el. Ennek során üvegházhatású szén-dioxid és víz mindenképpen keletkezik, de egyes műanyagok esetében más káros termékek is kikerülhetnek a levegőbe, ha nem kötik meg őket. Így például a poli(vinil-klorid) (PVC) **égetésekor** hidrogén-klorid keletkezik, ami savas esőt okoz. Írjátok javaslatot arra, vajon hogyan lehet a hidrogén-kloridot kémiai úton eltávolítani a füstgázokból!

<sup>123</sup><https://marieclaire.hu/eletmod/2019/06/15/pet-palack-mentes-lesz-a-tisza-to/>; utolsó megtekintés: 2019. 09. 01.

<sup>124</sup> Heti Világgazdaság, 2019. 08. 22, 21. old. ([https://hvg.hu/hetilap/2019.34/201934\\_muho\\_azeszakisarkon\\_sokkolo\\_adatok](https://hvg.hu/hetilap/2019.34/201934_muho_azeszakisarkon_sokkolo_adatok))

<sup>125</sup>[https://hu.wikipedia.org/wiki/Bakelit\\_\(m%C5%B1anyag\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Bakelit_(m%C5%B1anyag))

**1. Kísérlet:** A tálcákon található két műanyagdarab közül az egyik PVC, a másik polietilén. Hogyan tudnátok megállapítani (a tálcákon található eszközöket és anyagokat használva), hogy melyik minta a PVC? (Melyik műanyag okozhat **savas esőt**? Hogyan lehet ezt a helyzetet **modellezni**?) Írjátok le ide a kísérlet tervét!

.....  
.....

**Tapasztalatok:**

1. minta: .....

2. minta: .....

**Magyarázat és következtetés:**

A ..... számú minta anyaga PVC, mert

.....  
.....

Egy túlzottan egyszerűsítő elképzelés szerint a biológiailag (tehát mikroorganizmusok által) lebontható (**biodegradábilis**) műanyagok jók, a többiek rosszak. A környezetbe kerülő, és akár évezredekig nem lebomló műanyag hulladék szennyező hatása kétségtelen. Az állati és emberi szervezetbe jutó, fölaprózódott műanyagrészeszkék hosszú távú hatásai pedig még ismeretlenek. Igaz az is, hogy a politejsav<sup>126</sup> például műtétetek során igen alkalmas varrófonálnak, mert a szervezetben kb. 2 év alatt lebomlik. Egyre több területen alkalmazzák a jól komposztálható, kukoricakeményítóből készült műanyag zacskókat is. Azonban a műanyagok többségének egyik legkedvezőbb tulajdonsága éppen a **tartósság**. Ezért sajnos nem lehet mindegyik műanyag biodegradábilis. Ráadásul a használatuk utáni kezelés során is fölmerülnek problémák.

Nem tartoznak a biológiailag lebomló kategóriába<sup>127</sup>a nagy vízmegkötő képességű „szuperadszorbens polimerek” („SAP”) sem.<sup>128</sup> Mégis nélkülözhetetlenné váltak a papírpelenkákban, különböző betétekben és még virágföldbe keverve is a nedvesség megtartására. (Aki nem hiszi, gondoljon arra, milyen kevés kiömlött folyadékot lehet fölitatni pl. egy papírsebkeendővel!) Az interneten elérhető egyik tanulmányban ez olvasható: „A cellulózból készült vatta 1 grammja átlagosan 12 g vizet képes megkötni, azonban az SAP 1 grammja képes lehet akár

1000 g víz adszorbeálására is.<sup>129</sup> A következő kísérletekben azt vizsgáljuk, hogy **a saját tömegüknek kb. hány-szorosát** képesek megkötni a fenti esetekben a folyadékokból a tálcákon lévő, főként térhálósított nátrium-poliakriláttól készült SAP műanyag szemcsék.

**2. Kísérlet:** A tálcákon az egyik főzőpohárban 0,10 g tömegű SAP műanyag szemcse van, a másikban pedig 100 cm<sup>3</sup> desztillált víz, ami a SAP tömegének ezerszerese. Hogyan tudnátok meghatározni (a tálcákon található eszközöket és anyagokat használva), hogy a saját tömegének kb. hány-szorosát képes megkötni a desztillált vízből ez a SAP? Milyen folyadékokat **modellez ebben a kísérletben a desztillált víz**? Írjátok le ide a kísérlet tervét!

.....  
.....

**Tapasztalatok:**.....

<sup>126</sup><https://hu.wikipedia.org/wiki/Politejsav>

<sup>127</sup><https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKewib9L3B26TkAhWib1AKHsktBBcQFjAAegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.inc.bme.hu%2Fhu%2Fsubjects%2Fbiokomp%2Fload4.ppt&usg=AOvVaw1dGLQ04U82TwW86VXRYZU>

<sup>128</sup><http://www.ttk.mta.hu/aki/wp-content/uploads/sites/2/2018/06/Polimerek.pdf>

<sup>129</sup><https://quattroplast.hu/muanyagipariszemle/2006/02/szuperabszorbens-polimerek-sap-01.pdf> (Az idézett szövegben „abszorpció” szerepel, amelyet „adszorpció”-ra javítottunk, az „egy grammja” kifejezést pedig „1 grammja”-ra.)

.....  
**Magyarázat és következtetés:**.....

.....  
Ez azért lehetséges, mert a gélbe zárt nátriumionok nagy mennyiségű vizet tudnak megkötni a hidrátburkukban.

**3. Kísérlet:** Vajon desztillált vízből vagy valamely vizes oldatokból képes-e a SAP többet megkötni? A tálcákon található anyagok közül mivel tudnátok a SAP által fölszívandó folyadékokban (vizelet, vér, öntözővíz) **lévő oldott anyagokat modellezni**? Mit kellene vele tenni a kérdés megválaszolásához? Írjátok le ide a kísérlet tervét!

.....  
**Tapasztalatok:**.....

.....  
**Magyarázat és következtetés:**.....

.....  
**Jobb lett volna a valóságos alkalmazásokat modellező kísérlet**, ha a 2. Kísérletet eleve olyan **konyhasó-oldattal** végeztük volna el, amely a **vízvisszatartás szempontjából a modellezendő folyadékhoz hasonlóan** viselkedik.

## Áldás vagy átok a műanyag? (tanári változat)

(Húzd alá vagy keretezd be a helyes, vagy húzd át a hibás szövegrészt a „/” jel előtt vagy után!)

Képzeljétek csak el, hogy mi maradna az otthonotokban, az utcán, az iskolában, ha minden olyan tárgy eltűnne, amiben műanyag van! Azonban a Tiszán a PET Kupa keretében több százezer palackot gyűjtenek össze<sup>130</sup>... Sok fénykép látható az interneten olyan elpusztult állatokról is, amelyek halálát a különféle műanyagok okozták. A legtisztábbnak gondolt Északi-sarkon hulló (megolvasztott) hó egy literjében pedig tízezernél is több, öt mikrométernél kisebb műanyagrészecskét találtak.<sup>131</sup>A műanyag tehát: ~~áldás/átok/mindkettő egyszerre~~.

A problémák csökkentése érdekében nemzetközileg elfogadott az „5R” szemlélet: **Reuse!** (Használd újra!); **Reduce!** (Csökkentsd!); **Recycle!** (Forgasd vissza!); **Rethink!** (Gondold újra!); **Restore!** (Újítsd fel!). Rengeteg féle műanyag van. Ahhoz, hogy megértsük, melyik hogyan használható és mit tehetünk velük, ha már végképp nincs rájuk szükségünk, jó, ha megismerkedtek az előállításuk, tulajdonságaik és megsemmisítésük kémiai hátterével.

**Megjegyzés: Az alábbiakban egy lehetséges kiegészítő tevékenység olvasható az 5R szemlélet elmélyítésére.**

*A diákok párban vagy csoportokban dolgoznak. Ha van elegendő idő, akkor minden csoport dolgozik az alábbi összes (1.-5.) részfeladaton. Ha kevesebb idő áll rendelkezésre, akkor egy csoport csak egy részfeladatot old meg (a tanári utasítás tartalmazza, hogy melyik csoport melyiket), és a végén egyeztet az osztály. A feladat kinyomtatható szövegébe vastag, aláhúzott betűkkel már beírtuk a megoldásokat is. A nyomtatás előtt ezt természetesen törölni kell.*

*FELADAT: Az alábbi feladatok megoldása során a szöveg alapján azonosítanotok kell, hogy az 5R szemlélet melyik részéről van szó. Utána pedig példákat kell írnotok arra, hogy a saját életetekben hogyan tudátok ezt megvalósítani.*

1. Fontos, hogy csak olyan dolgokat vásárolj meg, amire ténylegesen szükséged van. A „majd csak jó lesz valamire” típusú vásárlás hosszabb távon csak a hulladék mennyiségét növeli.

Az „R” betűs szó: **Reduce.**

Például: **A sokadik műanyag gyerekjáték megvásárlása.**

2. Fontos, hogy szelektíven gyűjtsd a hulladékot! A fajtánként szétválogatott hulladéktárgyak alapanyagát használják fel különböző technológiai eljárások után, hogy egy másfajta tárgyat állítsanak belőle elő. Pl.: papír, fémek stb.

Az „R” betűs szó: **Recycle.**

Például: **Szelektív gyűjtés otthon és az iskolában.**

3. Nem biztos, hogy el kell dobnod, ha már használtad! Az adott tárgyat általában megtisztítva ugyanarra a célra alkalmasak lehetnek még. Pl. betétdíjas üvegek, palackok.

Az „R” betűs szó: **Reuse.** Például: **PET- palackba víz töltése, nejlontáska használata többszöri vásárláshoz.**

4. Tedd fel magadnak a kérdést, hogy amit eddig megvásároltál, használtál, biztosan szükséges-e. Lehet, hogy van olyan megoldás, ami jobban kíméli a környezetet. Érdekes a családdal is leülni, és átbeszélni otthon ezt a témát.

<sup>130</sup><https://marieclaire.hu/eletemod/2019/06/15/pet-palack-mentes-lesz-a-tisza-to/>; utolsó megtekintés: 2019. 09. 01.

<sup>131</sup> Heti Világgazdaság, 2019. 08. 22, 21. old. ([https://hvg.hu/hetilap/2019.34/201934\\_muho\\_azeszakisarkon\\_sokkolo\\_adatok](https://hvg.hu/hetilap/2019.34/201934_muho_azeszakisarkon_sokkolo_adatok))

Az „R” betűs szó: **Rethink**. Például: **Eddig nejlonzacskót kértem a boltban, most viszek textilszatyrot.**

5. Ha valami elromlik, ne dobd el rögtön! Nézd meg, lehet, hogy csak kis hibája van, meg lehet javítani. Sajnos a fogyasztói társadalom arra ösztönzi a vásárlókat, hogy újat vegyenek a javíttatás helyett.

Az „R” betűs szó: **Restore**. Például: **Régen a nejlonharisnya szemfelszedése.**

Források (utolsó letöltések: 2019.09.01.):

<http://www.mindmeister.com/116772409/a-k-rnyezettudatos-magatart-s>

Az 5R szemlélet kicsit másképpen:

<https://www.480.sk/hu/mit-jelent-az-5r/>

<https://5randtzuchi.weebly.com/what-is-5r.html>

A hétköznapiakban a műanyagokkal kapcsolatban használt megnevezések és elképzelések néha pontatlanok, sőt tévesek. Például a „nejlonzacskó” és a „nejlonharisnya” anyagai a műanyagok két teljesen más csoportjába tartoznak. Előállítási módjuk szerint ugyanis a **polimerizációs**, azaz **poliaddíciós** műanyagok telítetlen (kettős kötést tartalmazó) monomerek melléktermék nélküli összekapcsolódásával keletkeznek. A **polikondenzációs** műanyagok esetében viszont olyan kismolekulák a melléktermékek, mint pl. a víz (amely a reakció közben lecsapódik, azaz kondenzálódik). A nejlonharisnya tényleg nejlonból van, ami egy poliamid típusú műszál. Ennek a láncnak a képződésekor az aminocsoportok vízkilépés közben reagálnak a karboxilcsoportokkal, tehát ez **polimerizációs (poliaddíciós)/polikondenzációs** műanyag. A „nejlonzacskót” viszont polietilénből készítik. Írjátok fel az etén polimerizációjának egyenletét!



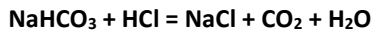
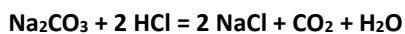
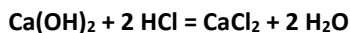
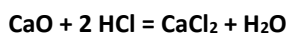
A „nejlonzacskó” anyaga tehát **polimerizációs (poliaddíciós)/polikondenzációs** műanyag.

Az újra divatos retró „bakelit lemez” elnevezés is tévedésen alapul. A **hőre keményedő** bakelitbe ugyanis nem lehet préselni semmit (tehát a lemezjátszó tűje által követhető barázdákat sem).<sup>132</sup> Ezért erre a célra **hőre lágyuló** műanyagokat használnak, amelyek kinézetre valóban hasonlítanak a gyakran fekete színű bakelithez. A műanyagok e kétféle csoportja között az a különbség, hogy a **hőre keményedő/lágyuló** műanyagokban a hosszú, láncszerű (egydimenziós) molekulák között csak viszonylag gyenge másodlagos kötések vannak, amelyek magasabb hőmérsékleten könnyen fölszakadnak. A **hőre keményedő/lágyuló** műanyagokban viszont kovalens kötésekkel összetartott térhálós (háromdimenziós) szerkezet alakul ki, és további hőhatásra a térhálósodás folytatódik.

A műanyag hulladékok **újrahasznosításának (Recycle! - Forgasd vissza!)** egyik módja a hő hatására kisebb, új célokra felhasználható szerves molekulákra bontás (**pirolízis**). Azonban sajnos még manapság is nagyon sok műanyagot égetnek el. Ennek során üvegházhatású szén-dioxid és víz mindenképpen keletkezik, de egyes műanyagok esetében más káros termékek is kikerülhetnek a levegőbe, ha nem kötik meg őket. Így például a poli(vinil-klorid) (PVC) **égetésekor** hidrogén-klorid keletkezik, ami savas esőt okoz. Írjátok javaslatot arra, vajon hogyan lehet a hidrogén-kloridot kémiai úton eltávolítani a füstgázokból!

**Pl. kalcium-karbonát, kalcium-oxid, kalcium-hidroxid, nátrium-karbonát, nátrium-hidrogén-karbonát segítségével, az alábbi egyenletek szerint:**

<sup>132</sup>[https://hu.wikipedia.org/wiki/Bakelit\\_\(m%C5%B1anyag\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Bakelit_(m%C5%B1anyag))



Forrás: [kkft.bme.hu > attachments > article](http://kkft.bme.hu/attachments/article) (utolsó letöltés: 2019.09.01.)

Megjegyzés: Az alábbi linken elérhető tanulmány arról szól, hogy a műanyag hulladékból pirolízissel nyert kismolekulákból Diesel-olajat készítenek:

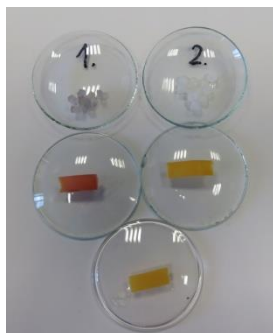
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544217307818> (utolsó letöltés: 2019.09.18.)

[Csak az 1. és a 2. típusú csoportoknak!]

**1. Kísérlet:** A tálcatokon található két minta közül az egyik PVC, a másik polietilén. Fogjátok meg az 1. mintát az egyik csipesszel és tartsátok a homoktálba tett borszesz- vagy Bunsen-égő lángjába! (Vigyázzatok, hogy az esetleg megolvadó műanyag a homokra csöpöngen!) Közben a másik csipesszel tartsátok az égő műanyag fölé egy desztillált vízzel megnedvesített univerzális indikátorpapírt. Ismételjétek meg ezt a műveletet a 2. mintával!

#### Tapasztalatok:

1. minta: Magasabb hőmérsékleten lágult/keményedett. A megnedvesített indikátorpapír piros színű.
2. minta: Magasabb hőmérsékleten lágult/keményedett. A megnedvesített indikátorpapír sárga színű.



A kísérlet tapasztalatai. Az alsó sorban középen a kontroll indikátorcsík van.

**Magyarázat:** 1. minta: A műanyagban egydimenziós/háromdimenziós molekulák vannak. Az égésekor erősen savas anyag keletkezett/nem keletkezett. 2. minta: A műanyagban egydimenziós/háromdimenziós molekulák vannak. Az égésekor erősen savas anyag keletkezett/nem keletkezett.

**Következtetés:** A 1. számú minta anyaga PVC, mert molekulái láncszerűek, és égéstermékeit vízben oldva erős sav (sósav) keletkezik.

[Csak a 3. típusú csoportoknak!]

**1. Kísérlet:** A tálcatokon található két műanyagdarab közül az egyik PVC, a másik polietilén. Hogyan tudnátok megállapítani (a tálcatokon található eszközöket és anyagokat használva), hogy melyik minta a PVC? (Melyik műanyag okozhat savas esőt? Hogyan lehet ezt a helyzetet modellezni?) Írjátok le ide a kísérlet tervét!

**Mindkét mintát külön-külön lángba tartjuk, és égésükkor a láng fölé desztillált vízzel megnedvesített univerzális indikátorpapírt tartunk.**

#### Tapasztalatok:

1. minta: Melegítés hatására megolvad, majd sárgás lánggal ég. Az indikátorpapír színe piros lesz.
2. minta: Melegítés hatására megolvad, majd sárgás lánggal ég. Az indikátorpapír színe nem változik.

**Magyarázat és következtetés:**

- 1. minta: A műanyagban egydimenziós molekulák vannak. Az égésekor erősen savas anyag keletkezett. 2. minta: A műanyagban egydimenziós molekulák vannak. Az égésekor erősen savas anyag nem keletkezett.**

A **1.** számú minta anyaga PVC, mert a PVC égésekor keletkező HCl-gáz vizes oldatának kémhatása savas, amit az univerzális indikátor piros színnel jelez. Mivel melegítés hatására mindkét műanyag megolvad, a hőre lágyuló műanyagok csoportjába tartoznak.

[Minden típusú feladatlapot megoldó csoportoknak!]

**Megjegyzés: Egy másik lehetséges kiegészítő tevékenység az alábbi feladat megoldása. Ez a műanyagok példáján a differenciált gondolkodást szorgalmazza.**

*FELADAT: A „viszkóz” neve is megtévesztő lehet, mert esetleg úgy hangzik, mintha teljes egészében a vegyipar terméke lenne. Pedig legtöbb esetben fa cellulózból készül, tehát **természetes/mesterséges alapú** műanyag. Ellentétben például a polietilénnel és a PVC-vel, amelyek kőolajból gyártott alapanyagokból készülnek, tehát **természetes/mesterséges alapú** műanyagok. A „minden, ami természetes, az jó, és minden, ami mesterséges az rossz” tévképzet alapján azt gondolhatnánk, hogy a viszkóz környezetbarátabb, mint a polietilén. Pedig ez nem csak az alapanyag eredetétől, hanem az előállítás technológiájától is függ, és régebben a viszkóz előállításához nagyon mérgező szén-diszulfidot használtak. Egy újabb eljárás szerencsére kiküszöbölte ezt.<sup>133</sup>*

*MEGOLDÁS: A „viszkóz” neve is megtévesztő lehet, mert esetleg úgy hangzik, mintha teljes egészében a vegyipar terméke lenne. Pedig legtöbb esetben fa cellulózból készül, tehát **természetes/mesterséges alapú** műanyag. Ellentétben például a polietilénnel és a PVC-vel, amelyek kőolajból gyártott alapanyagokból készülnek, tehát **természetes/mesterséges alapú** műanyagok. A „minden, ami természetes, az jó, és minden, ami mesterséges az rossz” tévképzet alapján azt gondolhatnánk, hogy a viszkóz környezetbarátabb, mint a polietilén. Pedig ez nem csak az alapanyag eredetétől, hanem az előállítás technológiájától is függ, és régebben a viszkóz előállításához nagyon mérgező szén-diszulfidot használtak. Egy újabb eljárás szerencsére kiküszöbölte ezt.<sup>134</sup>*

(A pamut és a viszkóz összehasonlításához érdemes elolvasni, felhasználni a következő linken lévő forrást:  
[https://megruhzlak.blog.hu/2015/04/28/mi\\_is\\_az\\_a\\_viszkoz\\_374](https://megruhzlak.blog.hu/2015/04/28/mi_is_az_a_viszkoz_374))

Egy túlzottan egyszerűsítő elképzelés szerint a biológiailag (tehát mikroorganizmusok által) lebontható (**biodegradábilis**) műanyagok jók, a többiek rosszak. A környezetbe kerülő, és akár évezredekig nem lebomló műanyag hulladék szennyező hatása kétségtelen. Az állati és emberi szervezetbe jutó, fölprózódott műanyagrézecskek hosszú távú hatásai pedig még ismeretlenek. Igaz az is, hogy a politejsav<sup>135</sup> például műtétetek során igen alkalmas varrófonálnak, mert a szervezetben kb. 2 év alatt lebomlik. Egyre több területen alkalmazzák a jól komposztálható, kukoricakeményítőből készült műanyag zacskókat is. Azonban a műanyagok többségének egyik legkedvezőbb tulajdonsága éppen a **tartósság**. Ezért sajnos nem lehet mindegyik műanyag biodegradábilis. Ráadásul a használatuk utáni kezelés során is fölmerülnek problémák.

<sup>133</sup><https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/konnyuipar/ruha-es-textilipari-szakmai-ismeret/a-viszkoz-es-az-acetat-gyartasa/viszkoz-es-acetat-eloallitasa>

<sup>134</sup><https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/konnyuipar/ruha-es-textilipari-szakmai-ismeret/a-viszkoz-es-az-acetat-gyartasa/viszkoz-es-acetat-eloallitasa>

<sup>135</sup><https://hu.wikipedia.org/wiki/Politejsav>



**Megjegyzés: Az alábbiakban egy lehetséges kiegészítő feladat olvasható.**

*FELADAT: A műanyagok nagy környezeti terhelése miatt napjainkban egyre kevesebb helyen adnak vásárláskor ingyen „nejlonszatyrot”. Egyre nagyobb „divatja” van a saját textilszatyornak, vagy a papírzacskóknak. Például a következő feliratú táskákkal is találkozhattok.:*



*Mi a véleményetek, műanyagtáskáról van-e szó, vagy nem? Indokoljátok döntésedet!*

*Vitassátok meg a kérdést a csoportban vagy a padtársatokkal, és írátok le álláspontotokat!*

**MEGOLDÁS: Természetes alapú műanyag, ami biodegradábilis. Műanyag, mivel a természetben található makromolekulás anyag (kukoricakeményítő) átalakításával állítható elő.**

*Megjegyzés: A nem biodegradábilis műanyagok hulladékából olyan olaj állítható elő, amelyből aztán újra műanyagokat lehet gyártani. Az autók kerekeinek használt gumiköpenyéből pedig kinyerik az acélt, illetve a gumiból újra olajat és kormot készítenek, amelyekből a folyamat végén ismét autókerekre való gumiköpeny lesz.*

*(Forrás:*

*[https://www.kisalfold.hu/qyori\\_hirek/korszakalkoto\\_berendezes\\_qyorben\\_hulladekbol\\_uzemanyagot\\_majd\\_ar\\_amot\\_allit\\_elo\\_-\\_video/2209453/](https://www.kisalfold.hu/qyori_hirek/korszakalkoto_berendezes_qyorben_hulladekbol_uzemanyagot_majd_ar_amot_allit_elo_-_video/2209453/); <https://www.youtube.com/watch?v=Tk-F1nqghxA>*

*<https://24.hu/tudomany/2019/06/19/szintetikus-uzemanyag-muanyagbol/>*

*[https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0019\\_Ujrahasznositasi\\_ismeretek/ch08s03.html](https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0019_Ujrahasznositasi_ismeretek/ch08s03.html)*

Nem tartoznak a biológiailag lebomló kategóriába<sup>136</sup>a nagy vízmegkötő képességű „szuperadszorbens polimerek” („SAP”) sem.<sup>137</sup> Mégis nélkülözhetetlenné váltak a papírpelenkákban, különböző betétekben és még virágföldbe keverve is a nedvesség megtartására. (Aki nem hiszi, gondoljon arra, milyen kevés kiömlött folyadékot lehet fölítani pl. egy papírzsebkendővel!) Az interneten elérhető egyik tanulmányban ez olvasható: „A cellulózból készült vatta 1 grammja átlagosan 12 g vizet képes megkötni, azonban az SAP 1 grammja képes lehet akár

<sup>136</sup><https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwib9L3B26TkAhWib1AKHSktBBcQFjAAegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.inc.bme.hu%2Fhu%2Fsubjects%2Fbiokomp%2Feload4.ppt&usg=AOvVaw1dGLQ04U82TwW86VXRYZWU>

<sup>137</sup><http://www.ttk.mta.hu/aki/wp-content/uploads/sites/2/2018/06/Polimerek.pdf>

1000 g víz adszorbeálására is.<sup>138</sup> A következő kísérletekben azt vizsgáljuk, hogy a saját tömegüknek kb. hány-szorosát képesek megkötni a fenti esetekben a folyadékokból a tálcákon lévő, főként térhálósított nátrium-poliakrilátból készült SAP műanyag szemcsék.

[Csak az 1. és a 2. típusú csoportoknak!]

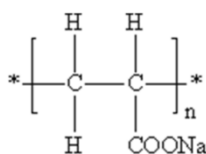
**2. Kísérlet:** Az egyik főzőpohárban 0,10 g tömegű SAP műanyag szemcse van. Öntsétek hozzá a másikban lévő 100 cm<sup>3</sup> desztillált vizet és kevergessétek kb. 5 percig. Tegyétek a mérőhengert a tölcser alá. A keletkezett gél addig szűrjétek a tölcserbe helyezett szűrőpapíron, amíg már fél perc alatt nem csöppen újabb folyadéksepp a mérőhengerbe. (Ez kb. 8-10 percig tart. Ez alatt elolvashatjátok az alábbi, 3. Kísérlettel kapcsolatos feladatot.) Mérjétek meg a mérőhengerrel<sup>139</sup> a lecsöpögött és a főzőpohárban összegyűlt folyadék térfogatát.

**Tapasztalat:** Kb. 65 cm<sup>3</sup> folyadék csöpögött le a tölcseről és gyűlt össze az alatta lévő mérőhengerben.

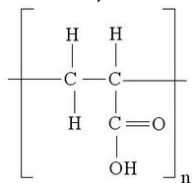
**Magyarázat:** Az SAP kb. 35 cm<sup>3</sup>, azaz kb. 35 g desztillált vizet kötött meg. Ez a saját tömegének kb. 350-szorosa. Ez azért lehetséges, mert a gélbe zárt nátriumionok nagy mennyiségű vizet tudnak megkötni a hidrátburkukban.

Megjegyzések:

- A mérési eredményeket befolyásolhatja, hogy milyen SAP-rel dolgozunk, mennyi vizet köt meg a szűrőpapír, és mennyi ideig végezzük a szűrést. A megadott számadatok csak tájékoztatnak a várható eredményről. Az irodalomban 200-400-szoros megkötésről lehet olvasni. A tökéletes eljárás szerint a mérést addig kellene ismételní úgy, hogy a diákok egyre növekvő időtartamokon át kevergetik a vizes SAP-t, amíg az utolsó két mérés eredménye a becsülhető hibahatáron belül megegyezik. (Ez a „tömegállandóságig szárítás” fordítottja lenne.) Idő és eszközök hiányában ez itt nem kivitelezhető, de érdemes erre fölhívni a diákok figyelmét.)



nátrium-poliakrilát



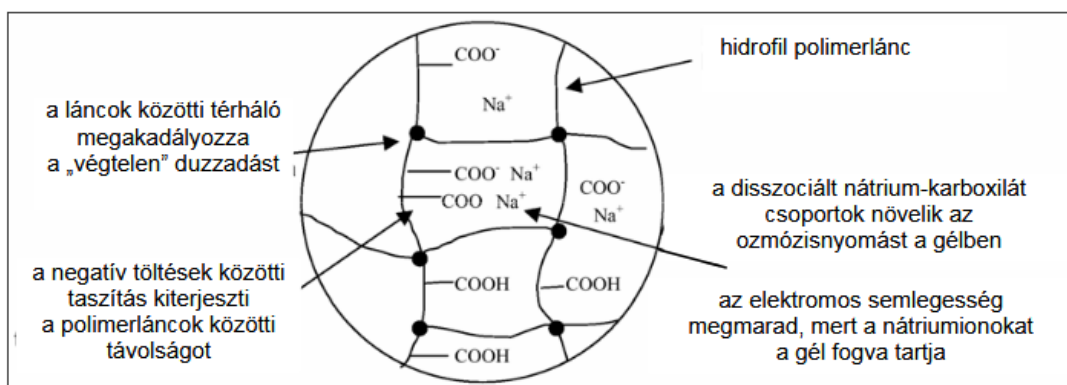
poliakrilsav

- A lenti ábra szemlélteti a gél szerkezetét és a duzzadás mechanizmusát. A kötött ionos állapotú funkcióscsoportok (nagyobb ionkoncentráció) miatt a külső térből a polimer belsejébe vándorol a víz. Ott az ozmózisnyomás kiegyenlítéséig növekedne a víz mennyisége (csökkenne az ionkoncentráció, amíg a külső és belső tér ionkoncentrációi azonosakká nem válnak), azonban a gél térhálós szerkezete megakadályozza a végtelen duzzadást, tehát az ozmózisnyomás és a gélmódulus egyensúlyának bekövetkezéséig nő a gélben a víz mennyisége.<sup>140</sup>

<sup>138</sup> <https://quattroplast.hu/muanagipariszemle/2006/02/szuperabszorbens-polimerek-sap-01.pdf> (Az idézett szövegben „abszorpció” szerepel, amelyet „adszorpció”-ra javítottunk, az „egy grammja” kifejezést pedig „1 grammja”-ra.)

<sup>139</sup> Ha nem áll rendelkezésre mérőhenger, helyette olyan főzőpohár is használható, amelynek a falán van beosztás, mert akkor a megkötött víz térfogata annak alapján is megbecsülhető.

<sup>140</sup> <https://quattroplast.hu/muanagipariszemle/2006/02/szuperabszorbens-polimerek-sap-01.pdf> (7. oldal)



*Megjegyzés: Ezek a gélek ioncserélők is egyben, ezért kemény vízben (csapvízben) áztatva a kalcium- és magnéziumionok lecserélik a nátriumionokat és úgy a gél egyre kevesebb vizet tud megkötni. Tömény sóoldatban való áztatással regenerálni lehet őket. Hasonló anyagból készülnek a mágikus halacsok is (Fortune Teller), melyek a tenyérből történő kipárolgás hatására mozognak, és pl. alkalmasak a bőr hidratáltságának szemléltetésére is.*

[Csak a 3. típusú csoportoknak!]

**2. Kísérlet:** A tálcatokon az egyik főzőpohárban 0,10 g tömegű SAP műanyag szemcse van, a másikban pedig 100 cm<sup>3</sup> desztillált víz, ami a SAP tömegének ezerszerese. Hogyan tudnátok meghatározni (a tálcatokon található eszközöket és anyagokat használva), hogy a saját tömegének kb. hányszorosát képes megkötni a desztillált vízből ez a SAP? Milyen folyadékokat **modellez ebben a kísérletben a desztillált víz?** Írjátok le ide a kísérlet tervét!

**A desztillált vizet ráöntjük a SAP-ra, majd addig kevergetjük, amíg már nem látunk változást. Utána a mérőhengert a tölcser alá tesszük. A gélbe beleöntjük a tölcserbe, és addig szűrjük, amíg már sokáig nem csöppen le folyadék a mérőhengerbe.**

**Tapasztalat:** Kb. 65 cm<sup>3</sup> folyadék csöpögött le a tölcserrel és gyűlt össze az alatta lévő mérőhengerben.

**Magyarázat és következtetés:** **A SAP kb. 35 cm<sup>3</sup>, azaz kb. 35 g desztillált vizet kötött meg. Ez a saját tömegének kb. 350-szorosa.**

Ez azért lehetséges, mert a gélbe zárt nátriumionok nagy mennyiségű vizet tudnak megkötni a hidrátburkukban.

[Csak az 1. és a 2. típusú csoportoknak!]

**3. Kísérlet:** Érdekes kérdés az is, hogy a szuperadszorbensek vajon desztillált vízből vagy vizes oldatokból (pl. vizelet, vér, öntözővíz) tudnak-e többet megkötni. Ha az oldott anyagokat egyszerűen konyhasóval (NaCl) helyettesítjük, akkor ezt is megvizsgálhatjuk. A szűrőpapíron maradt gélhez adjátok hozzá a tálcatokon található (kb. 1 g) konyhasót, és óvatosan keverjétek meg. Jegyezzétek le, mi történt és próbáljatok rá magyarázatot adni.

**Tapasztalat:** Kb. 23 cm<sup>3</sup> folyadék csöpögött le a tölcserrel és gyűlt össze az alatta lévő mérőhengerben.

**Magyarázat:** **A gélen kívüli oldatban lévő nátriumionoknak is szükségük van hidrátburkra. Ezért kivonják a gélből a víz egy részét. Ha a SAP eleve nem tiszta vízzel, hanem valamilyen oldattal, például vérrel vagy vizelettel kerül érintkezésbe, kevesebb folyadékot tud megkötni, mint a desztillált vízzel való érintkezéskor.**

[Csak a 2. típusú feladatlapot megoldó csoportoknak!]

Ezen a feladatlapon úgynevezett „modellkísérleteket” végeztetek. Az 1. Kísérletben az univerzális indikátorpapír megnedvesítésekor a **desztillált víz a csapadékot (esőt) modellezte**. A 2. Kísérlet során a SAP által **felszívandó folyadékokat** is egyszerűen **desztillált vízzel modelleztük**. A tölcserben lévő szűrőpapír

**helyettesítette** pl. a pelenkának vagy az intim betétnek azt a külső részét, amelyben a SAP szemcséket elhelyezik. A 3. Kísérletben a megduzzadt SAP szemcsékhez adott **konyhasóval modelleztük** a valóságban megkötendő folyadékokban (vizelet, vér, öntözővíz) lévő **oldott anyagokat**, amelyek a 2. Kísérletben lévő desztillált vízből hiányoztak. **Jobb lett volna a valóságos alkalmazásokat modellező kísérlet**, ha a 2. Kísérletet eleve olyan **konyhasó-oldattal** végeztük volna el, amely a **vízvisszatartás szempontjából a modellezendő folyadékhoz hasonlóan** viselkedik.

*Megjegyzés: Ha a virágra, aminek a földjében SAP van, eső esik, azt jól modellezi a 2. Kísérletben használt desztillált víz. Ha viszont vért kell megkötnie az intim betétben, annak az ozmózisnyomása az izotóniás sóoldatével azonos. Azonban az öntözővíznek és a vizeletnek nem azonos az ozmózisnyomása az izotóniás sóoldatével.*

[Csak a 3. típusú feladatlapot megoldó csoportoknak!]

**3. Kísérlet:** Vajon desztillált vízből vagy egyéb vizes oldatokból képes-e a SAP többet megkötni? A tálcákon található anyagok közül mivel tudnátok a SAP által fölszívandó folyadékokban (vizelet, vér, öntözővíz) **lévő oldott anyagokat modellezni**? Mit kellene vele tenni a kérdés megválaszolásához? Írjátok le ide a kísérlet tervét!

**1. ötlet: Újra elvégeznénk a kísérletet, de 100 cm<sup>3</sup> konyhasóoldattal.**

**2. ötlet: Ha nincs több eszköz és anyag, akkor a szűrőpapíron fennmaradt SAP gélhez NaCl-ot keverünk, és megnézzük, csöpög-e ki víz belőle, és mennyi.**

**Tapasztalatok: A gélből további folyadék csöpög ki.**

**Magyarázat: A gélen kívüli oldatban lévő nátriumionoknak is szükségük van hidrátburokra. Ha a SAP eleve nem tiszta vízzel, hanem valamilyen oldattal, például vizelettel kerül érintkezésbe, kevesebb folyadékot tud megkötni, mint a desztillált vízzel való érintkezéskor.**

**Jobb lett volna a valóságos alkalmazásokat modellező kísérlet**, ha a 2. Kísérletet eleve olyan **konyhasó-oldattal** végeztük volna el, amely a **vízvisszatartás szempontjából a modellezendő folyadékhoz hasonlóan** viselkedik.

*Megjegyzés: [Mindhárom csoport által végezhető otthoni kutatómunka]*

*Egyre gyakoribb a „BPA free” felirat a műanyag termékeken. Ezzel kapcsolatos az alábbi feladat.*

*FELADAT: Nézzetek utána a következőknek!*

*Mit jelent a BPA rövidítés?*

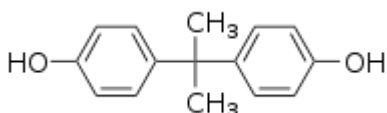
*Egyes kutatások szerint mi a probléma BPA nevű vegyülettel?*

*Keressetek a környezetetekben olyan termékeket, amelyeken a „BPA free” embléma látható!*

**MEGOLDÁS:**

*Mit jelent a BPA rövidítés?*

**A biszfenol A (röviden BPA) képlete (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>C(C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>OH)<sub>2</sub>.**



Egyes kutatások szerint mi a probléma ezzel a vegyülettel?

**„A BPA kitettség tudományos kutatások alapján felelőssé tehető rákos megbetegedésekért (prosztata- és mellrák), cukorbetegség kialakulásáért, pajzsmirigy-zavarokért, szívbetegségekért, asztmáért, pajzsmirigy rendellenességekért, továbbá hormonális zavarokért, mint például korai serdülésért, elhízásért, meddőségért, emellett születési rendellenességekért, az agyi fejlődés rendellenességeiért és viselkedési zavarokért”**

Források (utolsó letöltés: 2019.09.01.):

[https://hu.wikipedia.org/wiki/Biszfenol\\_A](https://hu.wikipedia.org/wiki/Biszfenol_A)

<https://okospalack.hu/mi-az-a-bpa-mentes>

[http://picibaba.hu/pocakkal/pocakos\\_szotar/mi-az-a-bpa-free](http://picibaba.hu/pocakkal/pocakos_szotar/mi-az-a-bpa-free)

Két példa a BPA free emblémára:



vizes palack



gyerek gyurma

# 21. feladatlap: La dolce vita – Az édes élet <sup>141</sup>

(Az első változatot készítette: Nagyné Hodula Andrea)

## Módszertani útmutató

**1. Téma:** Oxigéntartalmú szerves vegyületek azonosítása jellemző reakcióik alapján  
Természetes és mesterséges édesítőszerkezetek szerkezete

**2. Felhasználás:** 10. évfolyam 45 perces tanóra

### 3. Szükséges előzetes ismeretek:

- Másodrendű kémiai kötések.
- Hidrogénkötés, donor, akceptor.
- A szerves vegyületek nevezéktanának alapjai.
- Oxigéntartalmú funkciós csoportok: hidroxil-, oxo-, aldehid- (formil-) és karboxilcsoport.
- Alkoholok és aldehidek redukáló tulajdonsága.
- Redukáló és nem redukáló mono- és diszacharidok.
- Cukrok karamellizálhatósága.

### 4. Célok:

- Motiváció: a cukrok és a napjainkban divatos, a hétköznapi életben jelenlévő cukorpótlók és mesterséges édesítőszerkezetek molekulaszervezetének, valamint fizikai-kémiai tulajdonságainak megismerésén keresztül a szerkezet-tulajdonság-életteni funkció összefüggések jelentőségének felismerése.
- A molekulák halmazában a molekulák összetétele és szerkezete által meghatározott módon kialakuló másodrendű kötések felismerésének gyakoroltatása.
- Az alkoholok és aldehidek oxidálhatósága közötti különbség ismétlése.
- A cukrok karamellizálhatóságának felidézése.
- Az egyszerű analitikai eljárások elvének bemutatása.
- A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
- A logikus gondolkodás gyakorlása és fejlesztése.
- A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében: egyszerű minőségi elemzésre vonatkozó kísérletek („próbák”) elveinek és gyakorlatának utólagos megértése.
- A 3. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében: egyszerű minőségi elemzésre vonatkozó kísérletek („próbák”) elveinek és gyakorlatának előzetes megértése és önálló alkalmazása egy gyakorlati probléma kísérlettervezéssel történő megoldása során.

### 5. Tananyag:

- **Ismeret szint**
  - A molekulaszervezet, molekulák polaritása.
  - A másodrendű kötések kialakulása.
  - Aldehid- (formil-) csoport redukáló képessége.
  - Cukrok karamellizációja.
- **Megértés szint:**
  - A hidrogénkötés kialakulásának feltételei különböző szerkezetű molekulák között.
  - A molekulák jellemző szerkezetének/funciós csoportjának hatása a molekula fizikai-kémiai tulajdonságaira.
- **Alkalmazás szint:**
  - Az 1. típusú feladatlapot megoldó tanulóknak egyszerű szerves minőségi elemzés eredményének azonosítása leírás alapján.

<sup>141</sup> A feladatlap Bodó Jánosné: Oxigéntartalmú szerves vegyületek vizsgálata c. feladatlapjának tartalmi elemeit felhasználva készült (<http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/fellap.html>, utolsó megtekintés: 2019. 08. 15.)

- o A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében az adott, egyszerű szerves minőségi elemzés kulcselemeinek utólagos azonosítása.
- o A 3. típusú feladatlapot megoldók esetében az adott, egyszerű szerves minőségi elemzés tervezésénél az azonosítani kívánt vegyület lényeges tulajdonságainak kiemelése és felhasználása az azonosítás során.
- **Magasabb rendű műveletek:**
  - o A 2. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében utólagos magyarázat alapján meg kell érteni, hogyan alkalmazható egy, a vegyületek molekulaszervezetéből adódó lényeges kémiai tulajdonság ismerete, ismeretlen szerkezetű molekulák tulajdonságainak/szerkezetének azonosítására.
  - o A 3. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében fel kell ismerni, hogy a szerkezet-tulajdonság-élettani funkció közti összefüggés ismerete lehetővé teszi ismeretlen szerkezetű vegyületek molekulaszervezetének – a szerkezet lényeges elemeinek – azonosítását.

## 6. Módszertani megfontolások:

- A feladatlap a cukrok, illetve a redukáló cukrok molekulaszervezetének és jellemző tulajdonságainak összefüggésére építve mutat be egyszerű, minőségi elemzésre alkalmas reakciókat.
- A molekulaszervezet által meghatározott élettani funkció (az édes ízű molekulák szerkezete) túlmutat a kémia tananyagban. A feladatlapban szereplő édesítőszer és cukorpótlók mindennapjaink részévé váltak. Nemcsak a cukorbetegségben szenvedők, vagy a súlycsökkenés reményében diétázók, hanem különböző étkezési divatirányzatokat követők is fogyasztják ezeket. Emiatt a téma kiválóan alkalmas motivációra. Amennyiben az idő engedi, érdemes ezekről a vegyületekről néhány szót ejteni, illetve fakultatív házi feladatként a következő weboldalak tanulmányozására felhívni a figyelmet:
  - o ciklaminsav (E952)
    - <https://tudatosvasarlo.hu/eszam/e-952-ciklaminsav-s-ciklam-tok-n-trium-k-lium-kalcium-s-k>
    - <https://hu.wikipedia.org/wiki/Ciklaminsav>
  - o aszpartam (E951)
    - <https://tudatosvasarlo.hu/eszam/e-951-aszpart-m>
    - <https://hu.wikipedia.org/wiki/Aszpart%C3%A1m>
- A fenti honlapok információi alapján beszélhetünk a napjainkban jellemző kemofóbiáról, annak kritikus kezeléséről is, idézve John Hoskins, brit toxikológus gondolatát: „Bármelyik tál ételünkben egyedül azokat az anyagokat fogyaszthatjuk biztonságosan, akár természetes vagy mesterséges eredetűek, amelyek növényvédőszer, hormonok vagy E-számmal rendelkező élelmiszeradalékok maradványai, mert ezekről tudunk a legtöbbet. Minden mást az ételünkben bizalmi alapon fogyasztunk el.”<sup>142</sup>
- Az édes ízt kiváltó molekulaszervezet sajátosságaira visszautalhatunk a fehérjék szerkezetének tárgyalásakor: Bemutathatjuk a receptorfehérjék térszerkezete és a jelként funkcionáló molekulák szerkezete közötti összefüggést. Ezzel megalapozhatjuk a biológiaórákon, a sejtanyagcsere tárgyalásakor sorra kerülő, az enzimműködést modellező, kulcs-zár modell megértését.

## 7. Technikai segédlet:

- **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez mindhárom típusú feladatlaphoz:**

kémcsőállvány

4 db sorszámozott kémcső:

1. kémcső 4-5 cm<sup>3</sup> Coca-Cola Zero
2. kémcső 4-5 cm<sup>3</sup> Coca-Cola
3. kémcső 4 cm<sup>3</sup> Fehling I-oldat
4. kémcső nagy vegyszeres kanálnyi nyírfacukor (xilit, „xukor”)

kémcsőfogó

borszeszégő

törlőruha

gyufa

gumikesztyű

védőszemüveg

Fehling II-oldat

<sup>142</sup> Kovács L.- Csupor D.- Lente G. –Gunda T.: Száz kémiai mítosz, Akadémiai kiadó, 2011 (36. old.).

nyomatott melléklet a Coca-Cola és Coca-Cola Zero összetételéről (ld. alább)

- **Előkészítés**

Ideális felszereltség esetén az előkészítéshez mindhárom típusú feladatlapot megoldó csoport számára az alábbi fényképen látható anyagok és eszközök szükségesek a kísérletek elvégzéséhez.



- **Balesetvédelem**

- A használt vegyszerek nem veszélyesek, csak arra kell figyelni, hogy a felhasznált anyagokat a tanulók ne kóstolják meg, illetve ne öntsék magukra vagy egymásra.

- **Hulladékkezelés**

- A réztartalmú oldatokat/szilárd anyagokat szervesetlen hulladékgyűjtőben kell az ártalmatlanításig tárolni.



# Coca-Cola

**Ítélet** 7 ember kedveli. Az ismerőseid közül te lehetsz az első.



Klasszikus kedvenc, ami minden alkalomhoz illik, 1886 óta

| Táptérték | %RBE* | Összetevők |
|-----------|-------|------------|
|-----------|-------|------------|

Víz, fruktóz-glükózszörp, szén-dioxid, színezék: szulfitos-ammóniás karamell, étkezési sav: foszforsav, természetes aromák koffeinnel.

# Coca-Cola zero

**Ítélet** 33 ember kedveli. Az ismerőseid közül te lehetsz az első.



Stílusos kedvenc, eredeti Coke íz, zero cukor

| Táptérték | %RBE* | Összetevők |
|-----------|-------|------------|
|-----------|-------|------------|

Víz, szén-dioxid, színezék: szulfitos-ammóniás karamell, édesítőszer: nátrium-ciklamát, aceszulfám K és aszpartám, étkezési sav: foszforsav, természetes aromák koffeinnel, savanyúságot szabályozó anyag: nátrium-citrátok. Fenilalanin forrást tartalmaz.

<sup>143</sup> A képek forrása: <https://www.coca-cola.hu/markak/coca-cola> (Utolsó megtekintés: 2019. 08. 19.)

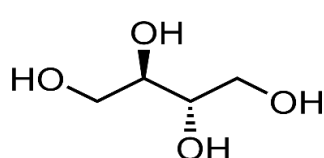
## La dolce vita – Az édes élet (1. típus: receptszerű változat)

Az „édes” kifejezéshez pozitív képzeteket társítunk: édes szülő, édes testvér, édesvíz, ami iható. Federico Fellini (a híres olasz filmrendező) világsikert aratott filmdrámájának címe: „La dolce vita”, azaz „Az édes élet”. A film főszereplője által választott csillogással, szórakozással teli „édes életre” is sokan vágnak. A legtöbb ember édes ízhez való vonzódása közismert: „A civilizáció előtti ember nagyon kedvelte az édes ízt, de ritkán élvezhette, mert a vad gyümölcsökben a cukor csak az érés tetőfokán jelenik meg rövid időre. [...] Az édes íz kedvelése vezetett tehát a vitamindús gyümölcsök fogyasztásához. Manapság több 10 kilogramm cukorral<sup>144</sup> elégítjük ki édességigényünket [...], ami számtalan élettani károsodás, betegség forrása.”<sup>145</sup> Tudjuk, hogy a túlzott cukorbevitel elhízáshoz vezet, és a cukorbetegség esetében még súlyosabb következményei vannak (pl. vakság). Ezért napjainkban a cukrok fogyasztása mellett vagy helyett cukorpótlókat és mesterséges édesítőszeret használunk ételleink ízesítésére, amelyek különböző vegyületcsoportokba tartoznak. Milyen közös szerkezeti tulajdonsága van az édes ízű anyagoknak? Meg tudjuk-e különböztetni kémiai módszerekkel a cukrokat más édesítőszerektől? Erre a kérdésre keressük a választ a feladatlap segítségével.

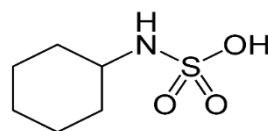
**A feladatlap kitöltése során húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes, vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

### Mi okozza az édes ízt?

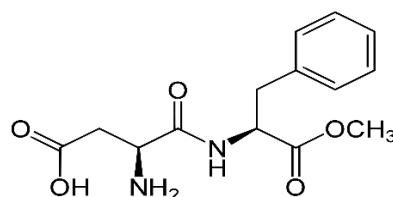
Az édes ízű vegyületek egy részének molekulájában több hidroxilcsoport van (pl. a szőlőcukor, a glicerin és a glikol). A biológia tankönyvek megfelelő fejezeteiben is azt olvashatjuk, hogy az édes íz kialakításáért a hidroxilcsoportok felelősek. Vannak azonban olyan édes ízű vegyületek, amelyek nem tartalmaznak hidroxilcsoportokat. Az „AH-B-X” **elmélet** szerint az édes ízűnek érzett molekulákban egy hidrogénkötés kialakítására képes, elektronhiányos hidrogénatom van. Ugyanis az „AH” részben az „A”-val jelölt atom (pl. oxigén vagy nitrogén) nagy elektronegativitású, ezért **hidrogéndonor**. Ettől meghatározott távolságban (0,3 nm) lennie kell egy **nagy elektronegativitású**, nemkötő elektrópárral rendelkező atomnak. Ez a „B”-vel jelölt **hidrogénakceptor**. Ezekhez képest megfelelő térhelyzetben lipofil, azaz zsírkedvelő, **apoláris** molekularészletük is van. Mindezek együtt biztosítják, hogy a molekulák elég erős másodlagos kötésekkel tudnak kapcsolódni a nyelvünkben lévő ízérző receptorokhoz. Vegyétek szemügyre a következő édes ízű vegyületek molekuláinak szerkezeti képletét! Válasszátok ki az egyik molekulát és **karikázzátok** be a képletében azokat a hidrogénatomokat, melyek **hidrogénkötésben** szerepelhetnek! **Keretezzétek** be azokat az atomokat, amelyek **hidrogénakceptorok** lehetnek! Rajzoljátok körül **szaggatott** vonallal a molekulák **apoláris** (zsírkedvelő, lipofil) részét!<sup>146</sup>



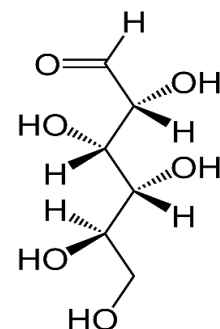
1. eritrit



2. ciklaminsav



4. aszpartam



3. szőlőcukor

Molekulaszerkezete alapján mi az eritrit tudományos neve? Nevezzétek el!.....  
Hasonlítsátok össze az eritrit- és a szőlőcukor-molekula funkciós csoportjait! Milyen egyezést találtok?

<sup>144</sup> Fejenkénti éves fogyasztás.

<sup>145</sup> Csányi Vilmos: Íme, az ember (Libri, 2015., 330-331. old.)

<sup>146</sup> A képek forrása: 1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Erythritol#/media/File:Erythritol\\_structure.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Erythritol#/media/File:Erythritol_structure.svg)  
2. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Ciklaminsav#/media/F%C3%A1jl:Cyclamic-acid-2D-skeletal.png>  
3. [https://en.wikipedia.org/wiki/File:D-Fructose\\_Keilstrich.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:D-Fructose_Keilstrich.svg)  
4. <https://en.wikipedia.org/wiki/Aspartame#/media/File:Aspartame.svg> (Utolsó megtekintések: 2019. 08. 19.)

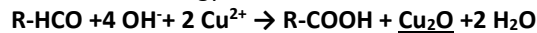
Mi az eltérés?

.....  
A kétféle oxigéntartalmú funkciós csoport az oxidálhatóságuk (redukálóképességük) alapján különböztethető

meg egymástól. A közülük a bizonyos egyszerű cukrokra (monoszacharidokra) jellemző.....-csoport könnyebben oxidálható, így pozitív

Fehling-reakciót ad, míg az alkoholokra is jellemző .....-csoport nem.

**Fehling-próba:** A kémcsőben található kék Fehling I-oldathoz, óvatosan annyi Fehling II-oldatot adagolunk, amíg a kezdetben leváló csapadék mélykék színnel feloldódik. Az így elkészített reagenshez a vizsgálandó mintát hozzáadva melegítjük a kémcsövet. A redukáló hatású formilcsoport jelenlétét téglavörös színű réz(I)-oxid-csapadék megjelenése jelzi. A reakció általános egyenlete:



A Fehling-próbát azonban nem minden cukor adja. Vannak **nemredukáló szacharidok** is (mint pl. a gyümölcscukor és a répacukor).

Korábbi kémiai tanulmányaitok során viszont megismerkedhettetek azzal, hogy milyen kémiai változás következik be, ha cukrokat

(szőlőcukor, répacukor) hevítünk. Milyen típusú reakció játszódik le akkor? .....

Mi a folyamat (konyhatechnológiában is használt) neve? ..... Ez is egy „próba”, amelyet minden cukor ad.

### 1. Kísérlet: Melyik kóla nem hizlal?

A tálcán elhelyezett mellékletben a *Coca-Cola* és a *Coca-Cola Zero* összetételének leírását találjátok. Az összetétel tanulmányozása után válaszoljatok a kérdésekre! Milyen édes összetevők vannak a kólákban?

Az „eredeti” *Coca-Cola* édes összetevői: .....

A *Coca-Cola Zero* édességét a következő vegyületek okozzák:.....

**A kísérlet leírása:** A tálcán két, sorszámozott kémcső egyikében *Coca-Cola*, a másikban *Coca-Cola Zero* van. Fehling-próba segítségével döntsétek el melyik kóla az eredeti és melyik a cukormentes! Ehhez a 3. kémcsőben készítsétek el a Fehling-reagenst az előzőekben leírt módon. Majd a kész reagens egyik felét adjátok az első, a másik felét a második kémcső tartalmához. Borszeszégő lángjánál melegítsétek a kémcsövek tartalmát!

**Tapasztalatok:** A(z) ..... számú kémcsőben változást nem tapasztaltunk. A(z) ..... számú kémcsőben téglavörös szilárd anyag képződött.

**Magyarázat:** A(z) ..... számú kémcsőben lejátszódott a Fehling-reakció, a téglavörös színt a  $\text{Cu}_2\text{O}$  megjelenése okozza. A(z) ..... kémcsőben a  $\text{Cu}^{2+}$ -ionok nem redukálódtak.

**Következtetés:** A(z) ..... számú kémcső tartalmazta az „eredeti” *Coca-Colát*, mert a *Coca-Cola* édes íze, a redukáló tulajdonságú

.....-tól származik, amelynek .....-csoportja kimutatható a Fehling-

reagenssel. A(z) ..... számú kémcsőben a *Coca-Cola Zero* volt, amelynek mesterséges édesítő komponensei nem lépnek reakcióba a  $\text{Cu}^{2+}$ -ionokkal.

A kólák összetételének ismeretében melyik kóla fogyasztását javasolnátok szomjoltásra? Válaszotokat indokoljátok meg!

.....  
.....

### 2. Kísérlet: Cukor-e a nyírfacukor?

„A nyírfacukor egy fehér, édes, kristályos szénhidrát. Egy természetes cukorféle, amelyet eredetileg nagy tömegben a nyírfából vontak ki Finnországban. Ahogy a szőlőcukor sem csak a szőlőben van, így a nyírfacukor is megtalálható a legtöbb rostos növényben, fában, zöldségben, gyümölcsben, sőt még a kukoricacsutkában is. Az

emberi szervezet is állít elő kis mennyiséget belőle.”<sup>147</sup> (A boltban vásárolható nyírfacukor azonban főként kukoricacsutkából és kukoricaszárból készül.) **Kérdés, hogy igazat állít-e az internetes oldal.** Cukor-e a nyírfacukor?

**A kísérlet leírása:** A tálcán lévő 4. számú kémcsőben szilárd halmazállapotú nyírfacukrot („xilit”-et) találtak. Melegítsék a kémcső tartalmát! Figyeljétek meg és rögzítsék a változásokat!

**Tapasztalatok:** A szilárd nyírfacukor halmazállapota melegítés hatására **megváltozott/ nem változott meg.**

Melegítés után a ..... halmazállapotú rendszer színe **fehér / színtelen / barnás / téglavörös** színű volt.

**Következtetés:** A xilit hevítés hatására a cukrokra jellemző .....-t **mutatta/ nem**

**mutatta.** A nyírfacukor kémiai értelemben tehát **cukor/nem cukor.** A fenti idézetet közlő internetes oldal

**megbízható/nem megbízható** információforrás.

Keressétek meg az interneten a **xilit képletét** és hasonlítsátok össze az általatok ismert cukrokéval! Mi a különbség?

.....

---

<sup>147</sup><https://www.vitalzone.hu/nyirfacukor.html>(utolsó megtekintés 2019. 08. 15.)

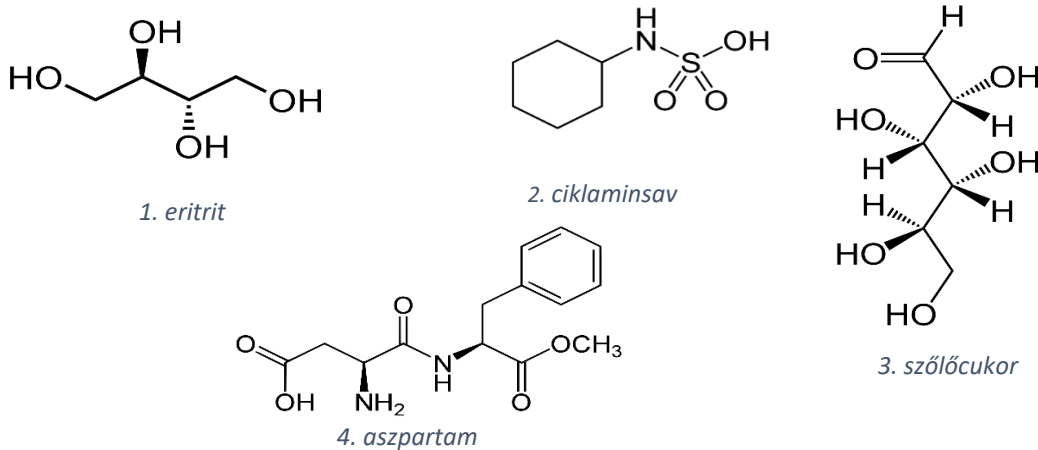
## La dolce vita – Az édes élet (2. típus: receptszerű változat + kísérlettervezés elmélete)

Az „édes” kifejezéshez pozitív képzeteket társítunk: édes szülő, édes testvér, édesvíz, ami iható. Federico Fellini (a híres olasz filmrendező) világsikert aratott filmdrámájának címe: „La dolce vita”, azaz „Az édes élet”. A film főszereplője által választott csillogással, szórakozással teli „édes életre” is sokan vágyanak. A legtöbb ember édes ízhez való vonzódása közismert: „A civilizáció előtti ember nagyon kedvelte az édes ízt, de ritkán élvezhette, mert a vad gyümölcsökben a cukor csak az érés tetőfokán jelenik meg rövid időre. [...] Az édes íz kedvelése vezetett tehát a vitamindús gyümölcsök fogyasztásához. Manapság több 10 kilogramm cukorral<sup>148</sup> elégtük ki édességigényünket [...], ami számtalan élettani károsodás, betegség forrása.”<sup>149</sup> Tudjuk, hogy a túlzott cukorbevitel elhízáshoz vezet, és a cukorbetegség esetében még súlyosabb következményei vannak (pl. vakság). Ezért napjainkban a cukrok fogyasztása mellett vagy helyett cukorpótlókat és mesterséges édesítőszeret használunk ételleink ízesítésére, amelyek különböző vegyületcsoportokba tartoznak. Milyen közös szerkezeti tulajdonsága van az édes ízű anyagoknak? Meg tudjuk-e különböztetni kémiai módszerekkel a cukrokat más édesítőszerektől? Erre a kérdésre keressük a választ a feladatlap segítségével.

**A feladatlap kitöltése során húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes, vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

### Mi okozza az édes ízt?

Az édes ízű vegyületek egy részének molekulájában több hidroxilcsoport van (pl. a szőlőcukor, a glicerin és a glikol). A biológia tankönyvek megfelelő fejezeteiben is azt olvashatjuk, hogy az édes íz kialakításáért a hidroxilcsoportok felelősek. Vannak azonban olyan édes ízű vegyületek, amelyek nem tartalmaznak hidroxilcsoportokat. Az „AH-B-X” **elmélet** szerint az édes ízűnek érzett molekulákban egy hidrogénkötés kialakítására képes, elektronhiányos hidrogénatom van. Ugyanis az „AH” részben az „A”-val jelölt atom (pl. oxigén vagy nitrogén) nagy elektronegativitása, ezért **hidrogéndonor**. Ettől meghatározott távolságban (0,3 nm) lennie kell egy **nagy elektronegativitása**, nemkötő elektrópárral rendelkező atomnak. Ez a „B”-vel jelölt **hidrogénakceptor**. Ezekhez képest megfelelő térhelyzetben lipofil, azaz zsírkedvelő, **apoláris** molekularészletük is van. Mindezek együtt biztosítják, hogy a molekulák elég erős másodlagos kötésekkel tudnak kapcsolódni a nyelvünkben lévő ízérző receptorokhoz. Vegyétek szemügyre a következő édes ízű vegyületek molekuláinak szerkezeti képletét! Válasszátok ki az egyik molekulát és **karikázzátok** be a képletében azokat a hidrogénatomokat, melyek **hidrogénkötésben** szerepelhetnek! **Keretezzétek** be azokat az atomokat, amelyek **hidrogénakceptorok** lehetnek! Rajzoljátok körül **szaggatott** vonallal a molekulák **apoláris** (zsírkedvelő, lipofil) részét!<sup>150</sup>



Molekulaszerkezete alapján mi az eritrit tudományos neve? Nevezétek el!.....  
Hasonlítsátok össze az eritrit- és a szőlőcukor-molekula funkciós csoportjait! Milyen egyezést találtak?

Mi az eltérés?.....

<sup>148</sup> Fejenkénti éves fogyasztás.

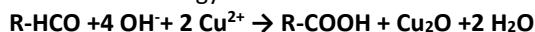
<sup>149</sup> Csányi Vilmos: Íme, az ember (Libri, 2015., 330-331. old.)

<sup>150</sup> Képek forrása: 1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Erythritol#/media/File:Erythritol\\_structure.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Erythritol#/media/File:Erythritol_structure.svg)  
2. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Ciklaminsav#/media/F%C3%A1jl:Cyclamic-acid-2D-skeletal.png>  
3. [https://en.wikipedia.org/wiki/File:D-Fructose\\_Keilstrich.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:D-Fructose_Keilstrich.svg)  
4. <https://en.wikipedia.org/wiki/Aspartame#/media/File:Aspartame.svg> (Utolsó megtekintések: 2019. 08. 19.)

A kétféle oxigéntartalmú funkciós csoport az oxidálhatóságuk (redukálóképességük) alapján különböztethető meg egymástól. A közülük a bizonyos egyszerű cukrokra (monoszacharidokra) jellemző.....-csoport

könnyebben oxidálható, így pozitív Fehling-reakciót ad, míg az alkoholokra is jellemző .....-csoport nem.

**Fehling-próba:** A kémcsőben található kék Fehling I-oldathoz, óvatosan annyi Fehling II-oldatot adagolunk, amíg a kezdetben leváló csapadék mélykék színnel feloldódik. Az így elkészített reagenshez a vizsgálandó mintát hozzáadva melegítjük a kémcsövet. A redukáló hatású formilcsoport jelenlétét téglavörös színű réz(I)-oxid-csapadék megjelenése jelzi. A reakció általános egyenlete:



A Fehling-próbát azonban nem minden cukor adja. Vannak **nemredukáló szacharidok** is (mint pl. a gyümölcscukor és a répacukor).

Korábbi kémiai tanulmányaitok során viszont megismerkedhettetek azzal, hogy milyen kémiai változás következik be, ha cukrokat

(szőlőcukor, répacukor) hevítünk. Milyen típusú reakció játszódik le akkor? .....

Mi a folyamat (konyhatechnológiában is használt) neve? ..... Ez is egy „próba”, amelyet minden cukor ad.

### 1. Kísérlet: Melyik kóla nem hizlal?

A tálcán elhelyezett mellékletben a *Coca-Cola* és a *Coca-Cola Zero* összetételének leírását találjátok. Az összetétel tanulmányozása után válaszoljatok a kérdésekre! Milyen édes összetevők vannak a kólákban?

Az „eredeti” Coca-Cola édes összetevői: .....

A Coca-Cola Zero édességét a következő vegyületek okozzák: .....

**A kísérlet leírása:** A tálcán két, sorszámozott kémcső egyikében Coca-Cola, a másikban Coca-Cola Zero van. Fehling-próba segítségével döntsétek el melyik kóla az eredeti és melyik a cukormentes! Ehhez a 3. kémcsőben készítsétek el a Fehling-reagenst az előzőekben leírt módon. Majd a kész reagens egyik felét adjátok az első, a másik felét a második kémcső tartalmához. Borszeszégő lángjánál melegítsétek a kémcsövek tartalmát!

**Tapasztalatok:** A(z) ..... számú kémcsőben változást nem tapasztaltunk. A(z) ..... számú kémcsőben téglavörös szilárd anyag képződött.

**Magyarázat:** A(z) ..... számú kémcsőben lejátszódott a Fehling-reakció, a téglavörös színt a  $\text{Cu}_2\text{O}$  megjelenése okozza. A(z) ..... kémcsőben a  $\text{Cu}^{2+}$ -ionok nem redukálódtak.

**Következtetés:** A(z) ..... számú kémcső tartalmazta az „eredeti” Coca-Colát, mert a Coca-Cola édes íze, a redukáló tulajdonságú .....-tól származik, amelynek .....-csoportja kimutatható a Fehling-reagenssel. A(z) ..... számú kémcsőben a Coca-Cola Zero volt, amelynek mesterséges édesítő komponensei nem lépnek reakcióba a  $\text{Cu}^{2+}$ -ionokkal.

A kólák összetételének ismeretében melyik kóla fogyasztását javasolnátok szomjoltásra? Válaszotokat indokoljátok meg!

.....  
.....

### 2. Kísérlet: Cukor-e a nyírfacukor?

„A nyírfacukor egy fehér, édes, kristályos szénhidrát. Egy természetes cukorféle, amelyet eredetileg nagy tömegben a nyírfából vontak ki Finnországban. Ahogy a szőlőcukor sem csak a szőlőben van, így a nyírfacukor is megtalálható a legtöbb rostos növényben, fában, zöltségben, gyümölcsben, sőt még a kukoricacsutkában is. Az emberi szervezet is állít elő kis mennyiséget belőle.”<sup>151</sup> (A boltban vásárolható nyírfacukor azonban főként kukoricacsutkából és kukoricaszárból készül.) **Kérdés, hogy igazat állít-e az internetes oldal.** Cukor-e a nyírfacukor?

<sup>151</sup><https://www.vitalzone.hu/nyirfacukor.html> (Utolsó megtekintés: 2019. 08. 15.)

**A kísérlet leírása:** A tálcán lévő 4. számú kémcsőben szilárd halmazállapotú nyírfacukrot („xilit”-et) találtak. Melegítsétek a kémcső tartalmát! Figyeljétek meg és rögzítsétek a változásokat!

**Tapasztalatok:** A szilárd nyírfacukor halmazállapota melegítés hatására **megváltozott/ nem változott meg.**

Melegítés után a ..... halmazállapotú rendszer színe **fehér / színtelen / barnás / téglavörös** színű volt.

**Következtetés:** A xilit hevítés hatására a cukrokra jellemző .....-t **mutatta/ nem**

**mutatta.** A nyírfacukor kémiai értelemben tehát **cukor/nem cukor.** A fenti idézetet közlő internetes oldal

**megbízható/nem megbízható** információforrás.

Keressétek meg az interneten a **xilit képletét** és hasonlítsátok össze az átalatok ismert cukrokéval! Mi a különbség?

.....  
**A molekulák szerkezetének egy-egy jellegzetes eleme összefüggésbe hozható a jellemző fizikai-kémiai tulajdonságaikkal.** Az édes ízű vegyületek molekuláiban a meghatározott tulajdonságokkal rendelkező atomcsoportok adott térszerkezetben helyezkednek el egymáshoz képest. A formil-, azaz aldehidcsoport jellemző tulajdonsága a redukálóképesség, amelynek alapján megfelelő, könnyen redukálódó reagensekkel kimutatható. A cukrok közös kémiai tulajdonsága, hogy melegítéskor karamellizálódnak. Ha ismerjük a vegyület molekuláinak szerkezetéből adódó jellemző kémiai tulajdonságokat, akkor az ezek kimutatására alkalmas **"próbákat"** felhasználhatjuk annak kiderítésére, hogy **egy ismeretlen felépítésű vegyületben az adott molekularészlet megtalálható-e** vagy sem. Ezek a próbák újabb példaként szolgáltak a kémiában végzett **minőségi elemzések**re.

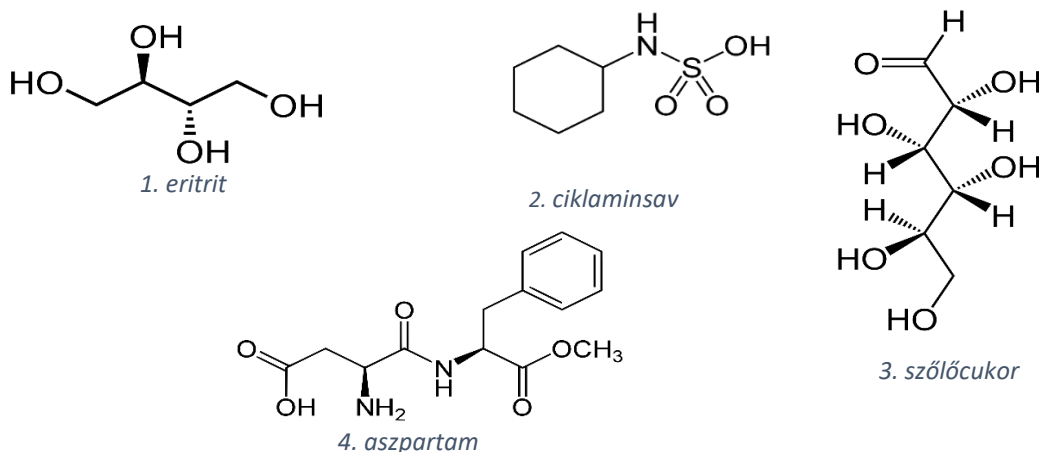
### La dolce vita – Az édes élet (3. típus: kísérlettervező változat)

Az „édes” kifejezéshez pozitív képzeteket társítunk: édes szülő, édes testvér, édesvíz, ami iható. Federico Fellini (a híres olasz filmrendező) világsikert aratott filmdrámájának címe: „La dolce vita”, azaz „Az édes élet”. A film főszereplője által választott csillogással, szórakozással teli „édes életre” is sokan vágnak. A legtöbb ember édes ízhez való vonzódása közismert: „A civilizáció előtti ember nagyon kedvelte az édes ízt, de ritkán élvezhette, mert a vad gyümölcsökben a cukor csak az érés tetőfokán jelenik meg rövid időre. [...] Az édes íz kedvelése vezetett tehát a vitamindús gyümölcsök fogyasztásához. Manapság több 10 kilogramm cukorral<sup>152</sup> elégítjük ki édességigényünket [...], ami számtalan élettani károsodás, betegség forrása.”<sup>153</sup> Tudjuk, hogy a túlzott cukorbevitel elhízáshoz vezet, és a cukorbetegség esetében még súlyosabb következményei vannak (pl. vakság). Ezért napjainkban a cukrok fogyasztása mellett vagy helyett cukorpótlókat és mesterséges édesítőszeret használunk ételleink ízesítésére, amelyek különböző vegyületcsoportokba tartoznak. Milyen közös szerkezeti tulajdonsága van az édes ízű anyagoknak? Meg tudjuk-e különböztetni kémiai módszerekkel a cukrokat más édesítőszerektől? Erre a kérdésre keressük a választ a feladatlap segítségével.

**A feladatlap kitöltése során húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes, vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

#### Mi okozza az édes ízt?

Az édes ízű vegyületek egy részének molekulájában több hidroxilcsoport van (pl. a szőlőcukor, a glicerin és a glikol). A biológia tankönyvek megfelelő fejezeteiben is azt olvashatjuk, hogy az édes íz kialakításáért a hidroxilcsoportok felelősek. Vannak azonban olyan édes ízű vegyületek, amelyek nem tartalmaznak hidroxilcsoportokat. Az „AH-B-X” **elmélet** szerint az édes ízűnek érzett molekulákban egy hidrogénkötés kialakítására képes, elektronhiányos hidrogénatom van. Ugyanis az „AH” részben az „A”-val jelölt atom (pl. oxigén vagy nitrogén) nagy elektronegativitása, ezért **hidrogéndonor**. Ettől meghatározott távolságban (0,3 nm) lennie kell egy **nagy elektronegativitása**, nemkötő elektrópárral rendelkező atomnak. Ez a „B”-vel jelölt **hidrogénakceptor**. Ezekhez képest megfelelő térhelyzetben lipofil, azaz zsírkedvelő, **apoláris** molekularészletük is van. Mindezek együtt biztosítják, hogy a molekulák elég erős másodlagos kötésekkel tudnak kapcsolódni a nyelvünkben lévő ízérző receptorokhoz. Vegyétek szemügyre a következő édes ízű vegyületek molekuláinak szerkezeti képletét! Válasszátok ki az egyik molekulát és **karikázzátok** be a képletében azokat a hidrogénatomokat, melyek **hidrogénkötésben** szerepelhetnek! **Keretezzétek** be azokat az atomokat, amelyek **hidrogénakceptorok** lehetnek! Rajzoljátok körül **szaggatott** vonallal a molekulák **apoláris** (zsírkedvelő, lipofil) részét!<sup>154</sup>



Molekulaszerkezete alapján mi az eritrit tudományos neve? Nevezétek el!.....  
Hasonlítsátok össze az eritrit- és a szőlőcukor-molekula funkciós csoportjait! Milyen egyezést találtak?

Mi az eltérés?.....

<sup>152</sup> Fejenkénti éves fogyasztás.

<sup>153</sup> Csányi Vilmos: Íme, az ember (Libri, 2015., 330-331. old.)

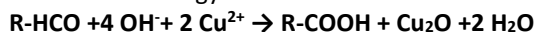
<sup>154</sup> Képek forrása: 1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Erythritol#/media/File:Erythritol\\_structure.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Erythritol#/media/File:Erythritol_structure.svg)  
2. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Ciklaminsav#/media/F%C3%A1jl:Cyclamic-acid-2D-skeletal.png>  
3. [https://en.wikipedia.org/wiki/File:D-Fructose\\_Keilstrich.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:D-Fructose_Keilstrich.svg)  
4. <https://en.wikipedia.org/wiki/Aspartame#/media/File:Aspartame.svg> (Utolsó megtekintések:2019. 08. 19.)



A kétféle oxigéntartalmú funkciós csoport az oxidálhatóságuk (redukálóképességük) alapján különböztethető meg egymástól. A közülük a bizonyos egyszerű cukrokra (monoszacharidokra) jellemző.....-csoport

könnyebben oxidálható, így pozitív Fehling-reakciót ad, míg az alkoholokra is jellemző .....-csoport nem.

**Fehling-próba:** A kémcsőben található kék Fehling I-oldathoz, óvatosan annyi Fehling II-oldatot adagolunk, amíg a kezdetben leváló csapadék mélykék színnel feloldódik. Az így elkészített reagenshez a vizsgálandó mintát hozzáadva melegítjük a kémcsövet. A redukáló hatású formilcsoport jelenlétét téglavörös színű réz(I)-oxid-csapadék megjelenése jelzi. A reakció általános egyenlete:



A Fehling-próbát azonban nem minden cukor adja. Vannak **nemredukáló szacharidok** is (mint pl. a gyümölcscukor és a répacukor).

Korábbi kémiai tanulmányaitok során viszont megismerkedhettetek azzal, hogy milyen kémiai változás következik be, ha cukrokat

(szőlőcukor, répacukor) hevítünk. Milyen típusú reakció játszódik le akkor? .....

Mi a folyamat (konyhatechnológiában is használt) neve? ..... Ez is egy „próba”, amelyet minden cukor ad.

**A molekulák szerkezetének egy-egy jellegzetes eleme összefüggésbe hozható a jellemző fizikai-kémiai tulajdonságaikkal.** Az édes ízű vegyületek molekuláiban a meghatározott tulajdonságokkal rendelkező atomcsoportok adott térszerkezetben helyezkednek el egymáshoz képest. A formil-, azaz aldehidcsoport jellemző tulajdonsága a redukálóképesség, melynek alapján megfelelő, könnyen redukálódó reagensekkel kimutatható. A cukrok közös kémiai tulajdonsága, hogy melegítéskor karamellizálódnak. Ha ismerjük a vegyület molekuláinak szerkezetéből adódó jellemző kémiai tulajdonságokat, akkor az ezek kimutatására alkalmas "próbákat" felhasználhatjuk annak kiderítésére, hogy **egy ismeretlen felépítésű vegyületben az adott molekuláris részlet megtalálható-e** vagy sem. Az alábbi próbák újabb példaként szolgálnak a kémiában végzett minőségi elemzésekre.

#### 1. Kísérlet: Melyik kóla nem hizlal?

A tálcán elhelyezett mellékletben a *Coca-Cola* és a *Coca-Cola Zero* összetételének leírását találjátok. A tálcán két, sorszámozott kémcső egyikében *Coca-Cola*, a másikban *Coca-Cola Zero* van. Tervezzetek kísérletet a rendelkezésre álló anyagok és eszközök felhasználásával a kólák azonosítására! A tervezésnél vegyétek figyelembe a kólák összetételében tapasztalható azonosságokat és

különbségeket! Melyik összetevő jelenlétét vagy hiányát tudjuk kihasználni az azonosítás során?.....

Miért?.....

**A kísérlet terve:** .....

.....

.....

**Tapasztalatok:**.....

**Magyarázat:**

.....

.....

**Következtetés:** A(z) ..... számú kémcsőtartalmazta az „eredeti” *Coca Colát*, mert a *Coca-Cola* édes íze a

..... tulajdonságú .....-tól származik, amely

.....-val kimutatható. A(z) ..... számú kémcsőben a *Coca-Cola Zero* volt, melynek mesterséges édesítő komponensei nem ilyen tulajdonságúak.

A kólák összetételének ismeretében melyik kóla fogyasztását javasolnátok szomjoltásra? Válaszotokat indokoljátok meg!

.....

.....

## 2. Kísérlet: Cukor-e a nyírfa cukor?

„A nyírfacukor egy fehér, édes, kristályos szénhidrát. Egy természetes cukorféle, melyet eredetileg nagy tömegben a nyírfából vontak ki Finnországban. Ahogy a szőlőcukor sem csak a szőlőben van, így a nyírfacukor is megtalálható a legtöbb rostos növényben, fában, zöldségben, gyümölcsben, sőt még a kukoricacsutkában is. Az emberi szervezet is állít elő kis mennyiséget belőle.”<sup>155</sup> (A boltban vásárolható nyírfacukor azonban főként kukoricacsutkából és kukoricaszárból készül.) **Kérdés, hogy igazat állít-e az internetes oldal.** Cukor-e a nyírfacukor? Tervezzetek kísérletet ennek eldöntésére, a tálcán található anyagok és eszközök felhasználásával! A kísérlethez a 4. számú kémcsőben szilárd nyírfacukor áll rendelkezésre.

**A kísérlet terve:** .....

.....

**Tapasztalat(ok):**

.....

**Következtetések:** A xilit a tervezett és végrehajtott kísérlet során a cukrokra jellemző

.....-t **mutatta/ nem mutatta.** A nyírfacukor kémiai értelemben **cukor/nem cukor.** A fenti idézetet közlő internetes oldal **megbízható/nem megbízható** információforrás.

Keressétek meg az interneten a **xilit képletét** és hasonlítsátok össze az általatok ismert cukrokéval! Mi a különbség?

.....

---

<sup>155</sup><https://www.vitalzone.hu/nyirfacukor.html> (Utolsó megtekintés: 2019. 08. 15.)

### La dolce vita – Az édes élet (tanári változat)

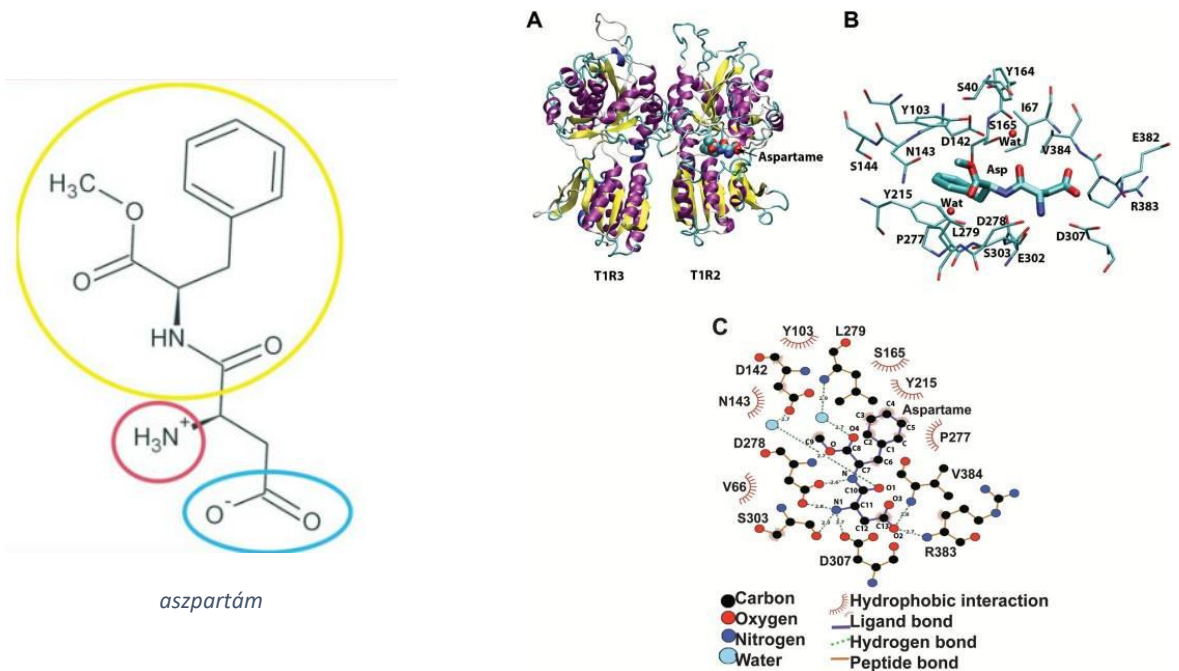
Az „édes” kifejezéshez pozitív képzeteket társítunk: édes szülő, édes testvér, édesvíz, ami iható. Federico Fellini (a híres olasz filmrendező) világsikert aratott filmdrámájának címe: „La dolce vita”, azaz „Az édes élet”. A film főszereplője által választott csillogással, szórakozással teli „édes életre” is sokan vágnak. A legtöbb ember édes ízhez való vonzódása közismert: „A civilizáció előtti ember nagyon kedvelte az édes ízt, de ritkán élvezhette, mert a vad gyümölcsökben a cukor csak az érés tetőfokán jelenik meg rövid időre. [...] Az édes íz kedvelése vezetett tehát a vitamindús gyümölcsök fogyasztásához. Manapság több 10 kilogramm cukorral<sup>156</sup> elégtűjük ki édességigényünket [...], ami számtalan élettani károsodás, betegség forrása.”<sup>157</sup> Tudjuk, hogy a túlzott cukorbevitel elhízáshoz vezet, és a cukorbetegség esetében még súlyosabb következményei vannak (pl. vakság). Ezért napjainkban a cukrok fogyasztása mellett vagy helyett cukorpótlókat és mesterséges édesítőszeret használunk ételleink ízesítésére, amelyek különböző vegyületcsoportokba tartoznak. Milyen közös szerkezeti tulajdonsággal bírnak az édes ízű anyagok? Meg tudjuk-e különböztetni kémiai módszerekkel a cukrokat más édesítőszerektől? Erre a kérdésre keressük a választ a feladatlap segítségével.

**A feladatlap kitöltése során húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes, vagy húzzátok át a hibás szövegrészt. Mi okozza az édes ízt?**

*Megjegyzés: Az édes íz kialakulásának hátteréről, az AH-B-X elméletéről, az édesítőszer szerepéről néhány, magyarul is hozzáférhető cikkben olvashatunk a világhálón. Alább ezekből emelünk ki néhány gondolatot. Ezek közül az adott tanulócsoporthoz előzetes képzettségének és érdeklődésének megfelelő mennyiségű információval érdemes kiegészíteni a feladatlap szövegét.*

„Egy, még a 70-es években született hipotézis szerint az édes molekulák három jól definiált ponton (AH-B-X) létesítenek kontaktust a receptor kötőhelyével. Vagyis a kötőhelynek három specifikus funkciós csoportot kell tartalmaznia geometriailag megfelelő elrendezésben. Az AH+ régió H-kötés donor (pl. -OH, -NH<sub>2</sub>), a B-regió H-kötés akceptor (pl. -COO-) az X régió pedig apoláris funkciós csoportot (pl. benzolgyűrű) jelöl a receptor fehéjén. A távolság A és B között kb. 3 Å, X pedig többé-kevésbé merőlegesen helyezkedik el az A és B csoportokra. Ahhoz, hogy egy molekula édes legyen az A, B és X pontok közül minimum kettőhöz illeszkednie kell.” Természetesen ezeket a kötőhelyeket a receptorfehérje komplementer módon tartalmazza. A fenti cikk az aszpartám molekula ábráján mutatja be AH-B-X helyeket:<sup>158</sup>

Az alábbi bal oldali ábrán az aszpartám szerkezeti képletében pirossal van bekarikázva a nitrogénatom nemkötő elektronpárjára hidrogéniont fölvev aminocsoport, késsel a hidrogénion leadására képes karboxilcsoport



<sup>156</sup> Fejenkénti éves fogyasztás.

<sup>157</sup> Csányi Vilmos: Íme, az ember (Libri, 2015., 330-331. old.)

<sup>158</sup> [http://www.kemiaipanorama.hu/KP/7szamfull/KP\\_no7full.html](http://www.kemiaipanorama.hu/KP/7szamfull/KP_no7full.html) (utolsó megtekintés: 2019.08.19.)

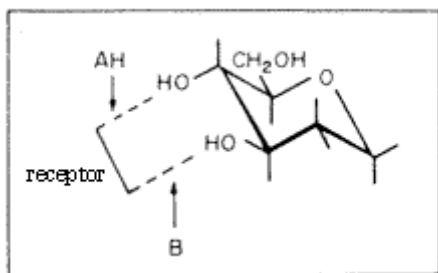
karboxilát maradéka és sárgával a molekula közelítőleg apolárisnak tekinthető része. Az alábbi, jobb oldali ábra az aszpartám receptor fehérjéhez való kötődését szemlélteti:<sup>159</sup>

„A molekulák édességének magyarázatára számos elmélet született. A legnagyobb figyelmet R. S. Shallenberger és T. E. Acree hidrogénkötés elmélete keltette fel. Az ő elképzelésük szerint annak a szerkezeti egységnek (glükofornak), amelytől a molekula édes, AH, B rendszere van, ahol A és B elektronegatív atom, és A protonált állapotú. AH tehát savként, B bázisként viselkedik, s az édes molekula AH, B rendszere két hidrogénkötést létesít az édesség receptorának "reciprok" AH, B rendszerével. Az édes molekula AH, B rendszerének térbeli geometriája szabja meg, hogy a molekula hogyan illeszkedik a receptorra. A cukrokban AH, B rendszerek lehetnek például az  $\alpha$ -glikol-csoportok, az aminosavakban és a fehérjékben a peptidkötések. (Az édes molekulák nagyon sokféle vegyülettípushoz tartoznak, például cukrokhoz, sókhoz, aminosavakhoz, ciklikus imidekhez, benzolszármazékokhoz.) Bár az édes molekulákban mindig azonosíthatók az AH, B rendszerek, természetesen nem minden molekula édes, amelyben van AH, B rendszer. Ennek egyik oka az lehet, hogy az ilyen rendszer nem illeszkedik megfelelően a receptorra.

**Az édesítők szerepe:** Az élelmiszerekben a cukrok nem csupán ízesítésre szolgálnak. Hozzájárulnak az állag kialakításához, a tartósításhoz, emelik a forráspontot (ezzel elősegítenek egyes feldolgozási módokat), fényesebbé, kívánatosabbá tehetik az ennyivalót. A szokásos cukrokon (ilyen például a répacukor, nádcukor, glükóz, fruktóz, laktóz) kívül az élelmiszeripar sok olyan glükózlét is felhasznál, amelyet keményítőből készítenek részleges enzim hidrolízissel. A lét vagy izomerizálják (hogy a glükóz egy részét az édesebb fruktózzá alakítsák át), vagy hidrogénezéssel poliol-keveréket készítenek. A hidrogénezett termékek ugyanolyan édesek, mint az eredeti glükózlét, de kevésbé bomlanak el és a feldolgozás szempontjából is kedvezőbbek.

Az intenzív édesítőket nem sorolják a tápanyagok közé. Az amerikai előírások szerint nem tekintik tápanyagnak azt az édesítőszert, amely nem éri el a szacharóz kalóriaértékének 2%-át (ekvivalens édesítőkapacitásra számítva). Ez azt jelenti, hogy a fehérje-édesítők, például az aszpartám, amelyek több mint 50%-kal édesebbek a szacharóznál, nem tápanyagok. Az intenzív édesítőszerek természetesen nagyon gazdaságosak, de például nem tartósítják az ételt...

**Az íz érzékelése** Az édes molekula valószínűleg lazán kötődik az ízlelősejt membránjához – például az AH, B rendszerrel – és elindít egy ionáramot: akciós potenciál keletkezik, s a neuronból elektromos impulzus jut az agyba. Mivel egyszerre több ezer vagy millió ízreceptor küld jelet, az érzékelési információ feldolgozása rendkívül bonyolult folyamat. Az érzékelésről nagyon keveset tudunk; az ízérzékelés első szakaszáról feltételezik, hogy az ingert kiváltó ideális alakzatot vegyületek homológ sorainak szerkezetvizsgálatával kereshetjük meg. Az elemzés a – protonáltnak feltételezett – receptorral is adhat információt.



Ha az AH, B elmélet helyes, az AH, B rendszert egyértelműen azonosíthatjuk az egyszerű molekulákban, például a cukrokban. A cukormolekulák több  $\alpha$ -glikol-csoportot tartalmaznak, amelyek mind megfelelnek a Shallenberger és Acree-féle követelményeknek. Melyik ezek közül az aktuális AH, B rendszer? A válasz feltételezi, hogy a cukormolekula mindig adott orientációt foglal el a receptoron, ezért mindig adott hidroxilcsoport vesz részt a kötésben. Az összes cukorban és édesítőszerben nem könnyű az AH, B rendszer kiválasztása, mert az édes molekulák többségének változhat a konformációja. A

glükopiranoz típusú szerkezetek esetében azonban a molekulák általában szék konformációjúak, és az AH, B rendszer a 3, 4- $\alpha$ -glikol-csoportokhoz rendelhető. Az AH, B rendszerek ilyen jellegű asszignálását csak úgy végezhetjük el, hogy a molekulát minden lehetséges módon kémiaiilag módosítjuk, és megnézzük, hogyan hat a változtatás az izre. Ez nagyon kemény munkát igénylő feladat, és az eredmények értelmezése sem mindig könnyű. A kémiai módosítás hatására például az édes molekulák könnyen keserűvé válnak, és másfajta receptorhoz kötődnek.<sup>160161</sup>

Az édes ízű vegyületek egy részének molekulájában több hidroxilcsoport van (pl. a szőlőcukor, a glicerin és a glikol). A biológia tankönyvek megfelelő fejezeteiben is azt olvashatjuk, hogy az édes íz kialakításáért a

<sup>159</sup> A kép forrása:

[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/core/lw/2.0/html/tileshop\\_pmc/tileshop\\_pmc\\_inline.html?title=Click%20on%20image%20to%20zoom&p=PMC3&id=4675835\\_chemse\\_bjv045\\_f0002.jpg](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/core/lw/2.0/html/tileshop_pmc/tileshop_pmc_inline.html?title=Click%20on%20image%20to%20zoom&p=PMC3&id=4675835_chemse_bjv045_f0002.jpg) (Utolsó megtekintés: 2019. 08. 19.)

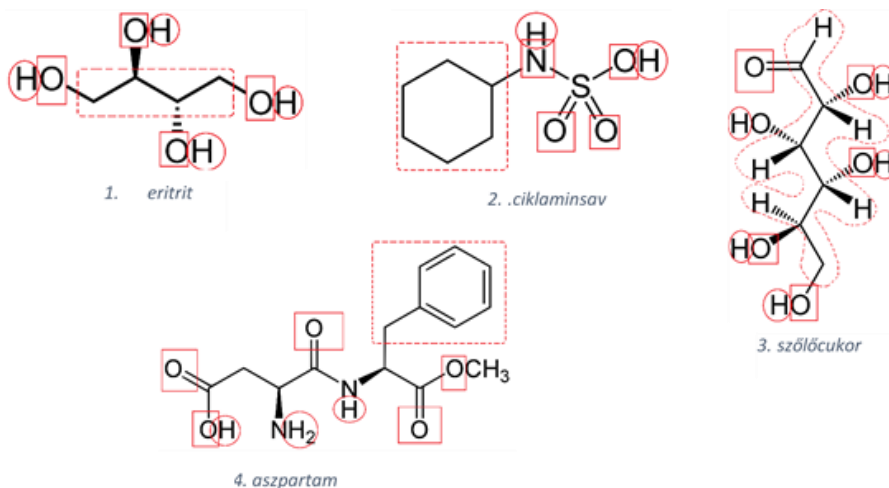
<sup>160</sup> <https://www.kfki.hu/~cheminfo/hun/teazo/ui/edes.html> (utolsó megtekintés: 2019.08.19.)

<sup>161</sup> Az idézetben előforduló apróbb gépelési hibákat javítottuk.

hidroxilcsoportok felelősek. Vannak azonban olyan édes ízű vegyületek, amelyek nem tartalmaznak hidroxilcsoportokat. Az „AH-B-X” **elmélet** szerint az édes ízűnek érzett molekulákban egy hidrogénkötés kialakítására képes, elektronhiányos hidrogénatom van. Ugyanis az „AH” részben az „A”-val jelölt atom (pl. oxigén vagy nitrogén) nagy elektronegativitása, ezért **hidrogéndonor**. Ettől meghatározott távolságban (0,3 nm) lennie kell egy **nagy elektronegativitású**, nemkötő elektrópárral rendelkező atomnak. Ez a „B”-vel jelölt **hidrogénakceptor**. Ezekhez képest megfelelő térhelyzetben lipofil, azaz zsírkedvelő, **apoláris** molekularészletük is van. Mindezek együtt biztosítják, hogy a molekulák elég erős másodlagos kötésekkel tudnak kapcsolódni a nyelvünkben lévő ízérző receptorokhoz. Vegyék szemügyre a következő édes ízű vegyületek molekuláinak szerkezeti képletét! Válasszátok ki az egyik molekulát és **karikázzátok** be a képletében azokat a hidrogénatomokat, melyek **hidrogénkötésben** szerepelhetnek! **Keretezzétek** be azokat az atomokat, amelyek **hidrogénakceptorok** lehetnek! Rajzoljátok körül **szaggatott** vonallal a molekulák **apoláris** (zsírkedvelő, lipofil) részét!<sup>162</sup>

Megjegyzések:

- *Időmegtakarítást jelent, ha egy tanulócsoporthoz csak egy molekula szerkezeti képletében végzi el a fenti feladatban szereplő jelöléseket. Osztályszinten egyeztethető, hogy melyik csoporté melyik molekula lesz, vagy minden csoport dolgozhat ugyanazzal a képlettel is.*
- *A megoldások megbeszélésénél – ha lehetőségünk van rá – az alábbi molekulamodellek projektoros kivetítésével jól szemléltethetők a feladatlapon szereplő molekulák különböző polaritású/másodlagos kölcsönhatást kialakítani képes részletei. A linkre kattintva megjelenő háromdimenziós („3D-s”) „golyó és pálcika” („ball and stick”) modellek a számítógép egerének bal gombját lenyomva tartva a kurzorral megragadhatók és tetszőleges irányba forgathatók:*
  - ciklaminsav 3D <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/7533#section=3D-Conformer>
  - aszpartam 3D <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/134601#section=3D-Conformer>
  - eritrit 3D <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/8998#section=3D-Conformer>
  - alfa-D-glükóz 3D <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/79025#section=3D-Conformer>
  - valamint a Coca-Cola Zero összetételében megtalálható aceszulfám 3D <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/acesulfame#section=3D-Conformer>
- *A fenti cikkben szereplő ábrán a gyűrűzárt glükóz és a receptorfehérje kapcsolatának sémáját láthattuk. A tanulók által megoldandó feladatban a glükóz nyílt láncú formáját szerepeltettük, mert itt a formil- (aldehid-) csoport megléte egyértelmű és nem kíván további magyarázatot.*



163

<sup>162</sup> Képek forrása: 1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Erythritol#/media/File:Erythritol\\_structure.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Erythritol#/media/File:Erythritol_structure.svg)  
 2. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Ciklaminsav#/media/F%C3%A1jl:Cyclamic-acid-2D-skeletal.png>  
 3. [https://en.wikipedia.org/wiki/File:D-Fructose\\_Keilstrich.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:D-Fructose_Keilstrich.svg)  
 4. <https://en.wikipedia.org/wiki/Aspartame#/media/File:Aspartame.svg> (Utolsó megtekintések: 2019.08.19.)

<sup>163</sup> Képek a következő képek szerkesztett változatai:

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Erythritol#/media/File:Erythritol\\_structure.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Erythritol#/media/File:Erythritol_structure.svg)  
 2. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Ciklaminsav#/media/F%C3%A1jl:Cyclamic-acid-2D-skeletal.png>  
 3. [https://en.wikipedia.org/wiki/File:D-Fructose\\_Keilstrich.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:D-Fructose_Keilstrich.svg)  
 4. <https://en.wikipedia.org/wiki/Aspartame#/media/File:Aspartame.svg> (Utolsó megtekintések: 2019.08.19.)

Molekulaszerkezete alapján, mi az eritrit tudományos neve? Nevezzétek el: **Bután-1,2,3,4-tetraol**.  
Hasonlítsátok össze az eritrit- és a szőlőcukor-molekula funkciós csoportjait! Milyen egyezést találtok?

**Mindkét molekulában van hidroxil- (-OH)-csoport.**

Mi az eltérés? **A szőlőcukor molekulában formil- (azaz aldehid-) csoport is van.**

A kétféle oxigéntartalmú funkciós csoport oxidálhatóságuk (redukálóképességük) alapján különböztethető meg egymástól. A közülük bizonyos egyszerű cukrokra (monoszacharidokra) jellemző **formil**csoport könnyebben oxidálható így pozitív Fehling-reakciót ad, még az alkoholokra is jellemző **hidroxil**csoport nem.

**Fehling-próba:** A kémcsőben található kék Fehling I-oldathoz, óvatosan annyi Fehling II-oldatot adagolunk, amíg a kezdetben leváló csapadék mélykék színnel feloldódik. Az így elkészített reagenshez a vizsgálandó mintát hozzáadva melegítjük a kémcsövet. A redukáló hatású formilcsoport jelenlétét téglavörös színű réz(I)-oxid-csapadék megjelenése jelzi. A reakció általános egyenlete:



A Fehling-próbát azonban nem minden cukor adja. Vannak **nemredukáló szacharidok** is (mint pl. a gyümölcscukor és a répacukor). Korábbi kémiai tanulmányaitok során viszont megismerkedhettek azzal, hogy milyen kémiai változás következik be, ha cukrokat (szőlőcukor, répacukor) hevítünk. Milyen típusú reakció játszódik le akkor? **Bomlás/hőbomlás.**

Mi a folyamat (konyhatechnológiában is használt) neve? **Karamellizálódás.**

### 1. Kísérlet: Melyik kóla nem hizlal?

A tálcán elhelyezett mellékletben a *Coca-Cola* és a *Coca-Cola Zero* összetételének leírását találjátok. Az összetétel tanulmányozása után válaszoljatok a kérdésekre! Milyen édes összetevők vannak a kólákban?

Az „eredeti” *Coca-Cola* édes összetevői: **Glükóz/szőlőcukor, fruktóz/gyümölcscukor.**

A *Coca-Cola Zero* édességét a következő vegyületek okozzák: **Aszpartám, aceszulfám K, nátrium-ciklamát**

**A kísérlet leírása:** A tálcán két, sorszámozott kémcső egyikében *Coca-Cola*, a másikban *Coca-Cola Zero* van. Fehling-próba segítségével döntsétek el melyik kóla az eredeti és melyik a cukormentes! Ehhez a 3. kémcsőben készítsétek el a Fehling-reagenst az előzőekben leírt módon. Majd a kész reagens egyik felét adjátok az első, a másik felét a második kémcső tartalmához. Borszeszégő lángjánál melegítsétek a kémcsövek tartalmát!

Megjegyzés: Az alábbi fénykép bal oldalán a Coca-Cola Zero, jobb oldalán pedig Coca-Cola mintával végzett Fehling-próba eredménye látható.



**Tapasztalatok:** A(z) 1. számú kémcsőben változást nem tapasztaltunk. A(z) 2. számú kémcsőben téglavörös szilárd anyag képződött.

**Magyarázat:** A(z) 2. számú kémcsőben lejátszódott a Fehling-reakció, a téglavörös színt a  $\text{Cu}_2\text{O}$  megjelenése okozza. A(z) 1. kémcsőben a  $\text{Cu}^{2+}$ -ionok nem redukálódtak.

**Következtetés:** A(z) 2. számú kémcső tartalmazta az „eredeti” Coca Colát, mert a Coca-Cola édes íze, a redukáló tulajdonságú

szőlőcukor-tól származik, melynek **formil-/aldehid**csoportja Fehling reagenssel kimutatható. A(z) 1. számú kémcsőben a Coca-Cola Zero volt, melynek mesterséges édesítő komponensei nem lépnek reakcióba a  $\text{Cu}^{2+}$ -ionokkal.

A kólák összetételének ismeretében melyik kóla fogyasztását javasolnátok szomjoltásra? Válaszotokat indokoljátok meg!

**Szomjoltásra egyik kóla sem javasolható. A Coca-Cola Zero energiatartalma a benne lévő édesítőszer miatt ugyan minimális, de a mindkét kólában jelenlévő foszforsav árthat a fogaknak, a szénsav/szén-dioxid tartalom teltségérzetet okozhat, így megakadályozhatja a megfelelő mennyiségű folyadékfogyasztást, valamint számolnunk kell a koffein (esetleg nem kívánt) élénkítő hatásával is.**

*Megjegyzés: A kólák összetételének ismeretében és előzetes kémiai ismereteik alapján csak a foszforsav fogakat károsító hatásának említése várható el a tanulóktól. Előfordulhat, hogy van a tanulók között egészségtudatosan táplálkozó is, aki ismeri a szénsavas italok és a koffein szervezetre gyakorolt hatását, ezért az elvárható válasz mellett ezeket is megemlítettük.*

## 2. Kísérlet: Cukor-e a nyírfacukor?

„A nyírfacukor egy fehér, édes, kristályos szénhidrát. Egy természetes cukorféle, amelyet eredetileg nagy tömegben a nyírfából vontak ki Finnországban. Ahogy a szőlőcukor sem csak a szőlőben van, így a nyírfacukor is megtalálható a legtöbb rostos növényben, fában, zöldségben, gyümölcsben, sőt még a kukoricacsutkában is. Az emberi szervezet is állít elő kis mennyiséget belőle.”<sup>164</sup> (A boltban vásárolható nyírfacukor azonban főként kukoricacsutkából és kukoricaszárból készül.) **Kérdés, hogy igazat állít-e az internetes oldal.** Cukor-e a nyírfacukor?

<sup>164</sup><https://www.vitalzone.hu/nyirfacukor.html> (Utolsó megtekintés: 2019. 08. 15.)

**A kísérlet leírása:** A tálcán lévő 4. számú kémcsőben szilárd halmazállapotú nyírfacukrot („xilit”-et) találtak. Melegítsétek a kémcső tartalmát! Figyeljétek meg és rögzítsétek a változásokat!

*Megjegyzés: Az alábbi fényképen a kísérlet eredménye látható.*



**Tapasztalatok:** A szilárd nyírfacukor halmazállapota melegítés hatására **megváltozott/** **nem változott meg.** Melegítés után a **folyékony** halmazállapotú rendszer színe **fehér /színtelen/** **/barnás /téglavörös** színű volt.

**Következtetés:** A xilit hevítés hatására a cukrokra jellemző **karamellizálódás-t mutatta/** **nem mutatta.** A nyírfacukor kémiai értelemben tehát **cukor/nem cukor.** A fenti idézetet közlő internetes oldal **megbízható/nem megbízható** információforrás.

Keressétek meg az interneten a **xilit képletét** és hasonlítsátok össze az általatok ismert cukrokéval! Mi a különbség?

**A xilitben nincs oxocsoport.**

[Csak a 2.típusú csoportnak! – A kísérlettervezés elméletéhez a **receptszerűen leírt kísérletek végrehajtása után.**]

**A molekulák szerkezetének egy-egy jellegzetes eleme összefüggésbe hozható a jellemző fizikai-kémiai tulajdonságaikkal.** Az édes ízű vegyületek molekuláiban a meghatározott tulajdonságokkal rendelkező atomcsoportok adott térszerkezetben helyezkednek el egymáshoz képest. A formil-, azaz aldehidcsoport jellemző tulajdonsága a redukálóképesség, amelynek alapján megfelelő, könnyen redukálódó reagensekkel kimutatható. A cukrok közös kémiai tulajdonsága, hogy melegítéskor karamellizálódnak. Ha ismerjük a vegyület molekuláinak szerkezetéből adódó jellemző kémiai tulajdonságokat, akkor az ezek kimutatására alkalmas **"próbákat"** felhasználhatjuk annak kiderítésére, hogy **egy ismeretlen felépítésű vegyületben az adott molekuláris részlet megtalálható-e** vagy sem. Ezek a próbák újabb példaként szolgáltak a kémiában végzett minőségi elemzésekre.

[Csak a 3. típusú csoportnak!] – A kísérlettervezés elméletéhez a **kísérletek megtervezése előtt.**]

**A molekulák szerkezetének egy-egy jellegzetes eleme összefüggésbe hozható a jellemző fizikai-kémiai tulajdonságaikkal.** Az édes ízű vegyületek molekuláiban a meghatározott tulajdonságokkal rendelkező atomcsoportok adott térszerkezetben helyezkednek el egymáshoz képest. A formil-, azaz aldehidcsoport jellemző tulajdonsága a redukálóképesség, melynek alapján megfelelő, könnyen redukálódó reagensekkel



kimutatható. A cukrok közös kémiai tulajdonsága, hogy melegítéskor karamellizálódnak. Ha ismerjük a vegyület molekuláinak szerkezetéből adódó jellemző kémiai tulajdonságokat, akkor az ezek kimutatására alkalmas "próbákat" felhasználhatjuk annak kiderítésére, hogy **egy ismeretlen felépítésű vegyületben az adott molekuláris szerkezet megtalálható-e** vagy sem. Az alábbi próbák újabb példaként szolgálnak a kémiában végzett minőségi elemzésekre.

### 1. Kísérlet: Melyik kóla nem hizlal?

A tálcán elhelyezett mellékletben a *Coca-Cola* és a *Coca-Cola Zero* összetételének leírását találjátok. A tálcán két, sorszámozott kémcső egyikében *Coca-Cola*, a másikban *Coca-Cola Zero* van. Tervezzetek kísérletet a rendelkezésre álló anyagok és eszközök felhasználásával a kólák azonosítására! A tervezésnél vegyétek figyelembe a kólák összetételében tapasztalható azonosságokat és különbségeket! Melyik összetevő jelenlétét vagy hiányát tudjuk kihasználni az azonosítás során? **A szőlőcukorét.**

Miért? **A szőlőcukorban jelenlévő formil-, azaz aldehidcsoport redukáló tulajdonságú, ezért pozitív Fehling-reakciót várhatunk. A Coca-Cola Zero-ban lévő édesítőszerekben nincs formil-, azaz aldehidcsoport így nem adják a Fehling-reakciót.**

**A kísérlet terve:** A 3. kémcsőben a Fehling II-oldat hozzáadásával elkészítjük a Fehling-reagenst, majd azt az 1. és a 2. számú kémcsővekbe szétöntve mindkét kóla minta melegítésével elvégezzük a Fehling-próbát.

**Tapasztalatok:** Az 1. számú kémcsőben a Fehling-reagens hozzáadása után, melegítés hatására sem történt változás. A 2. számú kémcsőben a Fehling-reagens hozzáadása és melegítés hatására téglavörös színű szilárd anyag keletkezett.

**Magyarázat:** az 1. számú kémcsőben nem történt szemmel látható kémiai reakció, a 2. kémcsőben a  $\text{Cu}^{2+}$ -ionok kék színe eltűnt, téglavörös színű  $\text{Cu}_2\text{O}$  keletkezését figyelhettük meg. **Pozitív Fehling-reakciót kaptunk.**

**Következtetés:** A(z) 2. számú kémcső tartalmazta az „eredeti” *Coca Colát*, mert a *Coca-Cola* édes íze a redukáló tulajdonságú **szőlőcukor/glükóz**-tól származik, amely **Fehling-reakcióval** kimutatható. A(z) 1. számú kémcsőben a *Coca-Cola Zero* volt, melynek mesterséges édesítő komponensei nem ilyen tulajdonságúak.

A kólák összetételének ismeretében melyik kóla fogyasztását javasolnátok szomjoltásra? Válaszokat indokoljátok meg!

**Szomjoltásra egyik kóla sem javasolható. A Coca-Cola Zero energiatartalma a benne lévő édesítőszer miatt ugyan minimális, de a mindkét kólában jelenlévő foszforsav árthat a fogaknak, a szén-dioxid tartalom teltségérzetet okozhat, így megakadályozhatja a megfelelő mennyiségű folyadékfogyasztást, valamint számolnunk kell a koffein (esetleg nem kívánt) élénkítő hatásával is.**

*Megjegyzés: A kólák összetételének ismeretében és előzetes kémiai ismereteik alapján csak a foszforsav fogakat károsító hatásának említése várható el a tanulóktól. Előfordulhat, hogy van a tanulók között egészségtudatosan táplálkozó is, aki ismeri a szénsavas italok és a koffein szervezetre gyakorolt hatását, ezért az elvárható válasz mellett ezeket is megemlítettük.*

### 2. Kísérlet: Cukor-e a nyírfacukor?

„A nyírfacukor egy fehér, édes, kristályos szénhidrát. Egy természetes cukorféle, melyet eredetileg nagy tömegben a nyírfából vontak ki Finnországban. Ahogy a szőlőcukor sem csak a szőlőben van, így a nyírfacukor is megtalálható a legtöbb rostos növényben, fában, zöldségben, gyümölcsben, sőt még a kukoricacsutkában is. Az emberi szervezet is állít elő kis mennyiséget belőle.”<sup>165</sup> (A boltban vásárolható nyírfacukor azonban főként kukoricacsutkából és kukoricaszárból készül.) **Kérdés, hogy igazat állít-e az internetes oldal.** Cukor-e a nyírfacukor? Tervezzetek kísérletet ennek eldöntésére, a tálcán található anyagok és eszközök felhasználásával! A kísérlethez a 4. számú kémcsőben szilárd nyírfacukor áll rendelkezésre.

**A kísérlet terve:** A szilárd nyírfacukrot kémcsőben melegítjük, megfigyeljük a változást. Ha a nyírfacukor kémiailag a cukrok csoportjába tartozik, karamellizálódni fog.

**Tapasztalat(ok):** Melegítés hatására a nyírfacukor megolvadt. Az olvadék színtelen, könnyen folyó volt, amely további melegítés hatására sem változtatta meg a színét.

<sup>165</sup><https://www.vitalzone.hu/nyirfacukor.html> (Utolsó megtekintés: 2019. 08. 15.)

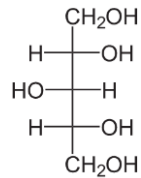
**Következtetések:** A xilit a tervezett és végrehajtott kísérlet során a cukrokra jellemző **karamellizálódás-t mutatta/ nem mutatta**. A nyírfacukor kémiai értelemben **cukor/nem cukor**. A fenti idézetet közlő internetes oldal **megbízható/nem megbízható** információforrás.

Keressétek meg az interneten a **xilit képletét** és hasonlítsátok össze az általatok ismert cukrokéval! Mi a különbség?

**A xilitben nincs oxocsoport.**

Megjegyzések:

- A xilit a xilóz nevű aldopentózból származtatható cukoralkohol. A D-xilit képlete a következő (<https://hu.wikipedia.org/wiki/Xilit>):



- A karamellizáció tulajdonképpen a cukrok teljes elszénesezésnek (teljes vízvesztésének) kezdő folyamata. Kémiai szempontból nagyon bonyolult. A karamellizálódás során többek között vízvesztéssel és gyűrűzáródással járó reakciók is történnek. Ezek kiindulópontja az enolizáció (enol-oxo tautoméria), amelynek nyilvánvaló előfeltétele a két szomszédos szénatomon jelen lévő oxocsoport és hidroxilcsoport. Mivel a cukoralkoholokban (mint pl. a "nyírfacukor", azaz xilit) nem található oxocsoport, ezért azok nem is karamellizálhatók. Az alábbi linken elérhető honlapon bővebb információk is olvashatók a karamellizációról:

<http://chem-net.blogspot.com/2015/04/food-chemistry-caramelization-sugar15.html>

## 22. feladatlap: Megeheted-„E”?<sup>166</sup>

(Az első változatot készítette: Bárány Zsolt Béla)

### Módszertani útmutató

**1. Téma:** Karbonsavak és származékaik kimutatása (új ismeretet feldolgozó óra)

**2. Felhasználás:** 10. osztály, 45 perces tanóra

**3. Szükséges előzetes ismeretek:**

- Az oldódás függése az oldószer és oldott anyag anyagi minőségétől.
- A csapadékképződés.
- A vizes oldatok kémhatása.
- A sók hidrolízise.
- Gyakori oxigéntartalmú funkciós csoportok.
- Az oxigéntartalmú szerves vegyületek értékűsége.
- A karbonsavak és sóik.

**4. Célok:**

- Motiváció: a kíváncsiság felkeltése a kvalitatív analitikai vizsgálatok, illetve a háztartásban lévő anyagok tulajdonságainak és viselkedésük szabályszerűségeinek megértése iránt, az „E-szám-mentes termékek” kapcsán.
- Szerves anyagok kémiai reakciók (próbák) alapján végzett minőségi elemzése, kontrollkísérlet elvégzése.
- A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
- A logikus gondolkodás, az induktív következtetés és szabályszerűségek alapján való deduktív előrejelzés gyakorlása.
- A 2. és a 3. csoport diákjai esetében az algoritmikus gondolkodás alkalmazása a kísérlettervezés utólagos megértése, illetve annak elvégzése során.

**5. Tananyag:**

- **Ismeret szint:**
  - Az alkoholok hidroxilcsoportot, a karbonsavak karboxilcsoportot tartalmazó oxigéntartalmú szerves vegyületek.
  - Az értékűségeket a szerkezetben található azonos funkciós csoportok száma adja meg.
  - Egy adott szerves vegyületben akár többféle funkciós csoport is előfordulhat. Ilyen esetben az egyes funkciós csoportokra jellemző reakciók mindegyike jellemző az adott szerves vegyületre.
  - A különböző funkciós csoportokat tartalmazó szerves vegyületek eltérő módon reagálnak.
  - A karbonsavak gyenge savak, vizes oldatuk gyengén savas kémhatású.
  - A fémionok egy része komplexionok képzésére alkalmas, amelyek változatos színűek.
- **Megértés szint:**
  - A karbonsavak gyenge savak, ezért erős bázissal alkotott sóik lúgosan hidrolizálnak.
  - A tanulók meg kell értsék, hogy bármely, a szerkezetben mutatkozó minimális eltérés hatással van egy adott reakció végbemenetelére.
- **Alkalmazás szint:**

---

<sup>166</sup> A jelen feladatlap témájához kapcsolódó feladatlap található itt: Virág Diána: MEGEHETED/MEGKERESHETED, [http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/letoltesek/Virag\\_Diana\\_Kvalitativ\\_analizis\\_E\\_szamok2014okt20.docx](http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/letoltesek/Virag_Diana_Kvalitativ_analizis_E_szamok2014okt20.docx) (Utolsó látogatás: 2019.08.22.)

- A tanulók a kimutatási reakciók ismeretében el kell tudják dönteni, hogy a lejárt szavatosságú aszpirintablettában melyik, korábban megismert anyag jelenik meg a hidrolízist követően.
- **Magasabb rendű műveletek szintje:**
  - A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulóknak a vonatkozó kísérlet elvégzése után meg kell érteniük, hogy hogyan alkalmazták az „egyszerre csak egy paramétert változtatunk meg” elvet a lejárt szavatosságú aszpirintabletta összetételének meghatározásakor.
  - A 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók az „egyszerre csak egy paramétert változtatunk meg” elvet alapul véve, meg kell tudják tervezni a lejárt szavatosságú aszpirintabletta összetételének meghatározását.

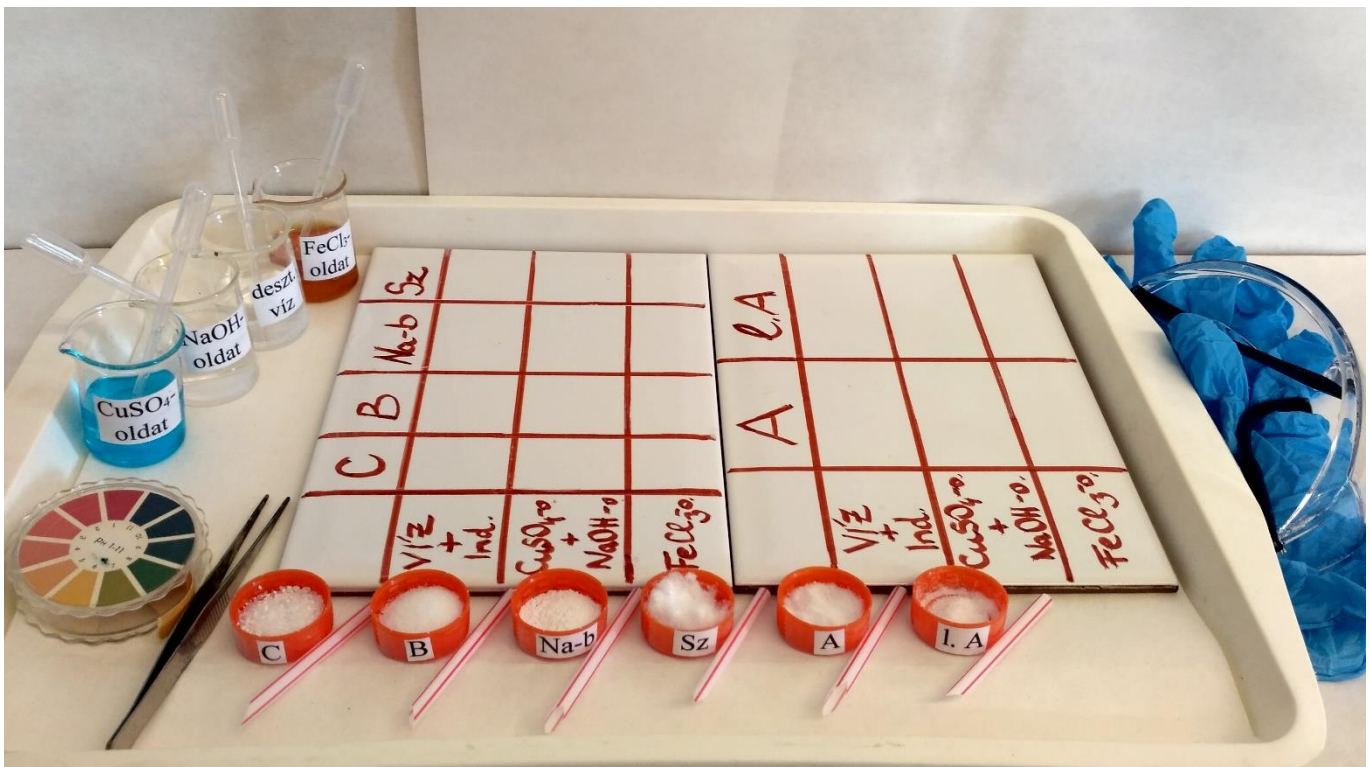
## 6. Módszertani megfontolások:

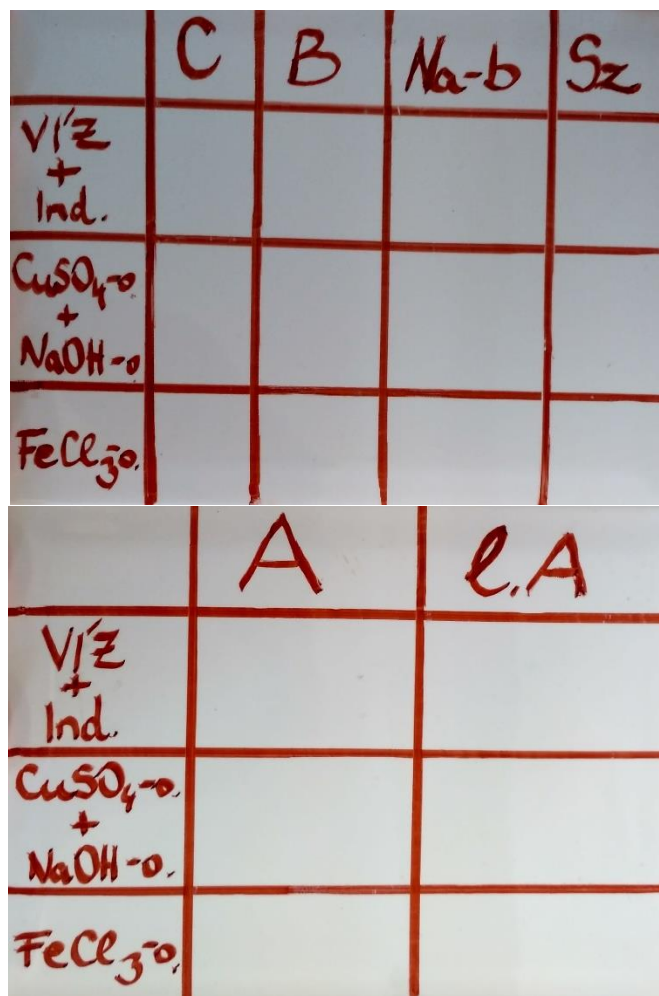
- A feladatlapot vagy az oxigéntartalmú szerves vegyületek tárgyalását követően, vagy az élelmiszerek és adalékanyagaik tanulmányozásánál célszerű alkalmazni.
- A csempén végezhető kísérletek lényege, hogy kis mennyiségű vegyszer kerüljön felhasználásra. Csempe helyett akár kiürült gyógyszer tartó műanyag, festőpaletta, buborékfólia vagy laminált lap is alkalmazható.
- Kémcsőként jobban látszanak a tapasztalatok (csak persze ez sokkal több mosogatást is von maga után.)
- A jelen anyag végén található egy digitálisan, vagy nyomtatott formában kiadható olvasmány. A témakör minden bizonnyal érdekes a természettudományok iránt kevésbé elkötelezett tanulók számára is. A sok magyarázat viszont nem biztos, hogy egy teljes létszámú osztály esetén belefér a tanórába. Az olvasmány így tökéletesen kiegészíthetné a témakörben megszerzett ismereteket.

## 7. Technikai segédlet:

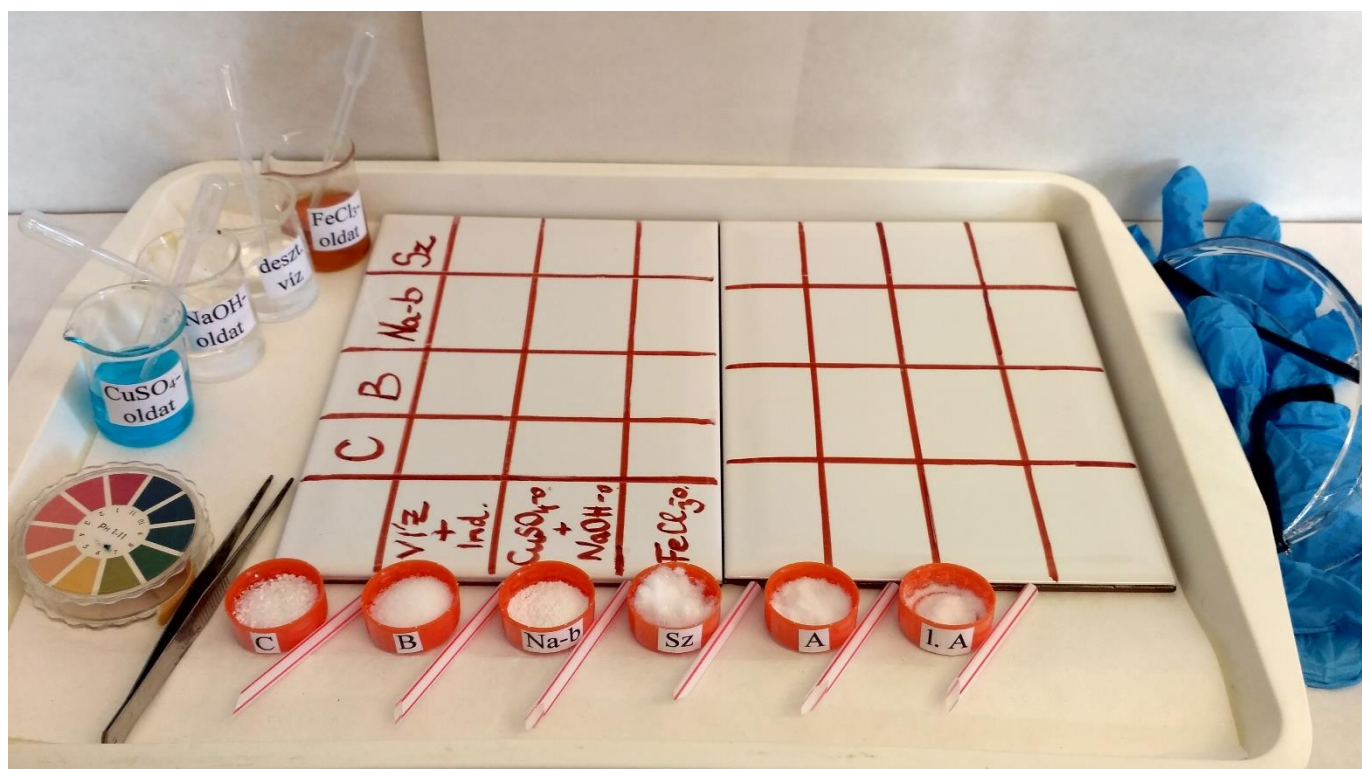
- **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként):**
  - tálca
  - 6 db feliratozott PET-palack kupak és vágott hegyű szívószáldarab (minden szilárd anyagból elég annyi, amennyi a kupak alján elfér)
    - citromsav (C)
    - borkősav (B)
    - nátrium-benzoát (Na-b)
    - szalicilsav (Sz)
    - elporított aszpirintabletta (A)
    - elporított lejárt szavatosságú aszpirintabletta vagy szalicilsavval kevert elporított aszpirintabletta (I. A)
  - 4 db cseppentő (célszerű feliratozni, hogy a tanulók ne keverjék össze)
  - 4 db feliratozott, kis méretű főzőpohár (minden oldatból, illetve a desztillált vízből 5-10 cm<sup>3</sup> elegendő)
    - desztillált víz (ioncserélt víz)
    - kb. 2 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat
    - kb. 0,5 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú réz(II)-szulfát-oldat
    - kb. 0,5 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú vas(III)-klorid-oldat
  - univerzális indikátorpapír színskálával
  - 1 db csipesz
  - 2 db feliratozott fehér csempe
  - gumikesztyű
  - védőszemüveg
- **Előkészítés:**
  - Cseppentőként alkalmazhatunk műanyag Pasteur-pipettákat, amelyeket a kísérlet után elmosva többször is használhatunk.

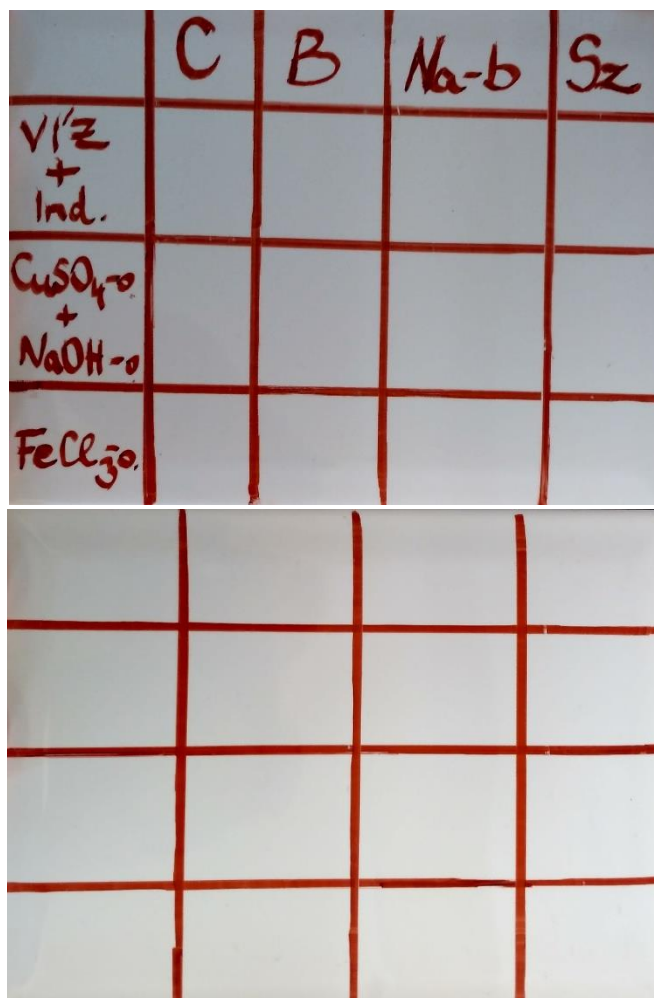
- A műanyag kupakokat mindenképpen egyértelmű címkézéssel (illetve alkoholos filctollal készített felirattal) kell ellátni.
- Szükség esetén a kis méretű főzőpoharak műanyag átlátszó pálinkáspohárral helyettesíthetők.
- A citromsavat, borkóssavat, nátrium-benzoátot bármely élelmiszerboltban meg lehet vásárolni. Aszpirint, illetve szalicilsavat azonban hivatalosan csak gyógyszerházból lehet beszerezni. Erre a célra "BAYER Aspirin ultra 500mg bevont tablettá acetilszalicilsav" feliratú aszpirint nem érdemes vásárolni, mert az ilyen, friss tablettából készült por a víz hatására pezseg, mintha borkóssav és szódabikarbóna is lenne benne, pedig nem pezsgőtablettaként árulják. Lúgos kémhatású, ezért a vas-(III)-kloriddal barna csapadékot ad, így hasonlóan néz ki, mint a másik csempén a szalicilsav.
- A borkóssavas réz-komplex akkor látszik, ha elegendően lúgos a közeg. Ezért érdemes fölhívni a diákok figyelmét, hogy addig csöpögtessék nátrium-hidroxidot, amíg már nem látnak további változást. Ahhoz, hogy ne folyjanak össze a csempén a cseppek, viszonylag kevés borkóssavból érdemes kiindulni.
- Előfordulhat, hogy a szalicilsav a vas(III)-kloriddal kicsi méretben és nagy töménységben barnának látszik, nem lilának. Ekkor célszerű desztillált vízzel egy picit hígítani, de még jobb megoldás, ha eleve keveset tesznek a diákok mindenképp a csempére. Több hely marad a csempén a kísérletezésre, ha a feliratok nem a csempére kerülnek, hanem az alatta lévő tálcára vagy laminált lapra. Ekkor persze ügyelni kell arra, hogy a csempéket a diákok ne mozdítsák el a kísérletezés során.
- A lejárt aszpirin helyettesíthető úgy, hogy az aszpirintabletta porának egy részét szalicilsavval keverjük.
- A csempéket az alábbi fényképeknek megfelelően előzetesen feliratozni szükséges. A 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében a 2. csempe a szabad kísérlettervezés biztosítása érdekében csak egyszerű rácsozást kap (feliratok nélkül).





Az 1. és 2. típusú feladatlapot megoldók számára előkészített tálca és cserpék képe





A 3. típusú feladatlapot megoldók számára előkészített tálca és csempék képe

- **Balesetvédelem**
  - Arra kell figyelni, hogy a felhasznált anyagokat a tanulók ne kóstolják meg, illetve ne öntsék magukra vagy egymásra.
  - A kísérletek során használt nátrium-hidroxid-oldat elég tömény, így a munkavégzés közben a tanulók használjanak védőszemüveget.
- **Hulladékkezelés**
  - A keletkező hulladékokat a halogénmentes szerves gyűjtőben szükséges gyűjteni.

### Megeheted-„E”? (1. típus: receptszerű változat)

„Ha bekapcsoljuk a televíziót vagy a rádiót, előbb-utóbb elér minket egy reklám, amelyben különféle természetes eredetű gyógyszerek, élelmiszerek jótékony tulajdonságait hangsúlyozzák, rendszerint szembeállítva azokat mesterségesen, iparilag előállított rokonaikkal. Széles körben elterjedt az a vélekedés, hogy egy anyag önmagában attól veszélyes vagy veszélytelen, hogy mesterséges vagy természetes eredetű, azonban ez az összefüggés nem létezik: az igazán rossz hír az, hogy ennek még az ellenkezője sem igaz.”<sup>167</sup> Elég, ha a gyilkos galóca mérgére gondolunk: ez természetes eredetű, mégis igen veszélyes. A C-vitamint többnyire mesterséges forrásból pótoljuk, mégsem tekinti a józan eszű ember veszélyesnek.

Napjainkban az E-számokkal jelölt élelmiszeradalékokkal szemben valóságos hisztéria alakult ki. Szinte divat rettegni ezektől az anyagoktól. Ezért akad olyan gyártó, amelyik úgy hirdeti a termékét, hogy „E-szám-mentes”. Pedig éppen az **E-számok** jelzik azt, hogy az adott adalékanyag használata az **engedélyezett dózisban** az élelmiszerbiztonsági hatóságok vizsgálatai szerint **nem veszélyes**, vagy legalábbis nem jár komoly kockázattal. Az E-számmal jelölt adalékok között vannak **természetes és mesterséges eredetű** színezékek, tartósítószer, antioxidánsok, emulgeátorok, savanyítószer, sűrítő anyagok, zselésítőszer stb. Pl. a tartósítószer használata nélkül megjelenhetnek az élelmiszerekben veszélyes baktériumok és az általuk termelt mérgek. Feltehető az a kérdés is, hogy tényleg E-szám-mentes-e az a termék, amely a címkéje szerint ételectet (E260) tartalmaz...

**A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes, vagy húzd át a hibás szövegrészt.**

Ezen az órán először különféle **élelmiszeradalékok kémiai reakcióit** fogjuk vizsgálni. Majd az így szerzett tapasztalatok segítségével **kimutatjuk**, hogy közülük **melyik jelenik meg bomlásterméként egy engedélyezett és közismert gyógyszer**, az aszpirin **lejárt szavatosságú** mintájában. A kísérletekben szerepelnek olyan, **E-számmal rendelkező, az élelmiszeriparban engedélyezett** adalékanyagok, mint a citromsav (E330), a borkősav (E334) és a nátrium-benzoát (E211). A szalicilsavnak azonban éppen azért **nincs E-száma, mert az élelmiszeriparban nem engedélyezett** a használata (mivel pl. irritálja a gyomor nyálkahártyáját).<sup>168</sup> Ezért a háztartásban is célszerűbb a befőtteket helyette benzooesavval vagy nátrium-benzoáttal tartósítani.

**1. Kísérlet:** Tegyetek a tálcán található egyik fehér csempe megfelelő részeire (mind a három sorba) rendre egy keveset a következő szilárd anyagokból: citromsav (C), borkősav (B), nátrium-benzoát (Na-b) és szalicilsav (Sz).

- Az első sorozathoz cseppentsetek 2-2 csepp ioncserélt vizet, majd vizsgáljátok meg az oldatok kémhatását univerzális indikátorpapírral.
- A második sorozathoz cseppentsetek 2-2 csepp réz(II)-szulfát-oldatot, majd 2-2 csepp nátrium-hidroxid-oldatot.
- A harmadik sorozathoz cseppentsetek 2-2 csepp vas(III)-klorid-oldatot.

**Tapasztalatok:**

|   | <b>citromsav (C)</b>   | <b>borkősav (B)</b>  | <b>nátrium-benzoát (Na-b)</b>  | <b>szalicilsav (Sz)</b>  |
|---|--|--|--|--|
| <b>kémhatásvizsgálat</b>                              | az indikátorpapír színe:<br>.....  | az indikátorpapír színe:<br>.....  | az indikátorpapír színe:<br>.....  | az indikátorpapír színe:<br>.....  |
| <b>réz(II)-szulfát-oldat + nátrium-hidroxid-oldat</b> | .....<br>.....<br>.....  | .....<br>.....<br>.....  | .....<br>.....<br>.....  | .....<br>.....<br>.....  |
| <b>vas(III)-klorid-oldat</b>                          | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot / sárgás oldatot / ibolya színű oldatot</b> kaptunk | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot / sárgás oldatot / ibolya színű oldatot</b> kaptunk | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot / sárgás oldatot / ibolya színű oldatot</b> kaptunk | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot / sárgás oldatot / ibolya színű oldatot</b> kaptunk |

<sup>167</sup> Kovács Lajos: Veszélytelenek-e a természetes anyagok?, in Kovács Lajos – Csupor Dezső – Lente Gábor – Gunda Tamás: Száz kémiai mítosz, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2011, 29-33.

<sup>168</sup> <https://hu.wikipedia.org/wiki/Szalicilsav> (Utolsó látogatás: 2019. 09. 11.)



**Magyarázat:** A citromsav, a borkősav, illetve a szalicilsav egyaránt hidroxilcsoportot is tartalmazó **szerves savak**. Ezek vizes

oldata **lúgos/semleges/savas** kémhatású, amelyet az indikátorpapír ..... színe is jelzett.

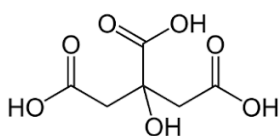
A nátrium-benzoát a benzoésav nátrium sója, vagyis egy gyenge sav erős bázissal alkotott sója. Vizes oldata

**lúgos/semleges/savas** kémhatású, amelyet az indikátorpapír ..... színe is jelzett.

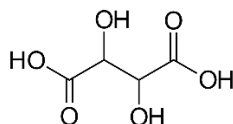
A réz(II)-szulfát-oldat lúgos közegben (a várt világoskék szilárd anyag helyett) mélykék színű oldatot képez azokkal a szerves vegyületekkel, amelyekben egymás melletti 2 szénatomon 1-1 hidroxilcsoport van (ezeket nevezzük vicinális hidroxilcsoportoknak). Az elvégzett vizsgálatok alapján ilyen vegyület a **citromsav/borkősav/nátrium-benzoát/szalicilsav**.

A fenolos hidroxilcsoportot tartalmazó szerves vegyületek vas(III)-klorid-oldat hatására sötét ibolyaszínű vegyületet képeznek. Az elvégzett vizsgálatok alapján ilyen vegyület a **citromsav/borkősav/nátrium-benzoát/szalicilsav**.

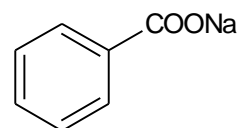
Az alábbiakban az 1. Kísérletben vizsgált élelmiszeradalékok és az aspirin hatóanyagának **szerkezeti képletei** láthatók.



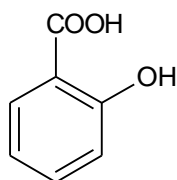
citromsav



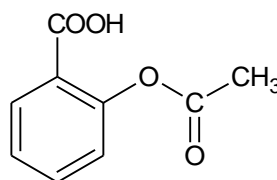
borkősav



nátrium-benzoát



szalicilsav



acetyl-szalicilsav (aspirin)

Az aspirin fő komponense az acetyl-szalicilsav, ami egy észter. A mellékelt betegtájékoztatójában ez olvasható: „A dobozon feltüntetett lejárati idő (EXP) után ne szedje ezt a gyógyszert.” A lejárt szavatosságú aspirinben egy olyan bomlástermék jelenhet meg, amelyet az 1. Kísérletben már vizsgáltunk. A 2. Kísérletben egy még fogyasztható és egy már lejárt szavatosságú aspirintablettából készült két mintát vizsgálunk annak érdekében, hogy kiderítsük, **melyik vegyület ez a bomlástermék**.

**2. Kísérlet:** Tegyetek a tálcán található másik fehér csempe megfelelő részeire (mind a három sorba) rendre egy keveset a következő szilárd anyagokból: friss aspirintabletta pora (A) és lejárt szavatosságú aspirintabletta pora (I. A).

Hasonlítsátok össze a kétféle tablettá összetételét az 1. Kísérletben megszerzett tapasztalatok alapján:

- Az első sorozathoz cseppentsetek 2-2 csepp ioncserélt vizet, majd vizsgáljátok meg az oldatok kémhatását.
- A második sorozathoz cseppentsetek 2-2 csepp réz(II)-szulfát-oldatot, majd 2-2 csepp nátrium-hidroxid-oldatot.
- A harmadik sorozathoz cseppentsetek 2-2 csepp vas(III)-klorid-oldatot.

**Tapasztalat:**

|   | <b>aszpirin (A)</b>  | <b>lejárt szavatosságú aszpirin (I. A)</b>   |
|---|--|--|
| <b>kémhatásvizsgálat</b>                              | az indikátorpapír színe: .....   | az indikátorpapír színe: .....   |
| <b>réz(II)-szulfát-oldat + nátrium-hidroxid-oldat</b> | .....<br>.....   | .....<br>.....   |
| <b>vas(III)-klorid-oldat</b>                          | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot / sárgás oldatot / ibolya színű oldatot</b> kaptunk | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot / sárgás oldatot / ibolya színű oldatot</b> kaptunk |

**Magyarázat:** A lejárt szavatosságú aszpirin vizes oldata **lúgosabb/savasabb** kémhatású a friss aszpirinénél. A lejárt szavatosságú aszpirin **tartalmaz/nem tartalmaz** olyan vegyületet, amelyekben két szomszédos szénatomhoz kapcsolódó hidroxilcsoportok vannak. A lejárt szavatosságú aszpirinben **megtalálható/nem található** fenolos hidroxilcsoportot tartalmazó vegyület.

**Következtetés:** A lejárt szavatosságú aszpirin **citromsavat/borkősavat/nátrium-benzoátot/szalicilsavat** tartalmaz. Ez nedvesség hatására keletkezik az acetil-szalicilsavból. A kémiai reakció típusának neve, amelynek során ez a bomlástermék

keletkezett az észter típusú acetil-szalicilsavból: ..... A vizsgálatok közül legmegfelelőbb **a kémhatásvizsgálat/a réz(II)-szulfát-oldatos vizsgálat/a vas(III)-klorid-oldatos vizsgálat** volt.

A vizsgálatok azt is igazolják, hogy lejárt szavatosságú aszpirint (és más gyógyszereket) **szabad/nem szabad fogyasztani**.

## Megeheted-„E”? (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

„Ha bekapcsoljuk a televíziót vagy a rádiót, előbb-utóbb elér minket egy reklám, amelyben különféle természetes eredetű gyógyszerek, élelmiszerek jótékony tulajdonságait hangsúlyozzák, rendszerint szembeállítva azokat mesterségesen, iparilag előállított rokonaikkal. Széles körben elterjedt az a vélekedés, hogy egy anyag önmagában attól veszélyes vagy veszélytelen, hogy mesterséges vagy természetes eredetű, azonban ez az összefüggés nem létezik: az igazán rossz hír az, hogy ennek még az ellenkezője sem igaz.”<sup>169</sup> Elég, ha a gyilkos galóca mérgére gondolunk: ez természetes eredetű, mégis igen veszélyes. A C-vitamint többnyire mesterséges forrásból pótoljuk, mégsem tekinti a józan eszű ember veszélyesnek.

Napjainkban az E-számokkal jelölt élelmiszeradalékokkal szemben valóságos hisztéria alakult ki. Szinte divat rettegni ezektől az anyagoktól. Ezért akad olyan gyártó, amelyik úgy hirdeti a termékét, hogy „E-szám-mentes”. Pedig éppen az **E-számok** jelzik azt, hogy az adott adalékanyag használata az **engedélyezett dózisban** az élelmiszerbiztonsági hatóságok vizsgálatai szerint **nem veszélyes**, vagy legalábbis nem jár komoly kockázattal. Az E-számmal jelölt adalékok között vannak **természetes és mesterséges eredetű** színezékek, tartósítószer, antioxidánsok, emulgeátorok, savanyítószer, sűrítő anyagok, zselésítőszer stb. Pl. a tartósítószer használata nélkül megjelenhetnek az élelmiszerekben veszélyes baktériumok és az általuk termelt mérgek. Feltehető az a kérdés is, hogy tényleg E-szám-mentes-e az a termék, amely a címkéje szerint ételetet (E260) tartalmaz...

**A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes, vagy húzd át a hibás szövegrészt.**

Ezen az órán először különféle **élelmiszeradalékok kémiai reakcióit** fogjuk vizsgálni. Majd az így szerzett tapasztalatok segítségével **kimutatjuk**, hogy közülük **melyik jelenik meg bomlásterméként egy engedélyezett és közismert gyógyszer**, az aszpirin **lejárt szavatosságú** mintájában. A kísérletekben szerepelnek olyan, **E-számmal rendelkező, az élelmiszeriparban engedélyezett** adalékanyagok, mint a citromsav (E330), a borkősav (E334) és a nátrium-benzoát (E211). A szalicilsavnak azonban éppen azért **nincs E-száma, mert az élelmiszeriparban nem engedélyezett** a használata (mivel pl. irritálja a gyomor nyálkahártyáját).<sup>170</sup> Ezért a háztartásban is célszerűbb a befőtteket helyette benzooesavval vagy nátrium-benzoáttal tartósítani.

**1. Kísérlet:** Tegyetek a tálcán található egyik fehér csempe megfelelő részeire (mind a három sorba) rendre egy keveset a következő szilárd anyagokból: citromsav (C), borkősav (B), nátrium-benzoát (Na-b) és szalicilsav (Sz).

- Az első sorozathoz cseppentsetek 2-2 csepp ioncserélt vizet, majd vizsgáljátok meg az oldatok kémhatását univerzális indikátorpapírral.
- A második sorozathoz cseppentsetek 2-2 csepp réz(II)-szulfát-oldatot, majd 2-2 csepp nátrium-hidroxid-oldatot.
- A harmadik sorozathoz cseppentsetek 2-2 vas(III)-klorid-oldatot.

**Tapasztalatok:**

|   | <b>citromsav (C)</b>   | <b>borkősav (B)</b>  | <b>nátrium-benzoát (Na-b)</b>  | <b>szalicilsav (Sz)</b>  |
|---|--|--|--|--|
| <b>kémhatásvizsgálat</b>                              | az indikátorpapír színe:<br>.....  | az indikátorpapír színe:<br>.....  | az indikátorpapír színe:<br>.....  | az indikátorpapír színe:<br>.....  |
| <b>réz(II)-szulfát-oldat + nátrium-hidroxid-oldat</b> | .....<br>.....<br>.....  | .....<br>.....<br>.....  | .....<br>.....<br>.....  | .....<br>.....<br>.....  |
| <b>vas(III)-klorid-oldat</b>                          | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot / sárgás oldatot / ibolya színű oldatot</b> kaptunk | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot / sárgás oldatot / ibolya színű oldatot</b> kaptunk | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot / sárgás oldatot / ibolya színű oldatot</b> kaptunk | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot / sárgás oldatot / ibolya színű oldatot</b> kaptunk |

<sup>169</sup> Kovács Lajos: Veszélytelenek-e a természetes anyagok?, in Kovács Lajos – Csupor Dezső – Lente Gábor – Gunda Tamás: Száz kémiai mítosz, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2011, 29-33.

<sup>170</sup> <https://hu.wikipedia.org/wiki/Szalicilsav> (Utolsó látogatás: 2019. 09. 11.)

**Magyarázat:** A citromsav, a borkősav, illetve a szalicilsav egyaránt hidroxilcsoportot is tartalmazó **szerves savak**. Ezek vizes

oldata **lúgos/semleges/savas** kémhatású, amelyet az indikátorpapír ..... színe is jelzett.

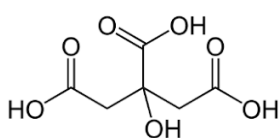
A nátrium-benzoát a benzoésav nátrium sója, vagyis egy gyenge sav erős bázissal alkotott sója. Vizes oldata

**lúgos/semleges/savas** kémhatású, amelyet az indikátorpapír ..... színe is jelzett.

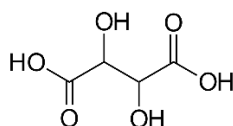
A réz(II)-szulfát-oldat lúgos közegben (a várt világoskék szilárd anyag helyett) mélykék színű oldatot képez azokkal a szerves vegyületekkel, amelyekben egymás melletti 2 szénatomon 1-1 hidroxilcsoport van (ezeket nevezzük vicinális hidroxilcsoportoknak). Az elvégzett vizsgálatok alapján ilyen vegyület a **citromsav/borkősav/nátrium-benzoát/szalicilsav**.

A fenolos hidroxilcsoportot tartalmazó szerves vegyületek vas(III)-klorid-oldat hatására sötét ibolyaszínű vegyületet képeznek. Az elvégzett vizsgálatok alapján ilyen vegyület a **citromsav/borkősav/nátrium-benzoát/szalicilsav**.

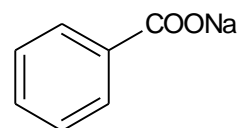
Az alábbiakban az 1. Kísérletben vizsgált élelmiszeradalékok és az aszpirin hatóanyagának **szerkezeti képletei** láthatók.



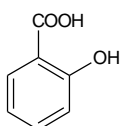
citromsav



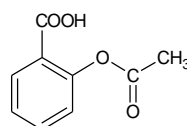
borkősav



nátrium-benzoát



szalicilsav



acetyl-szalicilsav (aszpirin)

Az aszpirin fő komponense az acetyl-szalicilsav, ami egy észter. A mellékelt betegtájékoztatójában ez olvasható: „A dobozon feltüntetett lejárati idő (EXP) után ne szedje ezt a gyógyszert.” A lejárt szavatosságú aszpirinben egy olyan bomlástermék jelenhet meg, amelyet az 1. Kísérletben már vizsgáltunk. A 2. Kísérletben egy még fogyasztható és egy már lejárt szavatosságú aszpirintablettából készült két mintát vizsgálunk annak érdekében, hogy kiderítsük, **melyik vegyület ez a bomlástermék**.

**2. Kísérlet:** Tegyetek a tálcán található másik fehér csempe megfelelő részeire (mind a három sorba) rendre egy keveset a következő szilárd anyagokból: friss aszpirintabletta pora (A) és lejárt szavatosságú aszpirintabletta pora (I. A).

Hasonlítsátok össze a kétféle tablettá összetételét az 1. Kísérletben megszerzett tapasztalatok alapján:

- Az első sorozathoz cseppentsetek 2-2 csepp ioncserélt vizet, majd vizsgáljátok meg az oldatok kémhatását.
- A második sorozathoz cseppentsetek 2-2 csepp réz(II)-szulfát-oldatot, majd 2-2 csepp nátrium-hidroxid-oldatot.
- A harmadik sorozathoz cseppentsetek 2-2 csepp vas(III)-klorid-oldatot.

**Tapasztalat:**

|  | aszpirin (A)   | lejárt szavatosságú aszpirin (I. A)  |
|--|--|--|
| kémhatásvizsgálat                              | az indikátorpapír színe: .....   | az indikátorpapír színe: .....   |
| réz(II)-szulfát-oldat + nátrium-hidroxid-oldat | .....  | .....  |
| vas(III)-klorid-oldat                          | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot / sárgás oldatot / ibolya színű oldatot</b> kaptunk | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot / sárgás oldatot / ibolya színű oldatot</b> kaptunk |

**Magyarázat:** A lejárt szavatosságú aszpirin vizes oldata **lúgosabb/savasabb** kémhatású a friss aszpirinénél. A lejárt szavatosságú aszpirin **tartalmaz/nem tartalmaz** olyan vegyületet, amelyekben két szomszédos szénatomhoz kapcsolódó hidroxilcsoportok vannak. A lejárt szavatosságú aszpirinben **megtalálható/nem található** fenolos hidroxilcsoportot tartalmazó vegyület.

**Következtetés:** A lejárt szavatosságú aszpirin **citromsavat/borkősavat/nátrium-benzoátot/szalicilsavat** tartalmaz. Ez nedvesség hatására keletkezik az acetil-szalicilsavból. A kémiai reakció típusának neve, amely során ez a bomlástermék

keletkezett az észter típusú acetil-szalicilsavból: ..... A vizsgálatok közül legmegfelelőbb a **kémhatásvizsgálat/a réz(II)-szulfát-oldatos vizsgálat/a vas(III)-klorid-oldatos vizsgálat** volt.

A vizsgálatok azt is igazolják, hogy lejárt szavatosságú aszpirint (és más gyógyszereket) **szabad/nem szabad fogyasztani**.

A fenti kísérletek során **szerves kémiai minőségi elemzést** (kvalitatív analízist) hajtottunk végre. Ennek lényege az, hogy olyan kísérleteket (ún. **próbákat**) végzünk el, amelyek csak bizonyos sajátságokkal rendelkező **funkciós csoportok** esetében adnak pozitív eredményt. A minőségi elemzés első lépése, hogy a vizsgálatokat a **tiszta anyagokkal** végezzük el. Akkor kiderül, hogy hogyan reagál az adott funkciós csoport egy-egy **reagenssel**. Ahogy az az 1. Kísérletben is látszott, eközben az „**egyszerre csak egy paramétert változtatunk**” elvet kell követni. A következő lépés az, hogy az **ismeretlen** anyaggal is elvégezzük a kísérleteket, és a **tapasztalatokat összevetjük** a tiszta anyagok esetében kapott eredményekkel.

Az 1. Kísérletben karbonsavszármazékokat, illetve egy karbonsavsót vizsgáltunk. A 2. Kísérletben a friss aszpirin és a lejárt szavatosságú aszpirin **összetétele és tulajdonságai** közötti **különbséget okozó bomlásterméket** a már **megismert próbák** segítségével mutattuk ki. A lejárt szavatosságú tablettában lévő **bomlástermék** volt a meghatározni kívánt **ismeretlen anyag**. A még fogyasztható aszpirintabletta **kontrollként** szerepelt. A kontrollt azért volt szükséges alkalmazni, hogy igazoljuk: tényleg az aszpirin bomlásából keletkező vegyületet sikerült meghatározni, mert a tiszta aszpirin nem mutatta azokat a sajátságokat.

### Megeheted-„E”? (3. típus: kísérlettervező változat)

„Ha bekapcsoljuk a televíziót vagy a rádiót, előbb-utóbb elér minket egy reklám, amelyben különféle természetes eredetű gyógyszerek, élelmiszerek jótékony tulajdonságait hangsúlyozzák, rendszerint szembeállítva azokat mesterségesen, iparilag előállított rokonaikkal. Széles körben elterjedt az a vélekedés, hogy egy anyag önmagában attól veszélyes vagy veszélytelen, hogy mesterséges vagy természetes eredetű, azonban ez az összefüggés nem létezik: az igazán rossz hír az, hogy ennek még az ellenkezője sem igaz.”<sup>171</sup> Elég, ha a gyilkos galóca mérgére gondolunk: ez természetes eredetű, mégis igen veszélyes. A C-vitamint többnyire mesterséges forrásból pótoljuk, mégsem tekinti a józan eszű ember veszélyesnek.

Napjainkban az E-számokkal jelölt élelmiszeradalékokkal szemben valóságos hisztéria alakult ki. Szinte divat rettegni ezektől az anyagoktól. Ezért akad olyan gyártó, amelyik úgy hirdeti a termékét, hogy „E-szám-mentes”. Pedig éppen az **E-számok** jelzik azt, hogy az adott adalékanyag használata az **engedélyezett dózisban** az élelmiszerbiztonsági hatóságok vizsgálatai szerint **nem veszélyes**, vagy legalábbis nem jár komoly kockázattal. Az E-számmal jelölt adalékok között vannak **természetes és mesterséges eredetű** színezékek, tartósítószer, antioxidánsok, emulgeátorok, savanyítószer, sűrítő anyagok, zselésítőszer stb. Pl. a tartósítószer használata nélkül megjelenhetnek az élelmiszerekben veszélyes baktériumok és az általuk termelt mérgek. Feltehető az a kérdés is, hogy tényleg E-szám-mentes-e az a termék, amely a címkéje szerint ételetet (E260) tartalmaz...

**A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes, vagy húzd át a hibás szövegrészt.**

Ezen az órán először különféle **élelmiszeradalékok kémiai reakcióit** fogjuk vizsgálni. Majd az így szerzett tapasztalatok segítségével **kimutatjuk**, hogy közülük **melyik jelenik meg bomlásterméként egy engedélyezett és közismert gyógyszer**, az aszpirin **lejárt szavatosságú** mintájában. A kísérletekben szerepelnek olyan, **E-számmal rendelkező, az élelmiszeriparban engedélyezett** adalékanyagok, mint a citromsav (E330), a borkősav (E334) és a nátrium-benzoát (E211). A szalicilsavnak azonban éppen azért **nincs E-száma, mert az élelmiszeriparban nem engedélyezett** a használata (mivel pl. irritálja a gyomor nyálkahártyáját).<sup>172</sup> Ezért a háztartásban is célszerűbb a befőtteket helyette benzoosavval vagy nátrium-benzoáttal tartósítani.

**1. Kísérlet:** Tegyetek a tálcan található egyik fehér csempe megfelelő részeire (mind a három sorba) rendre egy keveset a következő szilárd anyagokból: citromsav (C), borkősav (B), nátrium-benzoát (Na-b) és szalicilsav (Sz).

- Az első sorozathoz cseppentsetek 2-2 csepp ioncserélt vizet, majd vizsgáljátok meg az oldatok kémhatását univerzális indikátorpapírral.
- A második sorozathoz cseppentsetek 2-2 csepp réz(II)-szulfát-oldatot, majd 2-2 csepp nátrium-hidroxid-oldatot.
- A harmadik sorozathoz cseppentsetek 2-2 csepp vas(III)-klorid-oldatot.

**Tapasztalatok:**

|   | <b>citromsav (C)</b>   | <b>borkősav (B)</b>  | <b>nátrium-benzoát (Na-b)</b>  | <b>szalicilsav (Sz)</b>  |
|---|--|--|--|--|
| <b>kémhatásvizsgálat</b>                              | az indikátorpapír színe:<br>.....  | az indikátorpapír színe:<br>.....  | az indikátorpapír színe:<br>.....  | az indikátorpapír színe:<br>.....  |
| <b>réz(II)-szulfát-oldat + nátrium-hidroxid-oldat</b> | .....<br>.....<br>.....  | .....<br>.....<br>.....  | .....<br>.....<br>.....  | .....<br>.....<br>.....  |
| <b>vas(III)-klorid-oldat</b>                          | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot / sárgás oldatot / ibolya színű oldatot</b> kaptunk | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot / sárgás oldatot / ibolya színű oldatot</b> kaptunk | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot / sárgás oldatot / ibolya színű oldatot</b> kaptunk | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot / sárgás oldatot / ibolya színű oldatot</b> kaptunk |

<sup>171</sup> Kovács Lajos: Veszélytelenek-e a természetes anyagok?, in Kovács Lajos – Csupor Dezső – Lente Gábor – Gunda Tamás: Száz kémiai mítosz, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2011, 29-33.

<sup>172</sup> <https://hu.wikipedia.org/wiki/Szalicilsav> (Utolsó látogatás: 2019. 09. 11.)

**Magyarázat:** A citromsav, a borkősav, illetve a szalicilsav egyaránt hidroxilcsoportot is tartalmazó **szerves savak**. Ezek vizes

oldata **lúgos/semleges/savas** kémhatású, amelyet az indikátorpapír ..... színe is jelzett.

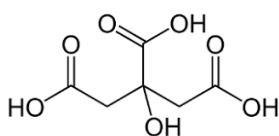
A nátrium-benzoát a benzoésav nátrium sója, vagyis egy gyenge sav erős bázissal alkotott sója. Vizes oldata

**lúgos/semleges/savas** kémhatású, amelyet az indikátorpapír ..... színe is jelzett.

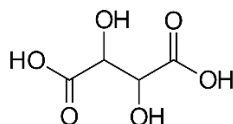
A réz(II)-szulfát-oldat lúgos közegben (a várt világoskék szilárd anyag helyett) mélykék színű oldatot képez azokkal a szerves vegyületekkel, amelyekben egymás melletti 2 szénatomon 1-1 hidroxilcsoport van (ezeket nevezzük vicinális hidroxilcsoportoknak). Az elvégzett vizsgálatok alapján ilyen vegyület a **citromsav/borkősav/nátrium-benzoát/szalicilsav**.

A fenolos hidroxilcsoportot tartalmazó szerves vegyületek vas(III)-klorid-oldat hatására sötét ibolyaszínű vegyületet képeznek. Az elvégzett vizsgálatok alapján ilyen vegyület a **citromsav/borkősav/nátrium-benzoát/szalicilsav**.

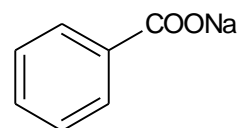
Az alábbiakban az 1. Kísérletben vizsgált élelmiszeradalékok és az aszpirin hatóanyagának **szerkezeti képletei** láthatók.



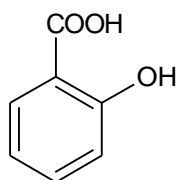
citromsav



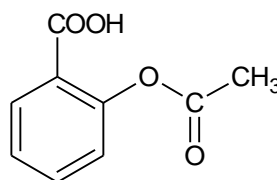
borkősav



nátrium-benzoát



szalicilsav



acetyl-szalicilsav (aszpirin)

Az aszpirin fő komponense az acetyl-szalicilsav, ami egy észter. A mellékelt betegájékoztatójában ez olvasható: „A dobozon feltüntetett lejáratási idő (EXP) után ne szedje ezt a gyógyszert.” A lejárt szavatosságú aszpirinben egy olyan bomlástermék jelenhet meg, amelyet az 1. Kísérletben már vizsgáltunk. A 2. Kísérletben egy még fogyasztható és egy már lejárt szavatosságú aszpirintablettából készült két mintát vizsgálunk. Tervezzetek, majd hajtsatok végre egy kísérletet, amelynek segítségével kiderítitek, hogy az 1. Kísérletben vizsgált négy vegyület közül **melyik ez a bomlástermék**.

A mai kísérletek során **szerves kémiai minőségi elemzést** (kvalitatív analízist) hajtunk végre. Ennek lényege az, hogy olyan kísérleteket (ún. **próbákat**) végzünk el, amelyek csak bizonyos sajátságokkal rendelkező **funkciós csoportok** esetében adnak pozitív eredményt. A minőségi elemzés első lépése, hogy a vizsgálatokat a **tiszta anyagokkal** végezzük el. Akkor kiderül, hogy hogyan reagál az adott funkciós csoport egy-egy **reagenssel**. Ahogy az az 1. Kísérletben is látszott, eközben az „**egyszerre csak egy paramétert változtatunk**” elvet kell követni. A következő lépés az, hogy az **ismeretlen** anyaggal is elvégezzük a kísérleteket, és a **tapasztalatokat összevetjük** a tiszta anyagok esetében kapott eredményekkel.

Az 1. Kísérletben karbonsavszármazékokat, illetve egy karbonsavsót vizsgáltunk. A 2. Kísérletben a friss aszpirin és a lejárt szavatosságú aszpirin **összetétele és tulajdonságai** közötti **különbséget okozó bomlásterméket** a már **megismert próbák** segítségével mutatjuk ki. A lejárt szavatosságú tablettában lévő **bomlástermék** a meghatározni kívánt **ismeretlen anyag**. A még fogyasztható aszpirintabletta **kontrollként** szerepel. A kontrollt azért szükséges alkalmazni, hogy igazoljuk: tényleg az aszpirin bomlásából keletkező vegyületet sikerült meghatározni, mert a tiszta aszpirin nem mutatja azokat a sajátságokat.

## 2. Kísérlet terve:

.....  
.....  
.....  
.....

## Tapasztalatok:

.....  
.....  
.....  
.....

## Magyarázat:

.....  
.....

**Következtetés:** A lejárt szavatosságú aszpirin **citromsavat/borkósavat/nátrium-benzoátot/szalicilsavat** tartalmaz. Ez(ek) nedvesség hatására keletkezik/keletkeznek az acetil-szalicilsavból. A kémiai reakció típusának neve, amely során ez(ek) a

bomlástermék(ek) keletkezett/keletkeztek az észter típusú acetil-szalicilsavból: .....

A vizsgálatok közül legmegfelelőbb a **kémhatásvizsgálat/a réz(II)-szulfát-oldatos vizsgálat/a vas(III)-klorid-oldatos vizsgálat** volt.

A vizsgálatok azt is igazolják, hogy lejárt szavatosságú aszpirint (és más gyógyszereket) **szabad/nem szabad fogyasztani**.



## Megeheted-„E”? (tanári változat)

„Ha bekapcsoljuk a televíziót vagy a rádiót, előbb-utóbb elér minket egy reklám, amelyben különféle természetes eredetű gyógyszerek, élelmiszerek jótékony tulajdonságait hangsúlyozzák, rendszerint szembeállítva azokat mesterségesen, iparilag előállított rokonaikkal. Széles körben elterjedt az a vélekedés, hogy egy anyag önmagában attól veszélyes vagy veszélytelen, hogy mesterséges vagy természetes eredetű, azonban ez az összefüggés nem létezik: az igazán rossz hír az, hogy ennek még az ellenkezője sem igaz.”<sup>173</sup> Elég, ha a gyilkos galóca mérgére gondolunk: ez természetes eredetű, mégis igen veszélyes. A C-vitamint többnyire mesterséges forrásból pótoljuk, mégsem tekinti a józan eszű ember veszélyesnek.

Napjainkban az E-számokkal jelölt élelmiszeradalékokkal szemben valóságos hisztéria alakult ki. Szinte divat rettegni ezektől az anyagoktól. Ezért akad olyan gyártó, amelyik úgy hirdeti a termékét, hogy „E-szám-mentes”. Pedig éppen az **E-számok** jelzik azt, hogy az adott adalékanyag használata az **engedélyezett dózisban** az élelmiszerbiztonsági hatóságok vizsgálatai szerint **nem veszélyes**, vagy legalábbis nem jár komoly kockázattal. Az E-számmal jelölt adalékok között vannak **természetes és mesterséges eredetű** színezékek, tartósítószer, antioxidánsok, emulgeátorok, savanyítószer, sűrítő anyagok, zselésítőszer stb. Pl. a tartósítószer használata nélkül megjelenhetnek az élelmiszerekben veszélyes baktériumok és az általuk termelt mérgek. Feltehető az a kérdés is, hogy tényleg E-szám-mentes-e az a termék, amely a címkéje szerint ételecetet (E260) tartalmaz...

### Megjegyzések:

- Kifejezetten fontos, hogy a tanítási óra, vagyis a kivitelezés során többször is hangsúlyozzuk, hogy egy anyag élettani hatásai függetlenek attól, hogy természetes vagy mesterségesen kerültek-e kinyerésre. Az élettani hatásban különbség kizárólag olyan esetekben fordulhat elő, ha valamelyik kinyerés során kísérőanyagok is kerültek/maradtak a termékbe(n). A kísérőanyagoknak lehet kedvező vagy kedvezőtlen hatása is. Így egy paprika fogyasztása (a benne lévő sokféle egyéb, a szervezet számára hasznosítható tápanyag miatt) egészségesebb, mint a C-vitamin-tablettáé, de a paprikából kivont C-vitamin pontosan ugyanolyan egészséges, mint a szintetikus előállított. Viszont a paprika fogyasztása lehet egészségtelebbe is, ha benne növényvédőszer-maradványok, vagy biopaprika esetén gombatoxinok vannak. A C-vitamin-tabletta fogyasztása mellett szól az, hogy pontosan ismert a hatóanyagtartalom, így pontosan adagolható.
- Hasonlóan ki kell emelni, hogy indokolatlan az E-számok körüli hisztéria. Hiszen csak azok az élelmiszeradalékanyagok kapnak E-számot, amelyek használatát az élelmiszerbiztonsági hatóságok szigorú vizsgálatok után engedélyezik. Ezek között számos természetes eredetű, az emberi szervezetre jótékony hatással bíró anyag is található, amelyeket számos esetben különösebb aggodalom nélkül beviszünk a szervezetünkbe a táplálékkal. (A feladatlapon erre szolgál példaként az ételecet.)
- Az E-számokkal ellátott adalékanyagok pénzbe kerülnek. Tehát a gyártók nem használnák ezeket, ha nem lenne rá valamilyen nyomás okuk. A kérdés tehát inkább az, hogy valóban indokolt-e a használatuk. Például nem biztos, hogy egy színezéket érdemes beletenni a termékbe csak azért, hogy tetszetősebb legyen. Azonban régebben például a tartósítószer nélküli felvágottak sokkal gyorsabban romlottak meg, s emiatt akkor gyakoribbak is voltak az ezek által okozott ételmérgezések, szalmonellafertőzések. Tovább gondolkodva feltehető a kérdés, hogy nem megtévesztő-e a zselésítő és sűrítő anyagok használata. Ezek segítségével ugyanis minimális tápanyagot tartalmazó, híg levekből lehet látszólag olyan géleket (lekvárokat, joghurtokat stb.) készíteni, amelyek szilárdnak látszanak. Ha azonban valaki ennek tudatában dönt a termék megvásárlása mellett, az önmagában nem okoz gondot. A gélképző és emulgeáló hatású guar gumium sem az E-száma (E412) miatt került 2007 nyarán a hírekbe, hanem az akkori szállítmányba került dioxin- és pentaklórfenol-szennyezés okán.<sup>174</sup>

A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy **keretezd be** a helyes vagy ~~húzd át~~ a hibás szövegrészt.

Ezen az órán először különféle **élelmiszeradalékok kémiai reakcióit** fogjuk vizsgálni. Majd az így szerzett tapasztalatok segítségével **kimutatjuk**, hogy közülük **melyik jelenik meg bomlásterméként egy engedélyezett**

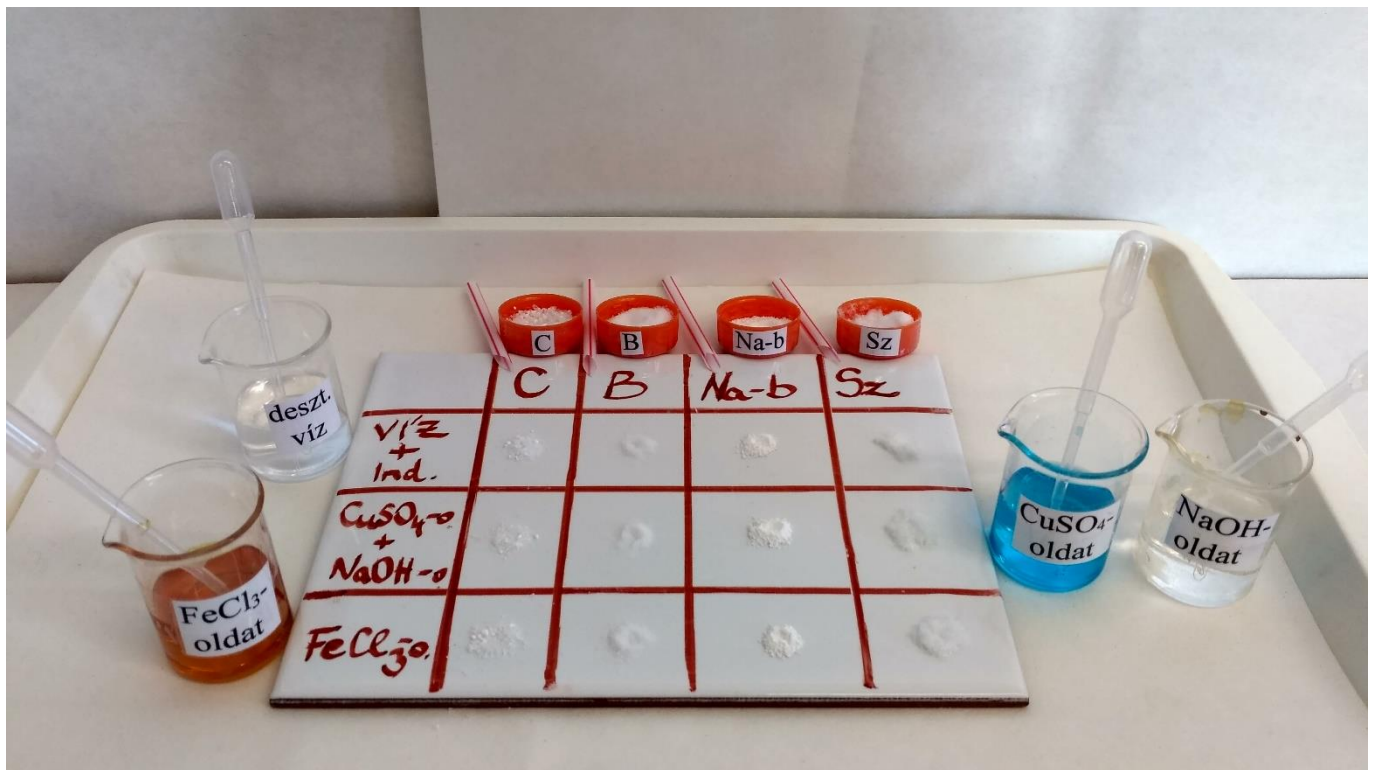
<sup>173</sup> Kovács Lajos: Veszélytelenek-e a természetes anyagok?, in Kovács Lajos – Csupor Dezső – Lente Gábor – Gunda Tamás: Száz kémiai mítosz, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2011, 29-33.

<sup>174</sup> <https://hu.wikipedia.org/wiki/Guargumi> (Utolsó letöltés: 2019. 09. 12.)

és közismert **gyógyszer**, az aszpirin **lejárt szavatosságú** mintájában. A kísérletekben szerepelnek olyan, **E-számmal rendelkező, az élelmiszeriparban engedélyezett** adalékanyagok, mint a citromsav (E330), a borkősav (E334) és a nátrium-benzoát (E211). A szalicilsavnak azonban éppen azért **nincs E-száma, mert az élelmiszeriparban nem engedélyezett** a használata (mivel pl. irritálja a gyomor nyálkahártyáját).<sup>175</sup> Ezért a háztartásban is célszerűbb a befőtteket helyette benzooesavval vagy nátrium-benzoáttal tartósítani.

**1. Kísérlet:** Tegyetek a tálcán található egyik fehér csempe megfelelő részeire (mind a három sorba) rendre egy keveset a következő szilárd anyagokból: citromsav (C), borkősav (B), nátrium-benzoát (Na-b) és szalicilsav (Sz).

*Megjegyzés: Korábban alkalmaztak szalicilsavat befőzéskor, de az erre irányuló vizsgálatok azt mutatták, hogy nagy dózisban toxikus. Emellett csak hidegen volt javasolt a használata, ugyanis melegben a mérgező fenollá alakul. Ezért néhány éve kivonták a kereskedelmi forgalomból. Azért nincs tehát E-száma a szalicilsavnak, mert nem volt biztosítható, hogy a befőzés során csak hidegen alkalmazzák, elkerülve a bomlást, így az ezzel járó mérgezést. Helyette javasolt a nátrium-benzoátot alkalmazni a befőzéshez. Nagy koncentrációban sóval, cukorral, ecettel, továbbá hősterilizálással is lehetőség van tartósítani, de mindegyiknek megvan a maga hátránya.*



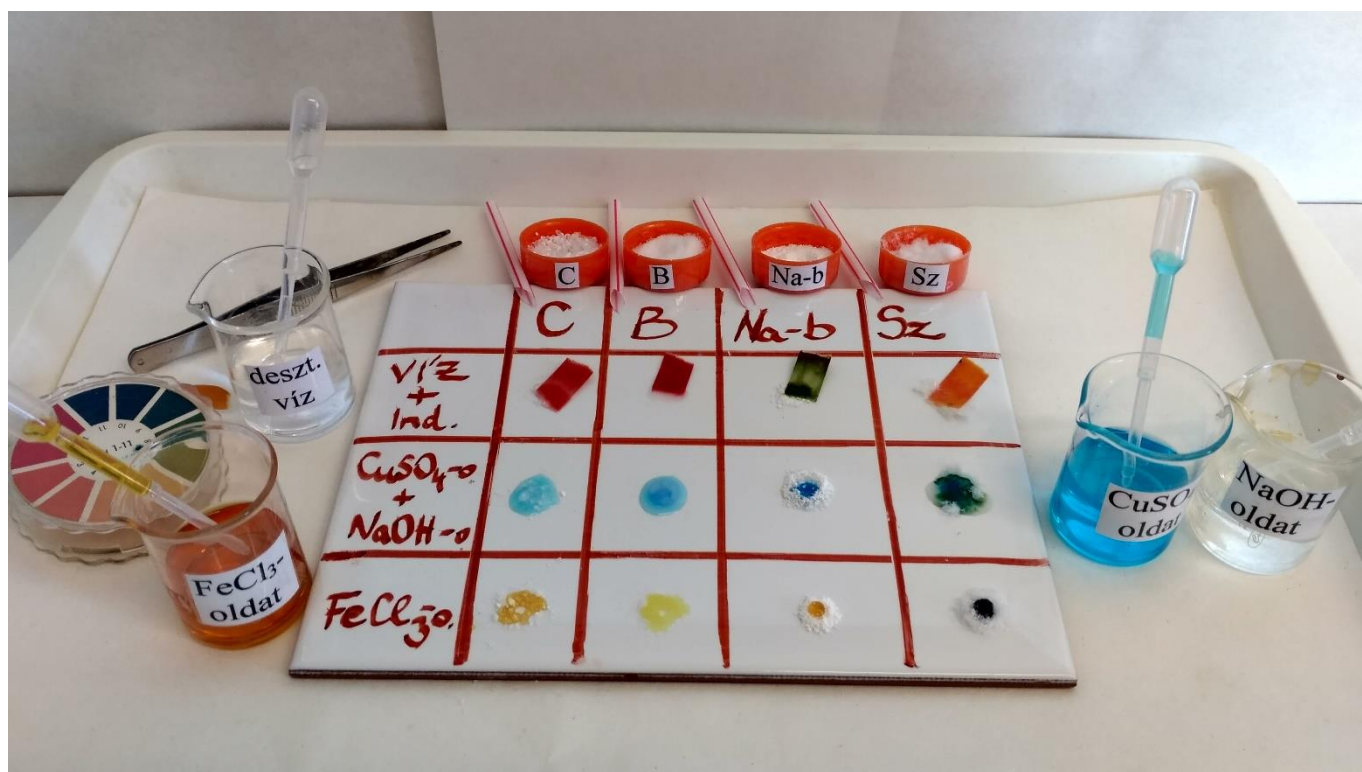
- Az első sorozathoz cseppentsetek 2-2 csepp ioncserélt vizet, majd vizsgáljátok meg az oldatok kémhatását univerzális indikátorpapírral.
- A második sorozathoz cseppentsetek 2-2 csepp réz(II)-szulfát-oldatot, majd 2-2 csepp nátrium-hidroxid-oldatot.
- A harmadik sorozathoz cseppentsetek 2-2 csepp vas(III)-klorid-oldatot.

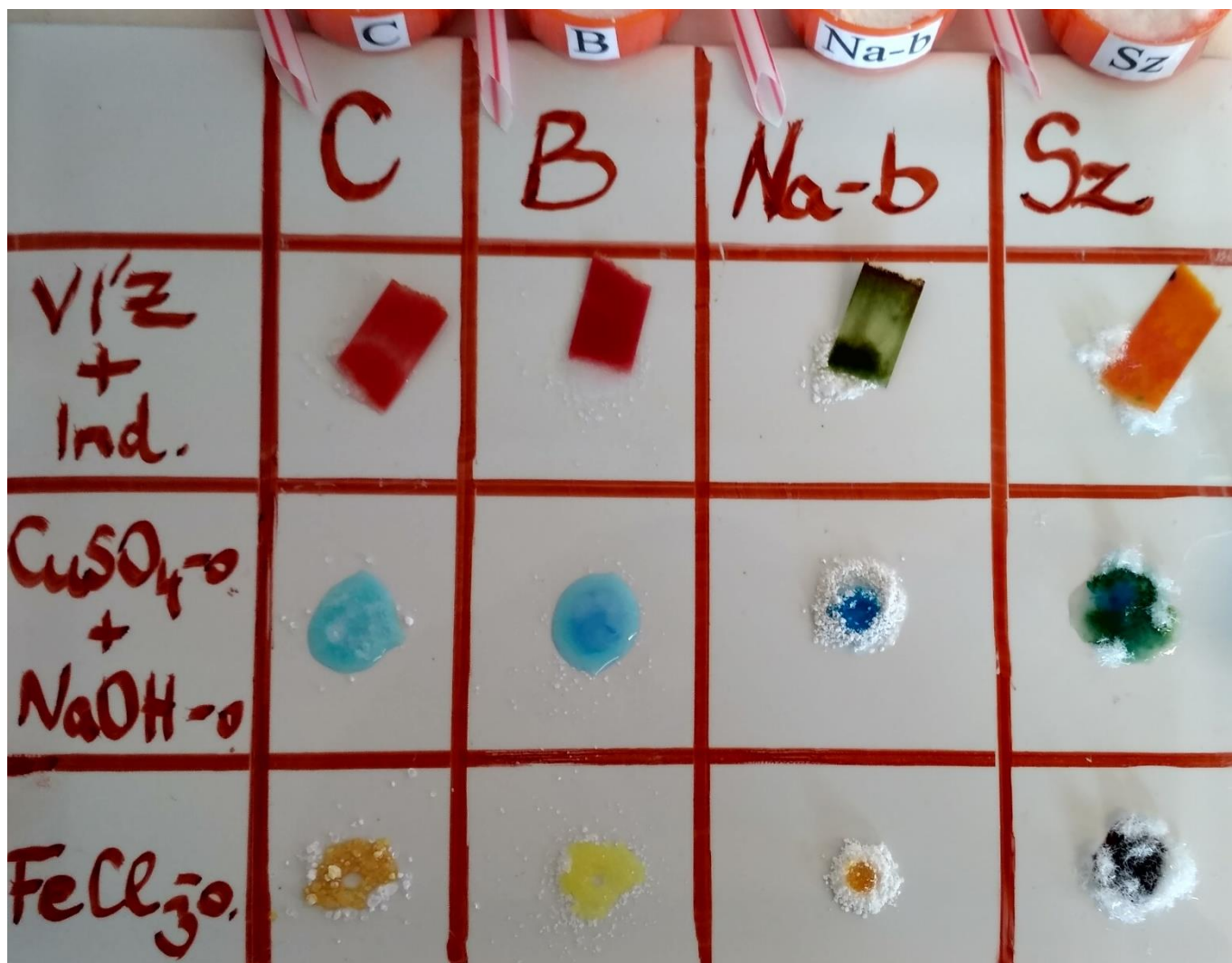
<sup>175</sup> <https://hu.wikipedia.org/wiki/Szalicilsav> (Utolsó látogatás: 2019. 09. 11.)

Megjegyzés: A szalicilsav víztaszító hatású. Erre érdemes a tanulók figyelmét felhívni, ugyanis cseppentéskor a desztillált víz, illetve a vizes oldatok cseppjei legördülnek a kupacról. Megoldás lehet a szalicilsav-kupacban a szívószállal egy kis mélyedést létrehozni.

**Tapasztalat:**

|  | <b>citromsav (C)</b>   | <b>borkősav (B)</b>   | <b>nátrium-benzoát (Na-b)</b>  | <b>szalicilsav (Sz)</b>   |
|--|--|---|--|---|
| <b>kémhatásvizsgálat</b>                   | az indikátorpapír színe:<br><b>piros</b>   | az indikátorpapír színe:<br><b>piros</b>  | az indikátorpapír színe:<br><b>sötét zöld</b>  | az indikátorpapír színe:<br><b>narancssárgás piros</b>  |
| <b>CuSO<sub>4</sub>-oldat + NaOH-oldat</b> | <b>világoskék szilárd anyag keletkezik</b>   | <b>a borkősav körül mélykék színű oldat keletkezik</b>  | <b>sötétkék szilárd anyag keletkezik</b>   | <b>kékeszöld színű rendszer keletkezik</b>  |
| <b>FeCl<sub>3</sub>-oldat</b>              | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot</b> / sárgás oldatot / ibolya színű oldatot kaptunk | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot</b> / <b>sárgás oldatot</b> / ibolya színű oldatot kaptunk | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot</b> / sárgás oldatot / ibolya színű oldatot kaptunk | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot</b> / sárgás oldatot / <b>ibolya színű oldatot</b> kaptunk |





#### Megjegyzések:

- Az indikátorpapír színe természetesen függ attól, milyen tartományban ( $\text{pH} = 1-11$  vagy  $\text{pH} = 1-14$ ) jelez a papír. Ez utóbbi esetben a nátrium-benzoát inkább kékes színű lesz.
- A réz(II)-szulfát-oldat lúgos közegben a citromsav esetében egyértelműen világoskék színű csapadékos rendszer. A borkósav esetében a borkósav körül látszik a mélykék színű oldat, ami a réz(II)-komplex megjelenéséből ered. A nátrium-benzoát és szalicilsav esetében egyértelmű a csapadékos rendszer megjelenése. Emellett valószínűleg az aromás rendszer miatt figyelhetünk meg sötétebb színt. A reagensekből keletkező réz(II)-hidroxid-csapadék tehát csak és kizárólag a borkósav esetében oldódik fel, csak ott jön létre a réz(II)-komplex.
- A lúgos kémhatású nátrium-benzoát esetében barnás színű vas(III)-hidroxid-csapadék jön létre. A sötét ibolya (már-már fekete) szín megjelenésével csak a szalicilsav esetében találkozunk. (Nagy koncentrációk esetében a szín emlékeztet a jód-keményítő komplex színére, de hígítva ez a szín ibolyalila, míg a jód-keményítő komplex színe kék.)

**Magyarázat:** A citromsav, a borkósav, illetve a szalicilsav egyaránt hidroxilcsoportot is tartalmazó **szerves savak**. Ezek vizes

oldata **lúgos/semleges/savas** kémhatású, amelyet az indikátorpapír **piros** színe is jelzett.

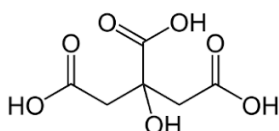
*Megjegyzés: Érdeemes tisztázni, hogy a hidroxilcsoport jelenléte nem feltétele a savas kémhatásnak.*

A nátrium-benzoát a benzoésav nátrium sója, vagyis egy gyenge sav erős bázissal alkotott sója. Vizes oldata **lúgos/semleges/savas** kémhatású, amelyet az indikátorpapír **sötétzöld** színe is jelzett.

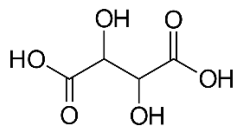
A réz(II)-szulfát-oldat lúgos közegben (a várt világoskék szilárd anyag helyett) mélykék színű oldatot képez azokkal a szerves vegyületekkel, amelyekben egymás melletti 2 szénatomon 1-1 hidroxilcsoport van (ezeket nevezzük vicinális hidroxilcsoportoknak). Az elvégzett vizsgálatok alapján ilyen vegyület a **citromsav/borkósav/nátrium-benzoát/szalicilsav**.

A fenolos hidroxilcsoportot tartalmazó szerves vegyületek vas(III)-klorid-oldat hatására sötét ibolyaszínű vegyületet képeznek. Az elvégzett vizsgálatok alapján ilyen vegyület a **citromsav/borkósav/nátrium-benzoát/szalicilsav**.

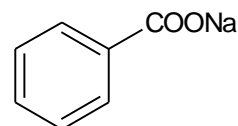
Az alábbiakban az 1. Kísérletben vizsgált élelmiszeradalékok és az aszpirin hatóanyagának **szerkezeti képletei** láthatók.



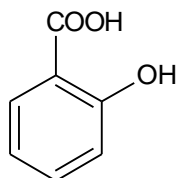
citromsav



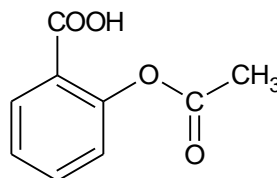
borkósav



nátrium-benzoát



szalicilsav

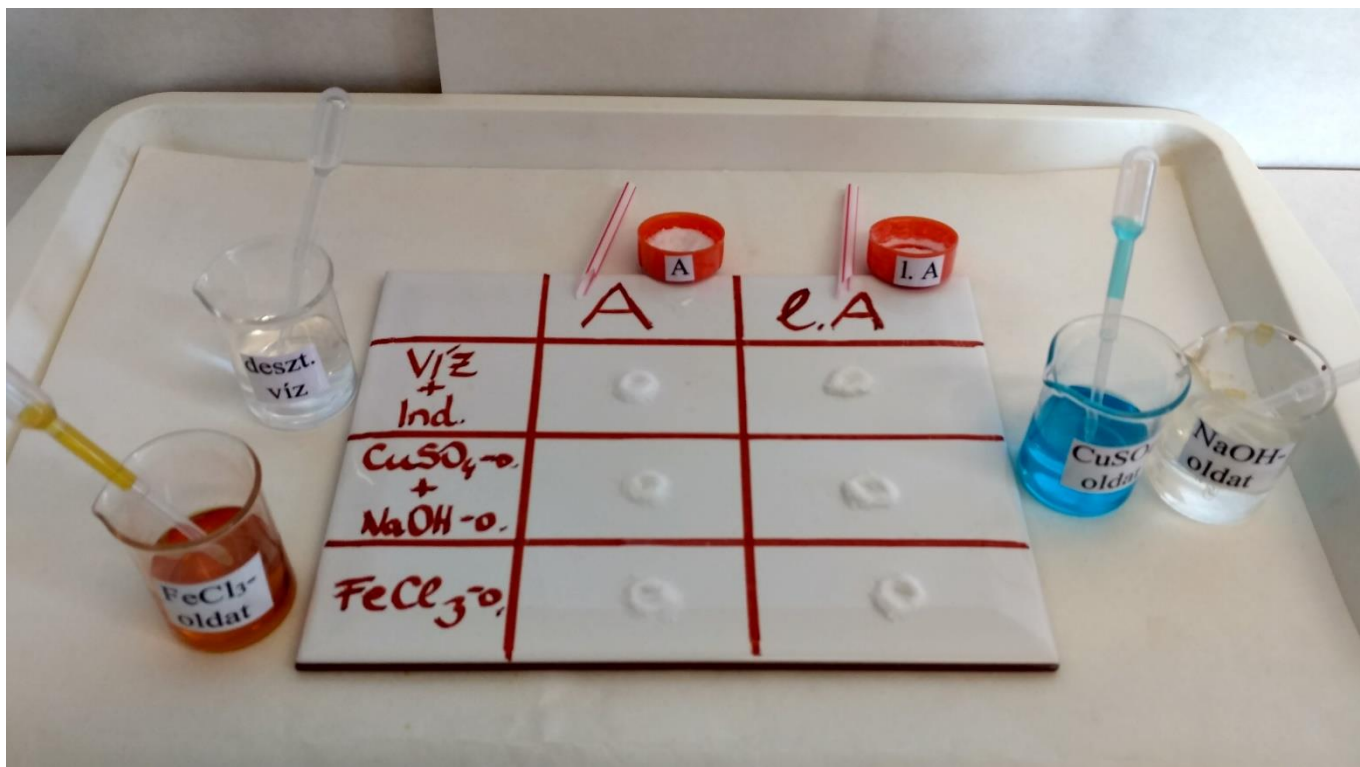


acetyl-szalicilsav (aszpirin)

Az aszpirin fő komponense az acetyl-szalicilsav, ami egy észter. A mellékelt betegtájékoztatójában ez olvasható: „A dobozon feltüntetett lejárati idő (EXP) után ne szedje ezt a gyógyszert.” A lejárt szavatosságú aszpirinben egy olyan bomlástermék jelenhet meg, amelyet az 1. Kísérletben már vizsgáltunk. A 2. Kísérletben egy még fogyasztható és egy már lejárt szavatosságú aszpirintablettából készült két mintát vizsgálunk annak érdekében, hogy kiderítsük, **melyik vegyület ez a bomlástermék**.

## 2. Kísérlet: (Csak az 1. és 2. típusú feladatlap esetén)

Tegyetek a tálcán található másik fehér csempe megfelelő részeire (mind a három sorba) rendre egy keveset a következő szilárd anyagokból: friss aszpirintabletta pora (A) és lejárt szavatosságú aszpirintabletta pora (I. A).



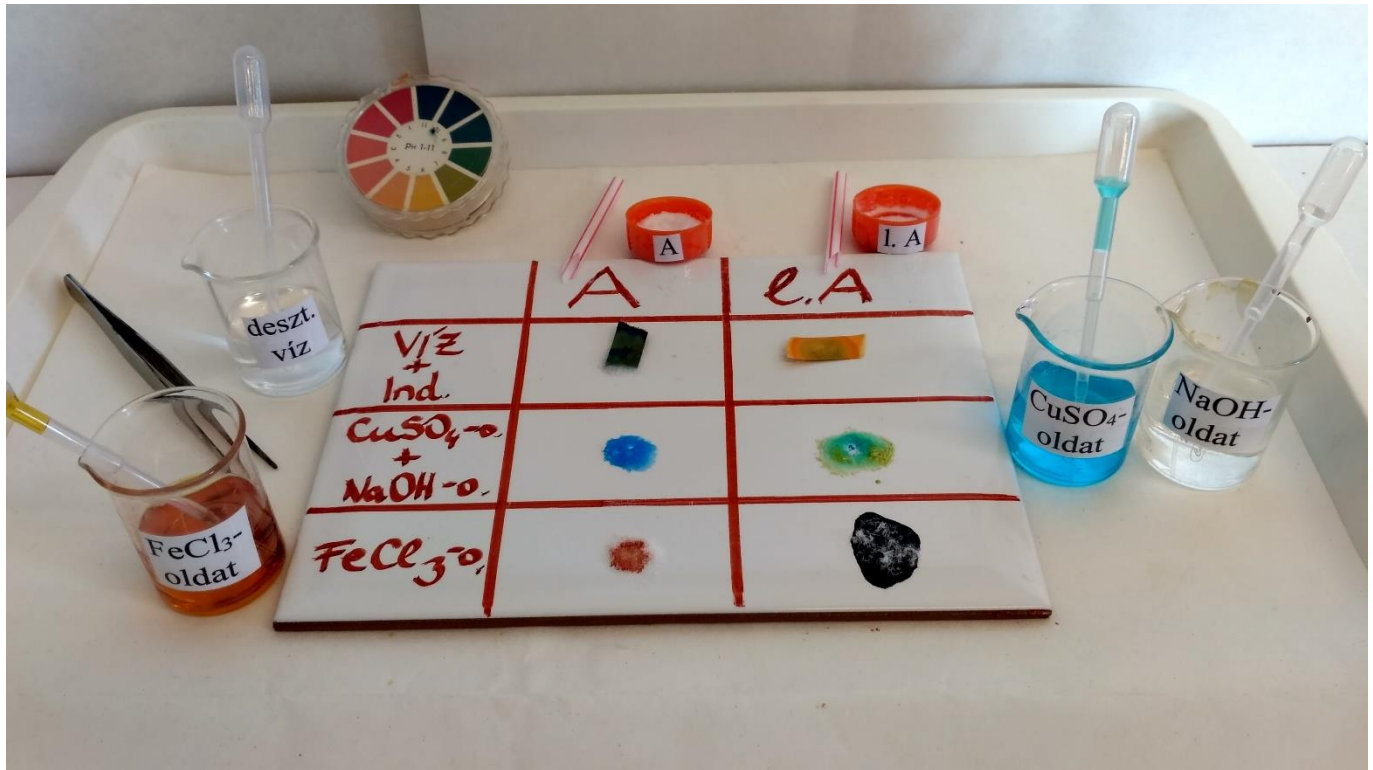
Hasonlítsátok össze a kétféle tablettá összetételét az 1. Kísérletben megszerzett tapasztalatok alapján:

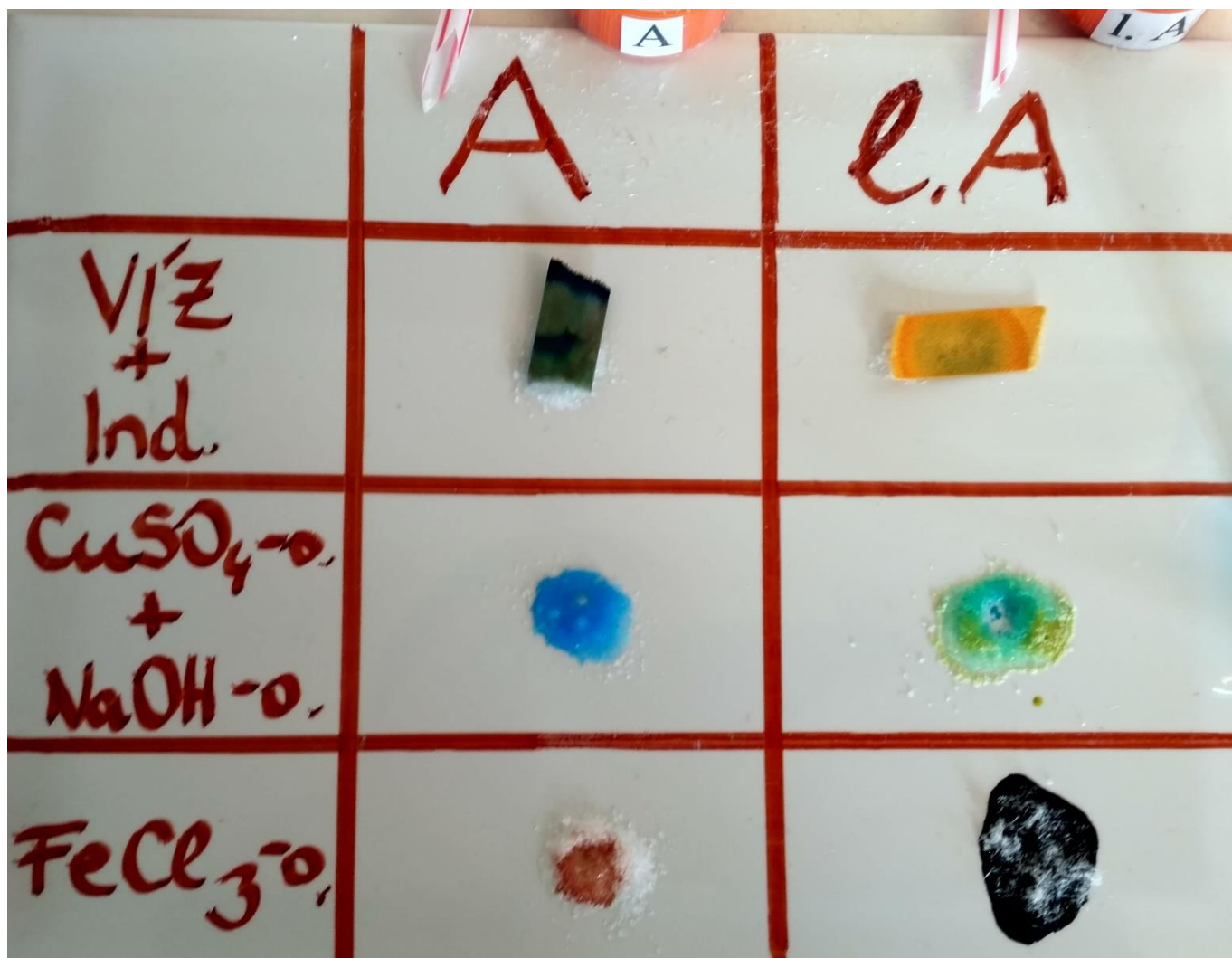
- Az első sorozathoz cseppentsetek 2-2 csepp ioncserélt vizet, majd vizsgáljátok meg az oldatok kémhatását.
- A második sorozathoz cseppentsetek 2-2 csepp réz(II)-szulfát-oldatot, majd 2-2 csepp nátrium-hidroxid-oldatot.
- A harmadik sorozathoz cseppentsetek 2-2 csepp vas(III)-klorid-oldatot.

*Megjegyzés: Amennyiben nem áll rendelkezésre lejárt szavatosságú aspirin, úgy egy aszpirintabletta porát el kell keverni szalicilsavval. Fontos a megfelelő homogenizálás a megbízható eredmények elérése végett.*

**Tapasztalat:**

|   | <b>aszpirin (A)</b>  | <b>lejárt szavatosságú aspirin (I. A)</b>  |
|---|--|--|
| <b>kémhatásvizsgálat</b>                              | az indikátorpapír színe: <b>sötétzöld</b>  | az indikátorpapír színe: <b>zöldes narancssárgás</b>   |
| <b>réz(II)-szulfát-oldat + nátrium-hidroxid-oldat</b> | <b>világoskék színű szilárd anyag</b> keletkezik   | <b>kékeszöld színű rendszer</b> keletkezik   |
| <b>vas(III)-klorid-oldat</b>                          | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot</b> / <b>sárgás oldatot</b> / <b>ibolya színű oldatot</b> kaptunk | a folyamat során <b>barnás szilárd anyagot</b> / <b>sárgás oldatot</b> / <b>ibolya színű oldatot</b> kaptunk |





*Megjegyzés: Az aszpirin nem kizárólag acetil-szalicilsavat tartalmaz. A gyógyszeradalékok egyes készítményekben (pl. a Bayer 500 mg-os Aspirin tablettájának betegájékoztatójában is feltüntetett, lúgosan hidrolizáló vízmentes nátrium-karbonát miatt) enyhén lúgos kémhatás megjelenését is okozhatják. (Elképzelhető, hogy a vízmentes nátrium-karbonátot pont vízmegkötés céljából, a szalicilsavvá történő hidrolízis megelőzése érdekében, vagy a már keletkező szalicilsav megkötése miatt teszik bele az aszpirintablettákba.)*

**Magyarázat:** A lejárt szavatosságú aszpirin vizes oldata **lúgosabb/savasabb** kémhatású a friss aszpirinénél. A lejárt szavatosságú aszpirin **tartalmaz/nem tartalmaz** olyan vegyületet, amelyekben két szomszédos szénatomhoz kapcsolódó hidroxilcsoportok vannak. A lejárt szavatosságú aszpirinben **megtalálható/nem található** fenolos hidroxilcsoportot tartalmazó vegyület.

**Következtetés:** A lejárt szavatosságú aszpirin **citromsavat/borkósavat/nátrium-benzoátot/szalicilsavat** tartalmaz. Ez nedvesség hatására keletkezik az acetil-szalicilsavból. A kémiai reakció típusának neve, amely során ez a bomlástermék keletkezett az észter típusú acetil-szalicilsavból: **(észter)hidrolízis**. A vizsgálatok közül legmegfelelőbb a **kémhatásvizsgálat/a réz(II)-szulfát-oldatos vizsgálat/a vas(III)-klorid-oldatos vizsgálat** volt.



Megjegyzés: Az aszpirin fő komponense egy észter, az acetil-szalicilsav. Az észterek nedves levegőn lassan hidrolizálnak, miközben a megfelelő alkohol/fenol és karbonsav jön létre. Jelen esetben az aszpirinből ecetsav és szalicilsav keletkezhet. Ez utóbbi tartalmaz fenolos hidroxilcsoportot.

A vizsgálatok azt is igazolják, hogy lejárt szavatosságú aszpirint (és más gyógyszereket) **szabad/nem szabad fogyasztani**.

Megjegyzések:

- Az eredmények megbeszélése kapcsán kitérhetünk arra, hogy a gyógyszerek és az élelmiszerek gyártói sokszor önvédelemből (az esetleges panaszok vagy perek miatti hitelvesztés elkerülése érdekében) jelölnek meg lejárat határidőket. Ezért előfordulhat, hogy egyes termékek az adott időpont után is biztonságosan használhatók. Azonban erről csak akkor tudunk dönteni, ha ismerjük a lehetséges veszélyeket, és azok előfordulásának valószínűségét. Egy lejárt szavatosságú, de ép csomagolású aszpirintabletta (amelyről egyébként tudjuk, hogy vízmegkötőt is tartalmaz a hidrolízis megelőzése érdekében) elfogyasztása kétségtelenül jár bizonyos kockázatokkal. Ezek függenek a beteg szervezetének egyéni sajátosságaitól is. Azonban, ha olyanok a körülmények, hogy semmiképp nem szerezhető be másik gyógyszer, és a beteg láza, fájdalma nem kockázat, hanem egyértelmű bizonyosság, akkor az felülírhatja a szavatossági idő lejártát. Az ilyen komplex, sok tényező hatását mérlegelni képes gondolkodásmód kialakítása nagyon nehéz. Azonban végső soron ennek fejlesztése, és a hozzá szükséges tudás megszerzése lenne a természettudományos oktatás értelme és fő célja.
- Fontos néhány szóban kiemelni a tanulók számára, hogy egy gyógyszer kifejlesztése és engedélyeztetése átlagosan 10-12 évig tart, és nagyon drága (milliárd dolláros nagyságrendről van szó!). Ennek oka az, hogy ilyen hosszú idő alatt lehet csak elvégezni azt, a már-már elképzelhetetlenül sok, és nagyon szigorú szabályok szerint kivitelezendő vizsgálatot, amelyekkel feltérképezik az esetleges mellékhatásokat, az egyéni érzékenységeket, illetve megállapítják az emberek 50 %-a esetében hatásos dózist (effective dose, ED50) és az esetlegesen veszélyes dózist. Ezt hívják bizonyítékokon alapuló gyógyszerkutatásnak. Kulcselemei a kellően nagyszámú mintán végzett „dupla vak” vizsgálatok, amelyek során nem csak a beteg, de az orvos is sem tudja, hogy ki kapott olyan tablettát, amelyben benne van az adott hatóanyag, és ki olyat, amelyben nincs (azaz placebo). Az eredményeket pedig nagyon komoly matematikai tudást igénylő statisztikai értékeléseknek vetik alá. Ezért az így kereskedelmi forgalomba hozott gyógyszerek használata biztonságos, vagy legalábbis meglehetősen pontosan ismertek a kockázatok és az ellenjavallatok. (Például az aszpirin esetében az utóbbiak közé sorolható a gyomor- és bélfekély, valamint a vérékenység.)
- A hosszas vizsgálatok során a gyógyszerkutatók által előállított, és az első teszteken hatásosnak bizonyult vegyületek túlnyomó többségéről az derül ki, hogy a toxikusságuk vagy a mellékhatásaik miatt mégsem lehet belőlük gyógyszer. Ezért a gyógyszerkutatás roppant tökeigényes és kockázatos tevékenység. Azért, hogy a gyógyszergyártók mégis hajlandók legyenek pénzt és energiát fektetni az újabb és újabb gyógyszerek kifejlesztésébe, a frissen előállított és hatásosnak bizonyuló vegyületeket szabadalmaztatni szokták. A szabadalom 20 évet biztosít arra, hogy megtörténjen az összes vizsgálat, amely az engedélyezéshez szükséges. Utána a szabadalom lejártáig a szabadalom birtokosa monopóliumot élvez a gyógyszer gyártására és forgalmazására. Ebben az időszakban (ami általában 8-10 év) tudják realizálni azt a profitot, ami miatt mégis hasznot hozhat ez a rendkívüli tudást, kitartást és nagy mennyiségű pénzt igénylő, kockázatos kimenetelű tevékenység.
- A fentiekkel szemben a „természetes” gyógymódokat és „gyógy”szereket az esetek nagy részében senki nem vizsgálja, vagy az elvégzett vizsgálatok nem kielégítőek, mert nem elég kiterjedtek, szabályosak, szakszerűek stb. Az ilyen termékek alkalmazása rendkívüli kockázatokat rejt.
- Sajnos árulnak azonban olyan termékeket is, amelyekről az illetékes és hozzáértő testületek, illetve hatóságok már kimondták, hogy (az esetlegesen több évszázados alkalmazás ellenére) még soha senkinek nem sikerült bizonyítania tudományos érvényű vizsgálatokkal a jótékony hatásukat. Jó példák erre a homeopátiás szerek, amelyek forgalmazását egyre több országban tiltják be, vagy korlátozzák.<sup>176</sup>

<sup>176</sup> [https://mta.hu/tudomany\\_hirei/homeopatia-hasznos-vagy-artalmas-uj-allasfoglalas-europai-tudosoktol-108033](https://mta.hu/tudomany_hirei/homeopatia-hasznos-vagy-artalmas-uj-allasfoglalas-europai-tudosoktol-108033) (Utolsó látogatás: 2019. 09. 12.)

- *Vannak persze olyan „hagyományos” gyógymódok, amelyek hatásosságát szabályos gyógyszeripari vizsgálatok is igazolták. Ilyen például egyes gyógynövények használata (ld. a kamillatea gyulladáscsökkentő hatása). Azonban még a gyógynövények alkalmazása is rejthet kockázatokat. Például a szív teljesítményét fokozó szívglikozidokat tartalmazó gyűszűvirág-féléket évezredek óta használták erre a célra. Azonban ezen vegyületek esetében a hatásos dózis (ED50) és a halálos dózis (lethal dose, LD50, amitől várhatóan az emberek fele meghalna) között viszonylag kicsi a különbség. A hatóanyagok koncentrációját azonban a növénykivonatokban nehéz szabályozni, és a múltban nem is ismerték (sőt magukat a vegyületeket és a mára már felderített hatásmechanizmusukat sem!). Ezért sok mérgezés (és feltehetően haláleset) fordult elő. Emiatt a gyógyszeripar mára már sok más, szívizom-összehúzóást segítő (ún. pozitív inotróp) vegyületet állított elő.*
- *Az órai hangulat oldása érdekében megemlíthető még az is, hogy az LD50 értékét természetesen nem úgy állapítják meg, hogy sokszor egymás után beadnak különféle nagyságú adagokat az adott szerből 100 egészséges önkéntesnek, s megnézik, hányan maradnak közülük életben... Természetesen erre az adatra az esetlegesen ismert konkrét mérgezési esetekből lehet következtetni. Ennek kapcsán a diákok között vita indulhat a gyógyszerkutatók és -gyártók erkölcsi felelősségéről, az állatkísérletek szükségességéről és korlátozásáról stb. Persze, ez már nem fog bele férni ebbe a tanórába.*

A fenti kísérletek során **szerves kémiai minőségi elemzést** (kvalitatív analízist) hajtottunk végre. Ennek lényege az, hogy olyan kísérleteket (ún. **próbákat**) végzünk el, amelyek csak bizonyos sajátságokkal rendelkező **funkciós csoportok** esetében adnak pozitív eredményt. A minőségi elemzés első lépése, hogy a vizsgálatokat **tiszta anyagokkal** végezzük el. Akkor kiderül, hogy hogyan reagál az adott funkciós csoport egy-egy **reagenssel**. Ahogy az az 1. Kísérletben is látszott, eközben az **„egyszerre csak egy paramétert változtatunk”** elvet kell követni. A következő lépés az, hogy az **ismeretlen** anyaggal is elvégezzük a kísérleteket, és a **tapasztalatokat összevetjük** a tiszta anyagok esetében kapott eredményekkel.

Az 1. Kísérletben karbonsavszármazékokat, illetve egy karbonsavsót vizsgáltunk. A 2. Kísérletben a friss aszpirin és a lejárt szavatosságú aszpirin **összetétele és tulajdonságai** közötti **különbséget okozó bomlásterméket** a már **megismert próbák** segítségével mutattuk ki. A lejárt szavatosságú tablettában lévő **bomlástermék** volt a meghatározni kívánt **ismeretlen anyag**. A még fogyasztható aszpirintabletta **kontrollként** szerepelt. A kontrollt azért volt szükséges alkalmazni, hogy igazoljuk: tényleg az aszpirin bomlásából keletkező vegyületet sikerült meghatározni, mert a tiszta aszpirin nem mutatta azokat a sajátságokat.

### Csak a 3. típusú feladatlap esetén

Az aszpirin fő komponense az acetil-szalicilsav, ami egy észter. A mellékelt betegtájékoztatójában ez olvasható: „A dobozon feltüntetett lejáratidő (EXP) után ne szedje ezt a gyógyszert.” A lejárt szavatosságú aszpirinben egy olyan bomlástermék jelenhet meg, amelyet az 1. Kísérletben már vizsgáltunk. A 2. Kísérletben egy még fogyasztható és egy már lejárt szavatosságú aszpirintablettából készült két mintát vizsgálunk. Tervezzetek, majd hajtsatok végre egy kísérletet, amelynek segítségével kiderítitek, hogy az 1. Kísérletben vizsgált négy vegyület közül **melyik ez a bomlástermék**.

A mai kísérletek során **szerves kémiai minőségi elemzést** (kvalitatív analízist) hajtottunk végre. Ennek lényege az, hogy olyan kísérleteket (ún. **próbákat**) végzünk el, amelyek csak bizonyos sajátságokkal rendelkező **funkciós csoportok** esetében adnak pozitív eredményt. A minőségi elemzés első lépése, hogy a vizsgálatokat a **tiszta anyagokkal** végezzük el. Akkor kiderül, hogy hogyan reagál az adott funkciós csoport egy-egy **reagenssel**. Ahogy az az 1. Kísérletben is látszott, eközben az **„egyszerre csak egy paramétert változtatunk”** elvet kell követni. A következő lépés az, hogy az **ismeretlen** anyaggal is elvégezzük a kísérleteket, és a **tapasztalatokat összevetjük** a tiszta anyagok esetében kapott eredményekkel.

Az 1. Kísérletben karbonsavszármazékokat, illetve egy karbonsavsót vizsgáltunk. A 2. Kísérletben a friss aszpirin és a lejárt szavatosságú aszpirin **összetétele és tulajdonságai** közötti **különbséget okozó bomlásterméket** a már **megismert próbák** segítségével mutatjuk ki. A lejárt szavatosságú tablettában lévő **bomlástermék** a meghatározni kívánt **ismeretlen anyag**. A még fogyasztható aszpirintabletta **kontrollként** szerepel. A kontrollt

azért szükséges alkalmazni, hogy igazoljuk: tényleg az aszpirin bomlásából keletkező vegyületet sikerült meghatározni, mert a tiszta aszpirin nem mutatja azokat a sajátságokat.

## 2. Kísérlet egy lehetséges terve:

**Megvizsgálom mind a friss aszpirin, mind a lejárt szavatosságú aszpirin kémhatását, réz(II)-szulfáttal szemben mutatott viselkedését lúgos közegben, illetve vas(III)-klorid-oldattal szemben mutatott viselkedését.**

**Ehhez a rácsosan megfestett csempén elhelyezünk kis kupacokat aszpirinből és lejárt aszpirinből, majd az 1. Kísérletnek megfelelően elvégezzük a vizsgálatokat.**

Lehetséges tapasztalatok:

**A vizsgálatok azt mutatták, hogy a lejárt szavatosságú aszpirin vizes oldata savasabb kémhatású, mint a tiszta aszpiriné.**

**Lúgos közegben réz(II)-szulfát-oldat hatására a tiszta aszpirin kék színű, a lejárt szavatosságú aszpirin kékeszöld színű csapadékos rendszert képez.**

**Vas(III)-klorid-oldat hatására az aszpirin barnás szilárd anyagot, a lejárt szavatosságú aszpirin ibolyaszínű vegyületet képez.**

Magyarázat:

**A lejárt szavatosságú aszpirin nem tartalmaz olyan vegyületet, amelyekben két szomszédos szénatomhoz kapcsolódó hidroxilcsoportok vannak. A lejárt szavatosságú aszpirinben megtalálható fenolos hidroxilcsoportot tartalmazó vegyület.**

**Következtetés:** A lejárt szavatosságú aszpirin **citromsavat/borkősavat/nátrium-benzoátot/szalicilsavat** tartalmaz. Ez(ek) nedvesség hatására keletkezik/keletkeznek az acetil-szalicilsavból. A kémiai reakció típusának neve, amely során ez(ek) a keletkezett/keletkeztek bomlástermék(ek) az észter típusú acetil-szalicilsavból: **(észter)hidrolízis**. A vizsgálatok közül legmegfelelőbb a **kémhatásvizsgálat/a réz(II)-szulfát-oldatos vizsgálat/a vas(III)-klorid-oldatos vizsgálat** volt.

A vizsgálatok azt is igazolják, hogy lejárt szavatosságú aszpirint (és más gyógyszereket) **szabad/nem szabad fogyasztani**.

## Hogyan készül? – Élelmiszer adalékanyagok és gyógyszerek (Olvasmány)

**Az E-számok körüli hisztéria indokolatlan.** Hiszen csak azok az élelmiszer-adalékanyagok kapnak E-számot, amelyek használatát az élelmiszerbiztonsági hatóságok szigorú vizsgálatok után engedélyezik. Ezek között számos természetes eredetű, az emberi szervezetre jótékony hatással bíró anyag is található, amelyeket gyakran, és különösebb aggodalom nélkül viszünk be a szervezetünkbe a táplálékkal. (A kémiaórán megoldott feladatlapon erre szolgált példaként az ételecet.)

Az E-számokkal ellátott adalékanyagok pénzbe kerülnek. Tehát a gyártók nem használnák ezeket, ha nem lenne rá valamilyen nyomós okuk. A kérdés tehát inkább az, hogy valóban indokolt-e a használatuk. Például nem biztos, hogy egy színezéket érdemes beletenni a termékbe csak azért, hogy tetszetősebb legyen. Azonban régebben például a tartósítószer nélküli felvágottak sokkal gyorsabban romlottak meg, s emiatt akkor gyakoribbak is voltak az ezek által okozott ételmérgezések, szalmonellafertőzések. Tovább gondolkodva feltehető a kérdés, hogy nem megtévesztő-e a zselésítő és sűrítő anyagok használata. Ezek segítségével ugyanis minimális tápanyagot tartalmazó, híg levekből lehet látszólag olyan géleket (lekvárokat, joghurtokat stb.) készíteni, amelyek szilárdnak látszanak. Ha azonban valaki ennek tudatában dönt a termék megvásárlása mellett, az önmagában nem okoz gondot. A gélképző és emulgeáló hatású *guargumi* sem az E-száma (E412) miatt került 2007 nyarán a hírekbe, hanem az akkori szállítmányba került *dioxin-* és *pentaklórfenol-*szennyezés okán.<sup>177</sup>

Korábban alkalmaztak **szalicilsavat** befőzőeskor, de az erre irányuló vizsgálatok azt mutatták, hogy nagy dózisban toxikus. Emellett csak hidegen volt javasolt a használata, ugyanis melegben a mérgező *fenollá* alakul. Ezért néhány éve kivonták a kereskedelmi forgalomból. Azért **nincs** tehát **E-száma a szalicilsavnak**, mert nem volt biztosítható, hogy a befőzés során csak hidegen alkalmazzák, elkerülve a bomlást, így az ezzel járó mérgezést. Helyette javasolt a **nátrium-benzoátot** (E211) használni a befőzéshez. Nagy koncentrációban sóval, cukorral, ecettel, továbbá hősterilizálással is lehet tartósítani, de mindegyiknek megvan a maga hátránya.

Az élelmiszeradalékok mellett érdemes foglalkozni egy kicsit a gyógyszergyártással is. Egy **gyógyszer** kifejlesztése és engedélyeztetése átlagosan 10-12 évig tart, és nagyon drága (milliárd dolláros nagyságrendről van szó!). Ennek oka az, hogy ilyen hosszú idő alatt lehet csak elvégezni azt, a már-már elképzelhetetlenül sok, és nagyon szigorú szabályok szerint kivitelezendő vizsgálatot, amelyekkel feltérképezik az esetleges mellékhatásokat, az egyéni érzékenységeket, illetve megállapítják az emberek 50 %-a esetében hatásos dózist (*effective dose, ED50*) és az esetlegesen veszélyes dózist. Ezt hívják **bizonyítékokon alapuló gyógyszerkutatásnak**. Kulcselemei a kellően nagyszámú mintán végzett „*dupla vak*” vizsgálatok, amelyek során nem csak a beteg, de az orvosa sem tudja, hogy ki kapott olyan tablettát, amelyben benne van az adott hatóanyag, és ki olyat, amelyben nincs (azaz placebo). Az eredményeket pedig nagyon komoly matematikai tudást igénylő statisztikai értékeléseknek vetik alá. Ezért az így kereskedelmi forgalomba hozott gyógyszerek használata biztonságos, vagy legalábbis meglehetősen pontosan ismertek a kockázatok és az ellenjavallatok. (Például az aszpirin esetében az utóbbiak közé sorolható a gyomor- és bélfekély, valamint a vérzékenység.)

A hosszas vizsgálatok során a gyógyszerkutatók által előállított, és az első teszteken hatásosnak bizonyult vegyületek túlnyomó többségéről az derül ki, hogy a toxikusságuk vagy a mellékhatásaik miatt mégsem lehet belőlük gyógyszer. Ezért a **gyógyszerkutatás roppant tőkeigényes és kockázatos tevékenység**. Azért, hogy a gyógyszergyártók mégis hajlandók legyenek pénzt és energiát fektetni az újabb és újabb gyógyszerek kifejlesztésébe, a frissen előállított és hatásosnak bizonyuló vegyületeket szabadalmaztatni szokták. A

<sup>177</sup> <https://hu.wikipedia.org/wiki/Guargumi> (Utolsó letöltés: 2019. 09. 12.)

szabadalom 20 évet biztosít arra, hogy megtörténjen az összes vizsgálat, amely az engedélyezéshez szükséges. Utána a szabadalom lejártáig a szabadalom birtokosa monopóliumot élvez a gyógyszer gyártására és forgalmazására. Ebben az időszakban (ami általában 8-10 év) tudják realizálni azt a profitot, ami miatt mégis hasznot hozhat ez a **rendkívüli tudást, kitartást és nagy mennyiségű pénzt igénylő, kockázatos kimenetelű tevékenység.**

A fentiekkel szemben a „természetes” gyógymódokat és „gyógy”szereket az esetek nagy részében **senki nem vizsgálja**, vagy az elvégzett vizsgálatok nem kielégítőek, mert nem elég kiterjedtek, szabályosak, szakszerűek stb. Az ilyen termékek alkalmazása **rendkívüli kockázatokat rejt.**

Sajnos árulnak azonban olyan termékeket is, amelyekről az illetékes és hozzáértő testületek, illetve hatóságok már kimondták, hogy (az esetlegesen több évszázados alkalmazás ellenére) még soha senkinek nem sikerült bizonyítania tudományos érvényű vizsgálatokkal a jótékony hatásukat. Jó példák erre a **homeopátiás szerek**, amelyek forgalmazását egyre több országban **tiltják** be, vagy korlátozzák.<sup>178</sup>

Vannak persze olyan „hagyományos” gyógymódok, amelyek **hatásosságát szabályos gyógyszeripari vizsgálatok is igazolták.** Ilyen például egyes gyógynövények használata (ld. a kamillatea gyulladáscsökkentő hatása). Azonban még a gyógynövények alkalmazása is rejthet kockázatokat. Például a szív teljesítményét fokozó szívglikozidokat tartalmazó gyűszűvirág-féléket évezredek óta használták erre a célra. Azonban ezen vegyületek esetében a hatásos dózis (ED50) és a halálos dózis (*lethal dose*, *LD50*, amitől várhatóan az emberek fele meghalna) között viszonylag kicsi a különbség. A hatóanyagok koncentrációját azonban a növénykivonatokban nehéz szabályozni, és a múltban nem is ismerték (sőt magukat a vegyületeket és a mára már felderített hatásmechanizmusukat sem!). Ezért sok mérgezés (és feltehetően haláleset) fordult elő. Emiatt a gyógyszeripar mára már sok más, szívizom-összehúzóást segítő (ún. pozitív inotróp) vegyületet állított elő.

Megjegyzés: Az LD50 értékét természetesen nem úgy állapítják meg, hogy sokszor egymás után beadnak különböző nagyságú adagokat az adott szerből 100 egészséges önkéntesnek, s megnézik, hányan maradnak közülük életben... Természetesen erre az adatra az esetlegesen ismert konkrét mérgezési esetekből lehet következtetni, és azáltal csak becslést lehet elérni a kutatók.

A gyógyszerek és az élelmiszerek gyártói sokszor önvédelemből (az esetleges panaszok vagy perek miatti hitelvesztés elkerülése érdekében) jelölnek meg **lejárató határidőket.** Ezért előfordulhat, hogy egyes termékek az adott időpont után is biztonságosan használhatók. Azonban erről csak akkor tudunk dönteni, ha ismerjük a lehetséges veszélyeket, és azok előfordulásának valószínűségét. Egy lejárt szavatosságú, de ép csomagolású aszpirintabletta (amelyről egyébként tudjuk, hogy vízmegkötőt is tartalmaz a hidrolízis megelőzése érdekében) elfogyasztása kétségtelenül jár bizonyos kockázatokkal. Ezek függenek a beteg szervezetének egyéni sajátosságaitól is. Azonban, ha olyanok a körülmények, hogy semmiképp nem szerezhető be másik gyógyszer, és a beteg láza, fájdalma nem kockázat, hanem egyértelmű bizonyosság, akkor az felülírhatja a szavatossági idő lejártát. Az ilyen komplex, sok tényező hatását mérlegelni képes gondolkodásmódot nem könnyű elsajátítani, de törekedni kell rá.

---

<sup>178</sup> [https://mta.hu/tudomany\\_hirei/homeopatia-hasznos-vagy-artalmas-uj-allasfoglalas-europai-tudosoktol-108033](https://mta.hu/tudomany_hirei/homeopatia-hasznos-vagy-artalmas-uj-allasfoglalas-europai-tudosoktol-108033) (Utolsó látogatás: 2019. 09. 12.)

# 23. feladatlap: Mennyi a C-vitamin a narancslében?

(Az első változatot készítette: Dancsó Éva)

## Módszertani útmutató

**1. Téma:** Szerves sav redoxireakciója, titrálás félkvantitatív módszerrel

**2. Felhasználás:** 10. osztály, 45 perces tanóra

**3. Szükséges előzetes ismeretek:**

- Karbonsavak.
- A szerves kémiai redoxireakciók értelmezése.
- A mérési hiba fajtái.
- Az E-számok fogalma.
- Egyenes arányosság.

**4. Célok:**

- Ismeretek szerzése a mennyiségi meghatározás / kvantitatív analízis módszereiről.
- Ismeretek bővítése a mérési hibák típusairól, csökkentésük módjairól.
- A mérőoldat koncentrációja meghatározásának és a vele történő redoxititrálásnak a modellezése cseppentővel végzett félkvantitatív módszerrel.
- Manuális készségek fejlesztése.
- A referenciaanyag fogalmának megismerése.
- A logikus gondolkodás fejlesztése.
- A kritikai gondolkodás fejlesztése.
- A redoxireakciók értelmezésének gyakoroltatása.
- A C-vitaminnal kapcsolatos ismeretek bővítése.
- Az ételmszer-adalékokkal kapcsolatos ismeretek bővítése.
- Az E-számokkal kapcsolatos tévhitek eloszlatása.

**5. Tananyag:**

- **Ismeret szint:**
  - A C-vitamin kémiai néven aszkorbinsav.
  - Az aszkorbinsav jóddal oxidálható.
  - A titrálás egy anyag mennyiségi meghatározására alkalmas módszer.
  - Az E-számok az Európai Unióban engedélyezett egyes ételmszer-adalékanyagok kódjai.
  - A mérési hibák fajtái.
- **Megértés szint:**
  - A szerves kémiában az oxidáció gyakran hidrogénleadásként valósul meg. Ha a hidrogénatom egy szénatomhoz kapcsolódó hidroxilcsoportról távozik, a kialakuló szén-oxigén kettős kötés elektronjai a nagyobb elektronegativitású oxigénhez közelebb húzódnak. Ez a szénatomra nézve nem teljes elektronátadással megvalósuló oxidáció.
  - A titrálás során azt vizsgáljuk, hogy adott térfogatú, ismeretlen koncentrációjú oldat mekkora térfogatú, ismert koncentrációjú mérőoldattal reagál.
  - Referencia lehet egy, a vizsgálandó anyagot tartalmazó, de ismert koncentrációjú oldat, amely meghatározott mennyiségű mérőoldattal reagál.
  - Az E-számokkal jelzett anyagok az engedélyezett mennyiségben nem egészségkárosítók.

- **Alkalmazás szint:**
  - Mérőoldat hatóanyagtartalmának meghatározása referenciaanyaggal.
  - A referenciaanyag koncentrációjának ismeretében egy ismeretlen összetételű minta koncentrációjának meghatározása.
  - Az adott mérést terhelő mérési hibák és a csökkentésük lehetőségeinek megtalálása.
- **Magasabb rendű műveletek szintje:**
  - A 2. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében a titrálás elvének és lépéseinek utólagos megértése a kísérletek elvégzése után.
  - A 3. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében a titrálás elvének és lépéseinek megértése a kísérlet megtervezése és a megtervezett kísérletek kivitelezése előtt.

## 6. Módszertani megfontolások:

- A diákok által mért konkrét cseppszámok attól függenek, hogy milyen Lugol-oldatot, és milyen Pasteur-pipettát használnak. Ez nem jelent gondot, mert az arányok nem fognak változni.
- Az oxidációs számok ismerete a középszintű érettségien már nem követelmény, de a tanári szabadság természetesen megengedi a tanításukat. Az ezzel kapcsolatos feladat csak a tanári változatban szerepel. Ez lehet fakultatív (tehetséggondozó, illetve szorgalmi) feladat.
- A 2. számú főzőpohár is 50 cm<sup>3</sup> folyadékot kell tartalmazzon, hogy a lehető legkevésbé sérüljön az „egyszerre csak egy tényezőt változtatunk” elv.
- Még így is érdemes megkérdezni a csoportot, hogy sérült-e vajon az „egyszerre csak egy tényezőt változtatunk elv”. Bizonyára rájönnek, hogy a komponensek száma nem azonos a 2. és 3. számú főzőpohárban. Ennek kapcsán ki lehet térni arra, hogy a narancslében a C-vitaminon kívül egyéb olyan összetevők is vannak, amelyek reagálni tudnak a jóddal.

## 7. Technikai segédlet:

- **Anyagok és eszközök a tanuló kísérletekhez (csoportonként):**
  - 1%-os keményítőoldat
  - Lugol-oldat
  - 2 Pasteur-pipetta ("K" és "L" jelzésekkel, bár az utóbbi a Lugol-oldattól az első használat után úgyis megbarnul)
  - 1. számmal jelzett 100 cm<sup>3</sup>-es üres főzőpohárban 50 cm<sup>3</sup> desztillált víz
  - 2. számmal jelzett 100 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárban 20 mg aszkorbinsavat tartalmazó 50 cm<sup>3</sup> oldat
  - 3. számmal jelzett 100 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárban 50 cm<sup>3</sup> „100%-os” narancslé
  - törülköző vagy papírtörülköző
  - tálca
  - üvegbot
  - védőkesztyű és védőszemüveg
- **Előkészítés:**
  - Azt a dobozt, amelyből a narancslémintákat kapták a diákok, be kell vinni az osztályba. (Javasolt a Hohes C classik, de bármely más, úgynevezett 100%-os narancslé is megfelel, amelynek a C-vitamin-tartalma föl van tüntetve a dobozán.)
  - Az előkészítést célszerű közvetlenül az óra előtt elvégezni, hogy az aszkorbinsav ne oxidálódjon a levegőn állás közben.
  - A 2. számmal jelzett főzőpohár tartalmát célszerű úgy elkészíteni, hogy gyógyszerárban frissen vásárolt aszkorbinsavporból, vagy JutaVit Ascorbic acid 100% Vitamin C porból frissen 1,00 g/dm<sup>3</sup> tömegkoncentrációjú oldatot készítsünk, majd ebből 20 cm<sup>3</sup>-t kimérünk a főzőpohárba, és 30 cm<sup>3</sup> desztillált vagy csapvízzel fölígítjuk.
  - A Lugol-oldat készítésének egy lehetséges módja: 1,3 g I<sub>2</sub>-ot és 2,5 g KI-ot 20 cm<sup>3</sup> desztillált vízben föloldunk, majd az oldat térfogatát 100 cm<sup>3</sup>-re kiegészítjük.
  - Az előkészített tálca fényképe a következő (mindhárom típusú csoport számára):



- **Balesetvédelem és hulladékkezelés:**

- A felhasznált anyagok nem veszélyesek, a lefolyóba kiönthetők.
- Csak arra kell ügyelni, hogy a jódoldat ne ömöljön a diákok ruhájára vagy máshová. Ha ez mégis megtörténne, akkor  $2 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -oldattal reagáltatható el.



## Mennyi a C-vitamin a narancslében? (1. típus receptszerű változat)

A kémiában, és gyakran a mindennapi életben (a konyhatechnikában, kertészkedés közben, tisztítószer használatakor) gyakran fölmerülő probléma, hogy mi van az edényben, és mennyi. Ezekre a kérdésekre az analitikai kémia adja meg a választ. A "Mi van az edényben?" típusú problémák esetében a **minőségi elemzés** (kvalitatív analízis), míg a "Mennyi van a lombikban?" kérdés kapcsán a **menyiségi elemzés** (kvantitatív analízis) szolgál információkkal.

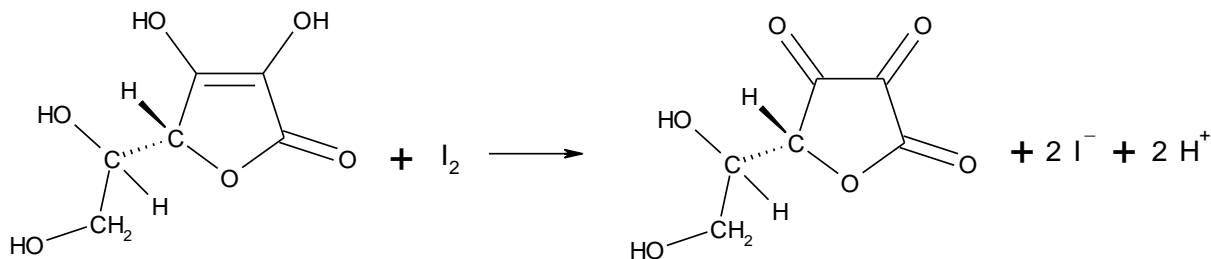
A tudatos vásárló megnézi az áruk címkéjét is. Nem a gyakran tapasztalható és félrevezetések alapuló „E-szám-ismenye” miatt<sup>179</sup>, hanem azért, mert a címkék érdekes információkat tartalmaznak. Például a 100%-os narancslevek dobozáról leolvasható azok C-vitamin-tartalma. Ha azt látjuk, hogy az adott narancslé 100 milliliterében (vagyis 1 deciliterében) 30 mg C-vitamin van, akkor tudjuk, hogy egy pohár (kb. 2 dl) ilyen narancslével kb. 60 mg C-vitamint fogyasztunk el. Felmerül azonban a kérdés, hogy tényleg ennyi C-vitamint tartalmaz-e a narancslé. Az élelmiszeripari minőségbiztosítási eljárások során a szakemberek ezt szigorú előírások alapján, nagyon pontos eszközökkel végzett mennyiségi meghatározással (ún. titrálással) mérik meg.

A **titrálás** alapja mindig egy kémiai reakció. Lényege az, hogy meghatározzuk a megmérendő, ismeretlen koncentrációjú oldatunk adott térfogatával mekkora térfogatú, ismert koncentrációjú reagens oldat (**mérőoldat**) reagál el teljesen. Ebből a reakcióegyenlet ismeretében a megmérendő oldatunk koncentrációja kiszámítható. Azt, hogy a reakció teljesen lezajlott, valamilyen **indikátorral** vagy műszeres módszerrel jelezzük.

**A feladatlap kitöltése során egészítsétek ki a szöveget a hiányzó szavakkal, illetve mondatokkal,**

**és húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes, vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

Ezen az órán egy adott narancslé C-vitamin-tartalmának jódoldattal történő megmérését fogjuk elvégezni. Pontos meghatározásra a megfelelő eszközök és idő hiányában nincs lehetőségünk, de a titrálás lényegét ezen a „félkvantitatív” módszeren keresztül is megérthetjük. A C-vitamin (kémiai nevén az aszkorbinsav) ugyanis az alábbi reakcióegyenlet szerint reagál a jóddal:



A meghatározni kívánt C-vitamin-tartalmú oldatunk tehát a narancslé. A jód a reagens, amelyet a Lugol-oldat (kálium-jodidos jódoldat) tartalmaz, ami így a .....oldat lesz. A mérés előtt azt kell meghatározunk, hogy a jódoldat adott térfogata mennyi C-vitaminnal reagál. Szükség van még a reakció teljes lezajlását mutató ..... -ra is.

A főnti reakcióegyenletből leolvashatjuk, hogy a kémiai reakció során az aszkorbinsav-molekula elektronokat **ad le/vesz föl**, tehát **oxidálódik/redukálódik**, azaz **oxidálószer/redukálószer**.

**1. Kísérlet:** Az 1. számú főzőpohárban 50 cm<sup>3</sup> desztillált víz van. Cseppentsetek hozzá a "K" jelű Pasteur-pipettával 2 cm<sup>3</sup> keményítőoldatot, majd az "L" jelű Pasteur-pipettával 1 csepp Lugol-oldatot!

**Tapasztalat:** .....

<sup>179</sup> Az ún. **E-számok** az [Európai Unióban](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hu/TXT/?uri=CELEX%3A32000R1831) engedélyezett egyes [élelmiszer-adalékanyagok kódjai](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hu/TXT/?uri=CELEX%3A32000R1831). (<https://hu.wikipedia.org/wiki/E-sz%C3%A1m>) Sajnos nagyon elterjedt a tévhit, hogy „minden E-számmal jelzett anyag káros az egészségre”. Pedig éppen azért engedélyezték őket, mert adott mennyiségben nem károsak. (<https://tudatosvasarlo.hu/cikk/amit-e-szamokrol-tudnod-kell>) Valós információk pl. a következő linken találhatóak az E-számokról: <https://portal.nebih.gov.hu/e-szam-kereso>

**Magyarázat:** A jód a keményítővel ..... színt ad. Ha az oldatok tömények, akkor a szín feketének látszik.

**2. Kísérlet:** Most határozzuk meg, hány mg C-vitaminnal reagál a Lugol-oldatunk (vagyis a mérőoldatként szolgáló jóddatunk) 1 cseppje! A 2. számú főzőpohárban 20 mg aszkorbinsavat tartalmazó oldat található. Cseppentsetek az oldatba a "K" jelű Pasteur-pipettával 2 cm<sup>3</sup> keményítő-oldatot! Ezután az "L" jelű Pasteur-pipettával csepegtessetek Lugol-oldatot az aszkorbinsav oldatába, miközben keverjétek a főzőpohár tartalmát üvegbottal! **Számoljátok meg, hogy hány csepp Lugol-oldat szükséges a maradandó színváltozáshoz!**

**Tapasztalat:** .....csepp Lugol-oldat hatására történt maradandó ..... szín.

#### **Magyarázat és következtetés:**

Amíg van aszkorbinsav az oldatban, az elreagál a hozzá csöpögtetett Lugol-oldattal. Tehát ekkor a keményítő nem mutatja a jód jelenlétét. A maradandó színváltozás csak akkor következik be, amikor az aszkorbinsav elfogyott. Ekkor már nincs C-vitamin, ami reagáljon a Lugol-oldatban lévő jóddal. Ezért ilyenkor a keményítő maradandó színváltozással mutatja a hozzáadott jód jelenlétét.

Tehát 20 mg aszkorbinsav ..... csepp Lugol-oldattal reagált. Ez azt jelenti, hogy 1 csepp Lugol-oldat .....mg aszkorbinsavval (vagyis C-vitaminnal) reagál. (A számolást külön papíron végezzétek el!)

**3. Kísérlet:** A 3. számú főzőpohár 50 cm<sup>3</sup> (úgynevezett 100%-os) dobozos narancslét tartalmaz. Cseppentsetek a narancslébe a "K" jelű Pasteur-pipettával 2 cm<sup>3</sup> keményítőoldatot! Ezután az "L" jelű Pasteur-pipettával csepegtessetek Lugol-oldatot a narancslébe, miközben óvatosan keverjétek a főzőpohár tartalmát üvegbottal! **Számoljátok meg, hogy hány csepp Lugol-oldat szükséges a maradandó színváltozáshoz!**

**Tapasztalat:** ..... csepp Lugol-oldat hatására történt maradandó színváltozás.

**Magyarázat és következtetés:** A 2. Kísérletben 1 csepp Lugol-oldat ..... mg aszkorbinsavval reagált. Tehát a 3.

Kísérletben megszámlolt ..... csepp Lugol-oldatban lévő jód ..... mg aszkorbinsavval reagált. Így 50 cm<sup>3</sup>

narancslében ..... mg aszkorbinsav, azaz C-vitamin van. Tehát 100 cm<sup>3</sup> narancslében ..... mg C-vitamin található.

A narancslé dobozán az olvasható, hogy 100 ml (azaz 100 cm<sup>3</sup>) narancslében .....mg C-vitamin van.

Mi lehet vajon az eltérés oka? Az élelmiszeripari minőségbiztosítási szabályok nagyon szigorúak, és igen pontos méréseket írnak elő. Az általunk ezen az órán használt eszközök és módszerek, valamint a mérést végzők gyakorlatlansága viszont sokkal nagyobb mérési hibákat okozhatnak. Ennek kapcsán ismételjük át, milyen típusú mérési hibákról tanultatok 7. osztályban!

**Szisztematikus (rendszeres)/véletlen** hibát okoz a készülékek, eszközök, módszerek pontatlansága vagy a kísérleti körülmények helytelen megválasztása, esetleg az eredmények helytelen kiértékelése.

**Szisztematikus (rendszeres)/véletlen** hibát okoz a megfigyelés, leolvasás pontatlansága, az objektív és szubjektív kísérleti feltételek ellenőrizhetetlen ingadozása.

A **szisztematikus/véletlen** hiba a valódi értéknél kisebb és nagyobb mérési eredményt egyaránt okozhat.

Milyen szisztematikus hibák fordulhattak elő a narancslé C-vitamin-tartalmának fenti meghatározásakor?

Pl.: .....

Milyen véletlen hibák fordulhattak elő a narancslé C-vitamin-tartalmának fenti meghatározásakor?

Pl.: .....

## Mennyi a C-vitamin a narancslében? (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

A kémiában, és gyakran a mindennapi életben (a konyhatechnikában, kertészkedés közben, tisztítószer használatakor) gyakran fölmerülő probléma, hogy mi van az edényben, és mennyi. Ezekre a kérdésekre az analitikai kémia adja meg a választ. A "Mi van az edényben?" típusú problémák esetében a **minőségi elemzés** (kvalitatív analízis), míg a "Mennyi van a lombikban?" kérdés kapcsán a **mennyiségi elemzés** (kvantitatív analízis) szolgál információkkal.

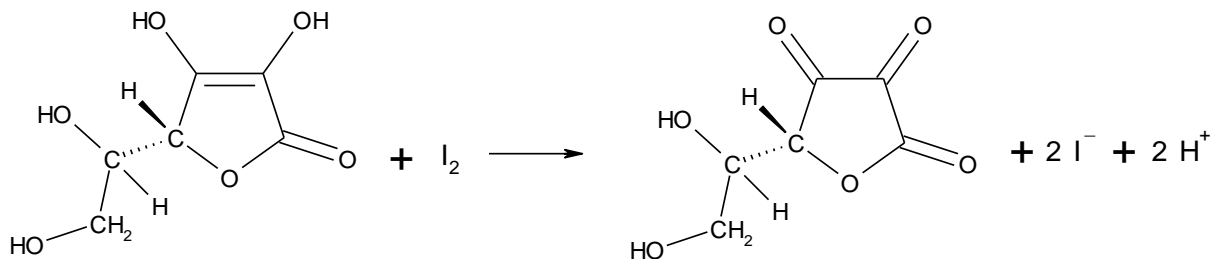
A tudatos vásárló megnézi az áruk címkéjét is. Nem a gyakran tapasztalható és félrevezetően alapuló „E-szám-ismenye” miatt<sup>180</sup>, hanem azért, mert a címkék érdekes információkat tartalmaznak. Például a 100%-os narancslevek dobozáról leolvasható azok C-vitamin-tartalma. Ha azt látjuk, hogy az adott narancslé 100 milliliterében (vagyis 1 deciliterében) 30 mg C-vitamin van, akkor tudjuk, hogy egy pohár (kb. 2 dl) ilyen narancslével kb. 60 mg C-vitamint fogyasztunk el. Felmerül azonban a kérdés, hogy tényleg ennyi C-vitamint tartalmaz-e a narancslé. Az élelmiszeripari minőségbiztosítási eljárások során a szakemberek ezt szigorú előírások alapján, nagyon pontos eszközökkel végzett mennyiségi meghatározással (ún. titrálassal) mérik meg.

A **titrálás** alapja mindig egy kémiai reakció. Lényege az, hogy meghatározzuk a megmérendő, ismeretlen koncentrációjú oldatunk adott térfogatával mekkora térfogatú, ismert koncentrációjú reagens oldat (**mérőoldat**) reagál el teljesen. Ebből a reakcióegyenlet ismeretében a megmérendő oldatunk koncentrációja kiszámítható. Azt, hogy a reakció teljesen lezajlott, valamilyen **indikátorral** vagy műszeres módszerrel jelezzük.

**A feladatlap kitöltése során egészítsék ki a szöveget a hiányzó szavakkal, illetve mondatokkal,**

**és húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes, vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

Ezen az órán egy adott narancslé C-vitamin-tartalmának jódoldattal történő megmérést fogjuk elvégezni. Pontos meghatározásra a megfelelő eszközök és idő hiányában nincs lehetőségünk, de a titrálás lényegét ezen a „félkvantitatív” módszeren keresztül is megérthetjük. A C-vitamin (kémiai nevén az aszkorbinsav) ugyanis az alábbi reakcióegyenlet szerint reagál a jóddal:



A meghatározni kívánt C-vitamin-tartalmú oldatunk tehát a narancslé. A jód a reagens, amelyet a Lugol-oldat (kálium-jodidos jódoldat) tartalmaz, ami így a .....oldat lesz. A mérés előtt azt kell meghatározunk, hogy a jódoldat adott térfogata mennyi C-vitaminnal reagál. Szükség van még a reakció teljes lezajlását mutató ..... -ra is.

A fenti reakcióegyenletből leolvashatjuk, hogy a kémiai reakció során az aszkorbinsav-molekula elektronokat **ad le/vesz föl**, tehát **oxidálódik/redukálódik**, azaz **oxidálószer/redukálószer**.

**1. Kísérlet:** Az 1. számú főzőpohárban 50 cm<sup>3</sup> desztillált víz van. Cseppentsetek hozzá a "K" jelű Pasteur-pipettával 2 cm<sup>3</sup> keményítőoldatot, majd az "L" jelű Pasteur-pipettával 1 csepp Lugol-oldatot!

**Tapasztalat:** .....

<sup>180</sup> Az ún. **E-számok** az [Európai Unióban](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hu/TXT/?uri=CELEX%3A32006L0182) engedélyezett egyes [élelmiszer-adalékanyagok kódjai](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hu/TXT/?uri=CELEX%3A32006L0182). (<https://hu.wikipedia.org/wiki/E-sz%C3%A1m>) Sajnos nagyon elterjedt a tévhit, hogy „minden E-számmal jelzett anyag káros az egészségre”. Pedig éppen azért engedélyezték őket, mert adott mennyiségben nem károsak. (<https://tudatosvasarolo.hu/cikk/amit-e-szamokrol-tudnod-kell>) Valós információk pl. a következő linken találhatóak az E-számokról: <https://portal.nebih.gov.hu/e-szam-kereso>

**Magyarázat:** A jód a keményítővel ..... színt ad. Ha az oldatok tömények, akkor a szín feketének látszik.

**2. Kísérlet:** Most határozzuk meg, hány mg C-vitaminnal reagál a Lugol-oldatunk (vagyis a mérőoldatként szolgáló jóddatunk) 1 cseppje! A 2. számú főzőpohárban 20 mg aszkorbinsavat tartalmazó oldat található. Cseppentsetek az oldatba a "K" jelű Pasteur-pipettával 2 cm<sup>3</sup> keményítő-oldatot! Ezután az "L" jelű Pasteur-pipettával csepegtessetek Lugol-oldatot az aszkorbinsav oldatába, miközben keverjétek a főzőpohár tartalmát üvegbottal! **Számoljátok meg, hogy hány csepp Lugol-oldat szükséges a maradandó színváltozáshoz!**

**Tapasztalat:** .....csepp Lugol-oldat hatására történt maradandó ..... szín.

#### **Magyarázat és következtetés:**

Amíg van aszkorbinsav az oldatban, az elreagál a hozzá csöpögtetett Lugol-oldattal. Tehát ekkor a keményítő nem mutatja a jód jelenlétét. A maradandó színváltozás csak akkor következik be, amikor az aszkorbinsav elfogyott. Ekkor már nincs C-vitamin, ami reagáljon a Lugol-oldatban lévő jóddal. Ezért ilyenkor a keményítő maradandó színváltozással mutatja a hozzáadott jód jelenlétét.

Tehát 20 mg aszkorbinsav ..... csepp Lugol-oldattal reagált. Ez azt jelenti, hogy 1 csepp Lugol-oldat .....mg aszkorbinsavval (vagyis C-vitaminnal) reagál. (A számolást külön papíron végezzétek el!)

**3. Kísérlet:** A 3. számú főzőpohár 50 cm<sup>3</sup> (úgynevezett 100%-os) dobozos narancslét tartalmaz. Cseppentsetek a narancslébe a "K" jelű Pasteur-pipettával 2 cm<sup>3</sup> keményítőoldatot! Ezután az "L" jelű Pasteur-pipettával csepegtessetek Lugol-oldatot a narancslébe, miközben óvatosan keverjétek a főzőpohár tartalmát üvegbottal! **Számoljátok meg, hogy hány csepp Lugol-oldat szükséges a maradandó színváltozáshoz!**

**Tapasztalat:** ..... csepp Lugol-oldat hatására történt maradandó színváltozás.

**Magyarázat és következtetés:** A 2. Kísérletben 1 csepp Lugol-oldat ..... mg aszkorbinsavval reagált. Tehát a 3.

Kísérletben megszámlolt ..... csepp Lugol-oldatban lévő jód ..... mg aszkorbinsavval reagált. Így 50 cm<sup>3</sup>

narancslében ..... mg aszkorbinsav, azaz C-vitamin van. Tehát 100 cm<sup>3</sup> narancslében ..... mg C-vitamin található.

A narancslé dobozán az olvasható, hogy 100 ml (azaz 100 cm<sup>3</sup>) narancslében .....mg C-vitamin van.

Mi lehet vajon az eltérés oka? Az élelmiszeripari minőségbiztosítási szabályok nagyon szigorúak, és igen pontos méréseket írnak elő. Az általunk ezen az órán használt eszközök és módszerek, valamint a mérést végzők gyakorlatlansága viszont sokkal nagyobb mérési hibákat okozhatnak. Ennek kapcsán ismételjük át, milyen típusú mérési hibákról tanultatok 7. osztályban!

**Szisztematikus (rendszeres)/véletlen** hibát okoz a készülékek, eszközök, módszerek pontatlansága vagy a kísérleti körülmények helytelen megválasztása, esetleg az eredmények helytelen kiértékelése.

**Szisztematikus (rendszeres)/véletlen** hibát okoz a megfigyelés, leolvasás pontatlansága, az objektív és szubjektív kísérleti feltételek ellenőrizhetetlen ingadozása.

A **szisztematikus/véletlen** hiba a valódi értéknél kisebb és nagyobb mérési eredményt egyaránt okozhat.

Milyen szisztematikus hibák fordulhattak elő a narancslé C-vitamin-tartalmának fenti meghatározásakor?

Pl.: .....

Milyen véletlen hibák fordulhattak elő a narancslé C-vitamin-tartalmának fenti meghatározásakor?

Pl.: .....

A fenti kísérletek során tehát egy **titrálást modelleztünk**. Vagyis azt az elvet követtük és olyan lépéseket végeztünk el, mint a valódi titrálások során, de kevésbé pontos eszközöket és módszereket használtunk. Először meghatároztuk a jódot tartalmazó **mérőoldatunk** (Lugol-oldat) **adott térfogata** (vagyis 1 cseppje) **mennyi** aszkorbinsavval (C-vitaminnal) reagál. Ehhez szükségünk volt egy olyan aszkorbinsav-oldatra, amelynek ismertük a pontos koncentrációját. Ezt **referenciaoldatnak** nevezzük, mivel ehhez hasonlítottuk az ismeretlen C-vitamin-

tartalmú narancslé aszkorbinsav-tartalmát. (A benne lévő, nagy tisztaságú aszkorbinsav jelen esetben az ún. „**referenciaanyag**”, amelyet gyógyszerútból szereztünk be.) A **titrálás végpontját** (azaz azt a helyzetet, amikor éppen annyi jódot adtunk az aszkorbinsav-tartalmú oldathoz, amennyivel az reagálni tudott) az **indikátorként** szolgáló keményítőoldat színváltozása jelezte. A Lugol-mérőoldat ismert koncentrációjú és térfogatú **aszorbinsav-oldat esetén mért fogyásából** kiszámítható volt, hogy adott térfogata mennyi aszkorbinsavval reagál. Ezért a Lugol-mérőoldat adott térfogatú **narancslére mért fogyásából** kiszámítható volt a narancslé C-vitamin-tartalma. (Ez a meghatározás azonban azért is csak **közelítő jellegű** eredményt ad, mert a narancslében a C-vitaminon kívül más olyan anyagok is lehetnek, amelyekkel a jód reagál.)

### Mennyi a C-vitamin a narancslében? (3. típus kísérlettervező változat)

A kémiában, és gyakran a mindennapi életben (a konyhatechnikában, kertészkedés közben, tisztítószer használatakor) gyakran fölmerülő probléma, hogy mi van az edényben, és mennyi. Ezekre a kérdésekre az analitikai kémia adja meg a választ. A "Mi van az edényben?" típusú problémák esetében a **minőségi elemzés** (kvalitatív analízis), míg a "Mennyi van a lombikban?" kérdés kapcsán a **mennyiségi elemzés** (kvantitatív analízis) szolgál információkkal.

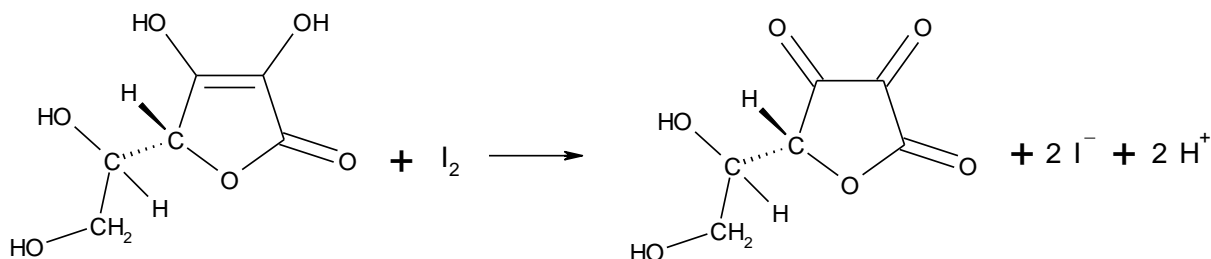
A tudatos vásárló megnézi az áruk címkéjét is. Nem a gyakran tapasztalható és félrevezetésekben alapuló „E-szám-ismenye” miatt<sup>181</sup>, hanem azért, mert a címkék érdekes információkat tartalmaznak. Például a 100%-os narancslevek dobozáról leolvasható azok C-vitamin-tartalma. Ha azt látjuk, hogy az adott narancslé 100 milliliterében (vagyis 1 deciliterében) 30 mg C-vitamin van, akkor tudjuk, hogy egy pohár (kb. 2 dl) ilyen narancslével kb. 60 mg C-vitamint fogyasztunk el. Felmerül azonban a kérdés, hogy tényleg ennyi C-vitamint tartalmaz-e a narancslé. Az élelmiszeripari minőségbiztosítási eljárások során a szakemberek ezt szigorú előírások alapján, nagyon pontos eszközökkel végzett mennyiségi meghatározással (ún. titrálassal) mérik meg.

A **titrálás** alapja mindig egy kémiai reakció. Lényege az, hogy meghatározzuk a megméréndő, ismeretlen koncentrációjú oldatunk adott térfogatával mekkora térfogatú, ismert koncentrációjú reagens oldat (**mérőoldat**) reagál el teljesen. Ebből a reakcióegyenlet ismeretében a megméréndő oldatunk koncentrációja kiszámítható. Azt, hogy a reakció teljesen lezajlott, valamilyen **indikátorral** vagy műszeres módszerrel jelezzük.

**A feladatlap kitöltése során egészítsék ki a szöveget a hiányzó szavakkal, illetve mondatokkal,**

**és húzzák alá vagy keretezzék be a helyes, vagy húzzák át a hibás szövegrészt.**

Ezen az órán egy adott narancslé C-vitamin-tartalmának jódoldattal történő megmérést fogjuk elvégezni. Pontos meghatározásra a megfelelő eszközök és idő hiányában nincs lehetőségünk, de a titrálás lényegét ezen a „félkvantitatív” módszerrel keresztül is megérthetjük. A C-vitamin (kémiai nevén az aszkorbinsav) ugyanis az alábbi reakcióegyenlet szerint reagál a jóddal:



A meghatározni kívánt C-vitamin-tartalmú oldatunk tehát a narancslé. A jód a reagens, amelyet a Lugol-oldat (kálium-jodidos jódoldat) tartalmaz, ami így a .....oldat lesz. A mérés előtt azt kell meghatároznunk, hogy a jódoldat adott térfogata mennyi C-vitaminnal reagál. Szükség van még a reakció teljes lezajlását mutató ..... -ra is. A fenti reakcióegyenletből leolvashatjuk, hogy a kémiai reakció során az aszkorbinsav-molekula elektronokat **ad le/vesz föl**, tehát **oxidálódik/redukálódik**, azaz **oxidálószer/redukálószer**.

**1. Kísérlet:** Az 1. számú főzőpohárban 50 cm<sup>3</sup> desztillált víz van. Cseppentsetek hozzá a "K" jelű Pasteur-pipettával 2 cm<sup>3</sup> keményítőoldatot, majd az "L" jelű Pasteur-pipettával 1 csepp Lugol-oldatot!

**Tapasztalat:** .....

<sup>181</sup> Az ún. **E-számok** az [Európai Unióban](https://eur01.safelinks.https://hu.wikipedia.org/wiki/E-sz%C3%A1mok) engedélyezett egyes [élelmiszer-adalékanyagok kódjai](https://eur01.safelinks.https://hu.wikipedia.org/wiki/E-sz%C3%A1mok). (https://hu.wikipedia.org/wiki/E-sz%C3%A1mok) Sajnos nagyon elterjedt a tévhit, hogy „minden E-számmal jelzett anyag káros az egészségre”. Pedig éppen azért engedélyezték őket, mert adott mennyiségben nem károsak. (https://tudatosvasarlo.hu/cikk/amit-e-szamokrol-tudnod-kell) Valós információk pl. a következő linken találhatóak az E-számokról: https://portal.nebih.gov.hu/e-szam-kereso

**Magyarázat:** A jód a keményítővel ..... szint ad. Ha az oldatok tömények, akkor a szín feketének látszik.

A 2. és a 3. Kísérlet során egy **titrálást modellezünk**. Vagyis azt az elvet követjük, és olyan lépéseket végzünk el, mint a valódi titrálások során, de kevésbé pontos eszközöket és módszereket használtunk. Először a 2. Kísérletben meghatározzuk a jódot tartalmazó **mérőoldatunk** (Lugol-oldat) **koncentrációja helyett** azt, hogy adott térfogata (vagyis 1 cseppje) hány mg aszkorbinsavval reagál. Ehhez szükségünk van egy olyan aszkorbinsav-oldatra, amelynek ismerjük a pontos koncentrációját. Ezt **referenciaoldatnak** nevezzük, mivel ehhez hasonlítjuk az ismeretlen C-vitamin-tartalmú narancslé aszkorbinsav-tartalmát. (A referenciaoldatban lévő, nagy tisztaságú aszkorbinsav jelen esetben az ún. „**referenciaanyag**”, amelyet gyógyszerházból szereztünk be.) A **titrálás végpontját** (azaz azt a helyzetet, amikor éppen annyi jódot adtunk az aszkorbinsav-tartalmú

oldathoz, amennyivel az reagálni tud) az **indikátorként** szolgáló .....oldat színváltozása jelezi.

**2. Kísérlet:** Tervezzetek, majd végezzetek el egy kísérletet annak meghatározására, hány mg C-vitaminnal reagál a mérőoldatként szolgáló Lugol-oldatunk 1 cseppje! Ehhez van a 2. számú főzőpohárban 20 mg aszkorbinsavat tartalmazó, 50 cm<sup>3</sup> oldat. A kísérlet tervezésekor gondoljatok arra, hogy amíg van aszkorbinsav az oldatban, az reagál a Lugol-oldattal. Hogyan tudnátok megállapítani, hogy mikor fogyott el az aszkorbinsav?

.....  
.....

**Tapasztalat:** .....

**Magyarázat és következtetés:** .....

A fentiek alapján kiszámítható, hogy 1 csepp Lugol-oldat ..... mg aszkorbinsavval reagál.

A Lugol-mérőoldat ismert koncentrációjú **aszkorbinsav-oldatra mért fogyásából** tehát kiszámítható volt, hogy adott térfogata (vagyis 1 cseppje) hány mg aszkorbinsavval reagál. A Lugol-mérőoldat adott térfogatú **narancslére mért fogyásából** viszont kiszámítható lesz a narancslé C-vitamin-tartalma. (Ez a meghatározás azonban azért is csak **közelítő jellegű** eredményt ad, mert a narancslében a C-vitaminon kívül más olyan anyagok is lehetnek, amelyekkel a jód reagál.)

**3. Kísérlet:** A 3. számú főzőpohár 50 cm<sup>3</sup> (100%-os) dobozos narancslét tartalmaz. Írjátok le ide egy olyan kísérlet tervét, amellyel meghatározható, hogy hány mg aszkorbinsavat tartalmaz ez az 50 cm<sup>3</sup> narancslé!

.....  
.....

**Tapasztalat:** .....

**Magyarázat és következtetés:** .....

.....

A fentiek alapján kiszámítható, hogy az 50 cm<sup>3</sup> narancslében ..... mg aszkorbinsav, azaz C-vitamin van. Tehát 100 cm<sup>3</sup> narancslében ..... mg C-vitamin található.

A narancslé dobozán az olvasható, hogy 100 ml (azaz 100 cm<sup>3</sup>) narancslében ..... mg C-vitamin van.

Mi lehet vajon az eltérés oka? Az élelmiszeripari minőségbiztosítási szabályok nagyon szigorúak, és igen pontos méréseket írnak elő. Az általunk ezen az órán használt eszközök és módszerek, valamint a mérést végzők gyakorlatlansága viszont sokkal nagyobb mérési hibákat okozhatnak. Ennek kapcsán ismételjük át, milyen típusú mérési hibákról tanultatok 7. osztályban!

**Szisztematikus (rendszeres)/véletlen** hibát okoz a készülékek, eszközök, módszerek pontatlansága vagy a kísérleti körülmények helytelen megválasztása, esetleg az eredmények helytelen kiértékelése.

**Szisztematikus (rendszeres)/véletlen** hibát okoz a megfigyelés, leolvasás pontatlansága, az objektív és szubjektív kísérleti feltételek ellenőrizhetetlen ingadozása.

A **szisztematikus/véletlen** hiba a valódi értéknél kisebb és nagyobb mérési eredményt egyaránt okozhat.

Milyen szisztematikus hibák fordulhattak elő a narancslé C-vitamin-tartalmának fenti meghatározásakor?

Pl.: .....

Milyen véletlen hibák fordulhattak elő a narancslé C-vitamin-tartalmának fenti meghatározásakor?

Pl.: .....

A valóságos labormunka során a mérőoldat pontos koncentrációjának meghatározása, majd az ismeretlen koncentrációjának a meghatározása a mérőoldattal egy egységet alkot. Egyes mérőoldatok koncentrációja időben is változik. Azokban az esetekben tehát az is hibaforrást jelentene, ha a két mérés nem közvetlenül egymás után történne.



## Mennyi a C-vitamin a narancslében? (tanári változat)

A kémiában, és gyakran a mindennapi életben (a konyhatechnikában, kertészkedés közben, tisztítószer használatakor) gyakran fölmerülő probléma, hogy mi van az edényben, és mennyi. Ezekre a kérdésekre az analitikai kémia adja meg a választ. A "Mi van az edényben?" típusú problémák esetében a **minőségi elemzés** (kvalitatív analízis), míg a "Mennyi van a lombikban?" kérdés kapcsán a **menyiségi elemzés** (kvantitatív analízis) szolgál információkkal.

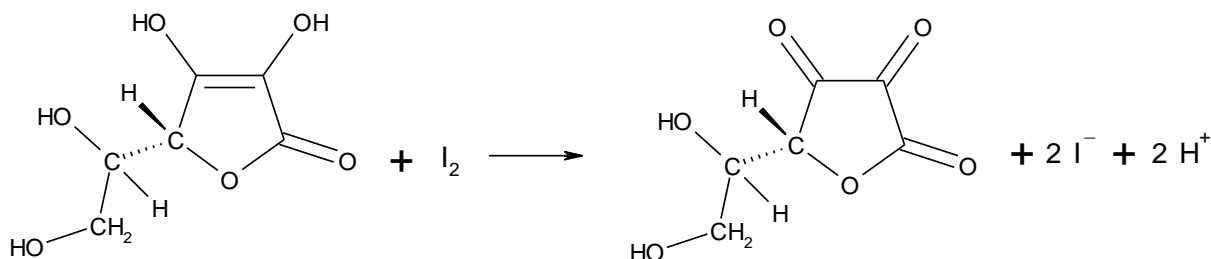
A tudatos vásárló megnézi az áruk címkéjét is. Nem a félrevezetések alapján, „E-szám-izony” miatt<sup>182</sup>, hanem azért, mert a címkék érdekes információkat is tartalmaznak. Például a 100%-os narancslevek dobozáról leolvasható azok C-vitamin-tartalma. Ha azt látjuk, hogy az adott narancslé 100 milliliterében (vagyis 1 deciliterében) 30 mg C-vitamin van, akkor tudjuk, hogy egy pohár (kb. 2 dl) ilyen narancslével kb. 60 mg C-vitamint fogyasztunk el. Felmerül azonban a kérdés, hogy tényleg ennyi C-vitamint tartalmaz-e a narancslé. Az élelmiszeripari minőségbiztosítási eljárások során a szakemberek ezt szigorú előírások alapján, nagyon pontos eszközökkel végzett mennyiségi meghatározással (ún. titrálással) mérik meg.

A **titrálás** alapja mindig egy kémiai reakció. Lényege az, hogy meghatározzuk a megméréendő, ismeretlen koncentrációjú oldatunk adott térfogatával mekkora térfogatú, ismert koncentrációjú reagens oldat (**mérőoldat**) reagál. Ebből a megméréendő oldatunk koncentrációja kiszámítható. Azt, hogy a reakció teljesen lezajlott, valamilyen **indikátorral** vagy műszeres módszerrel jelezzük.

**A feladatlap kitöltése során egészítsék ki a szöveget a hiányzó szavakkal, illetve mondatokkal,**

**és húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes, vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

Ezen az órán egy adott narancslé C-vitamin-tartalmának jóddal történő megméréését fogjuk elvégezni. Pontos meghatározásra a megfelelő eszközök és idő hiányában nincs lehetőségünk, de a titrálás lényegét ezen a „félkvantitatív” módszerrel keresztül is megérthetjük. A C-vitamin (kémiai nevén az aszkorbinsav) ugyanis az alábbi reakcióegyenlet szerint reagál a jóddal:



A meghatározni kívánt C-vitamin-tartalmú oldatunk tehát a narancslé. A jód a reagens, amelyet a Lugol-oldat (kálium-jodidos jóddoldat) tartalmaz, ami így a **mérőoldat** lesz. A mérés előtt azt kell meghatároznunk, hogy a jóddoldat adott térfogata mennyi C-vitaminnal reagál. Szükség van még a reakció teljes lezajlását mutató **indikátor**-ra is.

A fenti reakcióegyenletből leolvashatjuk, hogy a kémiai reakció során az aszkorbinsav-molekula **elektronokat ad le/vesz föl**, tehát **oxidálódik/redukálódik**, azaz **oxidálószer/redukálószer**.

*Megjegyzések:*

- *Az aszkorbinsav nem csak redukálószer, hanem (mint neve is mutatja) valóban sav is, ezért savként is titrálható. Persze, ez csak akkor lehetséges, ha egyéb savak nincsenek jelen. Márpedig tudjuk, hogy a gyümölcsökben (így a narancslében is) sokféle sav van. A fenti mondattal azt hangsúlyozzuk, hogy itt egy redoxititrálást modellezünk. (Ellentétben a „Jamie Oliver tökéletes salátaöntete” című 7. feladatlap*

<sup>182</sup> Az ún. **E-számok** az [Európai Unióban](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hu/TXT/?uri=CELEX%3A11831%20A11) engedélyezett egyes [élelmiszer-adalékanyagok kódjai](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hu/TXT/?uri=CELEX%3A11831%20A11). (<https://hu.wikipedia.org/wiki/E-sz%C3%A1m>) Sajnos nagyon elterjedt a tévhit, hogy „minden E-számmal jelzett anyag káros az egészségre”. Pedig éppen azért engedélyezték őket, mert adott mennyiségben nem károsak. (<https://tudatosvasarلو.hu/cikk/amit-e-szamokrol-tudnod-kell>) Valós információk pl. a következő linken találhatóak az E-számokról: <https://portal.nebih.gov.hu/e-szam-kereso>

kitöltésével, amikor sav-bázis titrálás modellezése zajlott, csak akkor még nem vezettük be ezt a fogalmat.)

- Ha az óra végén marad rá idő, akkor ki lehet térni arra, hogy a C-vitamin azért „antioxidáns”, mert ő maga könnyen oxidálódik. Az aszkorbinsav tehát éppen azzal akadályozza meg azt, hogy a párosítatlan elektronnal rendelkező (s ezért igen reakcióképes) szabad gyökök (pl. a peroxigyök) a szervezetünk molekuláitól szerezzenek elektront (és ezzel tönkreteszék őket), hogy saját maga könnyen ad át elektronokat a szabad gyököknek. Ebből következik, hogy minden antioxidáns jó redukálószer.
- Ha a narancslében más olyan anyagok is vannak, amelyek ilyen körülmények között képesek az elemi jódot redukálni (ami igen valószínű), akkor természetesen azok is reagálnak a jódnál sokkal reaktívabb szabad gyökökkel. Ezzel a mérési módszerrel tehát mindazon anyagok mennyiségét együttesen („C-vitamin ekvivalensként”) határozzuk meg, amelyek ilyen körülmények között reagálnak az elemi jóddal.

**1. Kísérlet:** Az 1. számú főzőpohárban 50 cm<sup>3</sup> desztillált víz van. Cseppentsetek hozzá a "K" jelű Pasteur-pipettával 2 cm<sup>3</sup> keményítőoldatot, majd az "L" jelű Pasteur-pipettával 1 csepp Lugol-oldatot!

**Tapasztalat:** Az oldat színe sötét(kék) lesz.

**Magyarázat:** A jód a keményítővel kék színt ad. Ha az oldatok tömények, akkor a szín feketének látszik. Az 1. Kísérlet eredményét mutató fénykép a következő (mindhárom típusú csoport esetében, és a barna üvegben továbbra is a Lugol-oldat van):



[Csak az 1. és 2. típusú csoportoknak!]

**2. Kísérlet:** Most határozzuk meg, hány mg C-vitaminnal reagál a Lugol-oldatunk (vagyis a mérőoldatként szolgáló jóddoldatunk) 1 cseppje! A 2. számú főzőpohárban 20 mg aszkorbinsavat tartalmazó oldat található. Cseppentsetek az oldatba a "K" jelű Pasteur-pipettával 2 cm<sup>3</sup> keményítő-oldatot! Ezután az "L" jelű Pasteur-pipettával csepegtessetek Lugol-oldatot az aszkorbinsav oldatába! Közben keverjétek a főzőpohár tartalmát üvegbottal! **Számoljátok meg, hogy hány csepp Lugol-oldat szükséges a maradandó színváltozáshoz!**

**Tapasztalat:** 28 csepp Lugol-oldat hatására történt maradandó színváltozás.

**Magyarázat és következtetés:**

Amíg van aszkorbinsav az oldatban, az elreagál a hozzá csöpögtetett Lugol-oldattal. Tehát ekkor a keményítő nem mutatja a jód jelenlétét. A maradandó színváltozás csak akkor következik be, amikor az aszkorbinsav elfogyott. Ekkor már nincs C-vitamin, ami elreagáljon a Lugol-oldatban lévő jóddal. Ezért ilyenkor a keményítő maradandó színváltozással mutatja a hozzáadott jód jelenlétét.

Tehát 20 mg aszkorbinsav 28 csepp Lugol-oldattal reagált. Ez azt jelenti, hogy 1 csepp Lugol-oldat

$20/28=0,714$  mg aszkorbinsavval (vagyis C-vitaminnal) reagál.

A 2. Kísélet eredményét mutató fénykép a következő (mindhárom típusú csoport esetében):



**3. Kísélet:** A 3. számú főzőpohár 50 cm<sup>3</sup> (100%-os) dobozos narancslét tartalmaz. Cseppentsetek a narancslébe a "K" jelű Pasteur-pipettával 2 cm<sup>3</sup> keményítő oldatot! Ezután az "L" jelű Pasteur-pipettával csepegtessetek Lugol-oldatot a narancslébe! Közben keverjétek a főzőpohár tartalmát üvegbottal! **Számoljátok meg, hogy hány csepp Lugol-oldat szükséges a maradandó színváltozáshoz!**

**Tapasztalat:** 22 csepp Lugol-oldat hatására történt maradandó színváltozás.

**Magyarázat és következtetés:** A 2. Kíséletben 1 csepp Lugol-oldat  $20/28=0,714$  mg aszkorbinsavval reagált. Tehát a 3. Kíséletben megszámlált 22 csepp Lugol-oldatban lévő jód  $22 \cdot 0,714 = 15,7$  mg aszkorbinsavval reagált. Így 50 cm<sup>3</sup> narancslében 15,7 mg aszkorbinsav, azaz C-vitamin van. Tehát 100 cm<sup>3</sup> narancslében  $15,7 \cdot 2=31,4$  mg C-vitamin található.

A 3. Kísélet kivitelezését mutató fénykép a következő (mindhárom típusú csoport esetében):



[Csak 3. típusú csoportoknak!]

A 2. és a 3. Kísérlet során egy **titrálást modellezünk**. Vagyis azt az elvet követjük, és olyan lépéseket végzünk el, mint a valódi titrálások során, de kevésbé pontos eszközöket és módszereket használunk. Először a 2. Kísérletben meghatározzuk a jódot tartalmazó **mérőoldatunk** (Lugol-oldat) **koncentrációja helyett** azt, hogy adott térfogata (vagyis 1 cseppje) hány mg aszkorbinsavval reagál. Ehhez szükségünk van egy olyan aszkorbinsav-oldatra, amelynek ismerjük a pontos koncentrációját. Ezt **referenciaoldatnak** nevezzük, mivel ehhez hasonlítjuk az ismeretlen C-vitamin-tartalmú narancslé aszkorbinsav-tartalmát. (A referenciaoldatban lévő, nagy tisztaságú aszkorbinsav jelen esetben az ún. „referenciaanyag”, amelyet gyógyszerházból szereztünk be.) A **titrálás végpontját** (azaz azt a helyzetet, amikor éppen annyi jódot adtunk az aszkorbinsav-tartalmú

oldathoz, amennyivel az reagálni tud) az **indikátorként** szolgáló **keményítő**oldat színváltozása jelezi.

**2. Kísérlet:** Írjátok le egy olyan kísérlet tervét, amellyel meghatározható, hány mg C-vitaminnal reagál a Lugol-oldatunk (vagyis a mérőoldatként szolgáló jódooldatunk) 1 cseppje! Ehhez van a 2. számú főzőpohárban 20 mg aszkorbinsavat tartalmazó, 50 cm<sup>3</sup> oldat. A kísérlet tervezésekor gondoljatok arra, hogy amíg van aszkorbinsav az oldatban, az reagál a Lugol-oldattal. Hogyan tudnátok megállapítani, hogy mikor fogyott el az aszkorbinsav?

**Az oldatba a „K” jelű Pasteur-pipettával 2 cm<sup>3</sup> keményítő oldatot csepegtetünk. Ezután az „L” jelű Pasteur-pipettával Lugol-oldatot csepegtetünk az aszkorbinsav oldatába. Közben kevergetjük a főzőpohár tartalmát üvegbottal. Megszámoljuk, hogy hány csepp Lugol-oldat szükséges a maradandó színváltozáshoz.**

**Tapasztalat: 28 csepp Lugol-oldat hatására történt maradandó színváltozás.**

**Magyarázat és következtetés: Amíg van aszkorbinsav az oldatban, az elreagál a hozzá csöpögtetett Lugol-oldattal. Tehát ekkor a keményítő nem mutatja a jód jelenlétét. A maradandó színváltozás csak akkor következik be, amikor az aszkorbinsav elfogyott. Ekkor már nincs C-vitamin, ami elreagáljon a Lugol-oldatban lévő jóddal. Ezért ilyenkor a keményítő maradandó színváltozással mutatja a hozzáadott jód jelenlétét.**

A fentiek alapján kiszámítható, hogy 1 csepp Lugol-oldat **20/28=0,714** mg aszkorbinsavval reagál.

A Lugol-mérőoldat ismert koncentrációjú **aszkorbinsav-oldatra mért fogyásából** tehát kiszámítható volt, hogy adott térfogata (vagyis 1 cseppje) hány mg aszkorbinsavval reagál. A Lugol-mérőoldat adott térfogatú **narancslére mért fogyásából** viszont kiszámítható lesz a narancslé C-vitamin-tartalma. (Ez a meghatározás azonban azért is csak **közelítő jellegű** eredményt ad, mert a narancslében a C-vitaminon kívül más olyan anyagok is lehetnek, amelyekkel a jód reagál.)

**3. Kísérlet:** A 3. számú főzőpohár 50 cm<sup>3</sup> (100%-os) dobozos narancslét tartalmaz. Írjátok le ide egy olyan kísérlet tervét, amellyel meghatározható, hogy hány mg aszkorbinsavat tartalmaz ez az 50 cm<sup>3</sup> narancslé!

**Az oldatba a „K” jelű Pasteur-pipettával 2 cm<sup>3</sup> keményítő oldatot cseppentünk. Ezután az "L" jelű Pasteur-pipettával Lugol-oldatot csepegtetünk a narancslébe. Közben kevergetjük a főzőpohár tartalmát üveggel. Megszámoljuk, hogy hány csepp Lugol-oldat szükséges a maradandó színváltozáshoz.**

**Tapasztalat: 22 csepp Lugol-oldat hatására történt maradandó színváltozás.**

**Magyarázat és következtetés: A 2. Kísérletben 1 csepp Lugol-oldat 20/28=0,714 mg aszkorbinsavval reagált. Tehát a 3. Kísérletben megszámlolt 22 csepp Lugol-oldatban lévő jódot  $22 \cdot 0,714 = 15,7$  mg aszkorbinsavval reagált.**

A fentiek alapján kiszámítható, hogy az 50 cm<sup>3</sup> narancslében 15,7 mg aszkorbinsav, azaz C-vitamin van. Tehát 100 cm<sup>3</sup> narancslében 15,7·2=31,4 mg C-vitamin található.

[Mindhárom típusú feladatlapot megoldó csoportnak!]

A narancslé dobozán az olvasható, hogy 100 ml (azaz 100 cm<sup>3</sup>) narancslében 30 mg C-vitamin van.

Mi lehet vajon az eltérés oka? Az élelmiszeripari minőségbiztosítási szabályok nagyon szigorúak, és igen pontos méréseket írnak elő. Az általunk ezen az órán használt eszközök és módszerek, valamint a mérést végzők gyakorlatlansága viszont sokkal nagyobb mérési hibákat okozhatnak. Ennek kapcsán ismételjük át, milyen típusú mérési hibákról tanultatok 7. osztályban!

**Szisztematikus (rendszeres)/véletlen** hibát okoz a készülékek, eszközök, módszerek pontatlansága vagy a kísérleti körülmények helytelen megválasztása, esetleg az eredmények helytelen értékelése.

**Szisztematikus (rendszeres)/véletlen** hibát okoz a megfigyelés, leolvasás pontatlansága, az objektív és szubjektív kísérleti feltételek ellenőrizhetetlen ingadozása.

A **szisztematikus/véletlen** hiba a valódi értéknél kisebb és nagyobb mérési eredményt egyaránt okozhat.

Milyen szisztematikus hibák fordulhattak elő a narancslé C-vitamin-tartalmának fenti meghatározásakor?

Pl.: **Ha a mintát és a referenciaoldatot túl korán elkészítették, és sokat állt meleg helyiségben (mivel a C-vitamin levegőn könnyen oxidálódik). A természetes narancslé kémiai szempontból keverék. Az aszkorbinsavon kívül lehet más olyan összetevője is, amelyik szintén reagál a jóddal. A referenciaoldat víztiszta, a narancslé pedig színes. Ez nehezíti a színváltozás észlelését.**

Milyen véletlen hibák fordulhattak elő a narancslé C-vitamin tartalmának fenti meghatározásakor?

Pl.: **A Pasteur-pipetta cseppjének véletlenszerűen eltérő nagysága. Nehéz a Pasteur-pipettát egyenletesen nyomni. Ha kisebb lenne az egyes cseppek nagysága, pontosabb mérést tenne lehetővé. Lehetséges az is, hogy elszámoltunk 1-2 cseppet.**

[Csak a 2. típusú csoportoknak!]

A fenti kísérletek során tehát egy **titrálást modelleztünk**. Vagyis azt az elvet követtük és olyan lépéseket végeztünk el, mint a valódi titrálások során, de kevésbé pontos eszközöket és módszereket használtunk. Először meghatároztuk a jódot tartalmazó **mérőoldatunk** (Lugol-oldat) **koncentrációja helyett** azt, hogy adott térfogata (vagyis 1 cseppje) mennyi aszkorbinsavval (C-vitamin) reagál. Ehhez szükségünk volt egy olyan aszkorbinsav-oldatra, amelynek ismertük a pontos koncentrációját. Ezt **referenciaoldatnak** nevezzük, mivel ehhez hasonlítottuk az ismeretlen C-vitamin-tartalmú narancslé aszkorbinsav-tartalmát. (A benne lévő, nagy tisztaságú aszkorbinsav jelen esetben az ún. „referenciaanyag”, amelyet gyógyszerházból szereztünk be.) A **titrálás végpontját** (azaz azt a helyzetet, amikor éppen annyi jódot adtunk az aszkorbinsav-tartalmú oldathoz, amennyivel az reagálni tudott) az **indikátorként** szolgáló keményítőoldat színváltozása jelezte. A Lugol-mérőoldat ismert koncentrációjú és térfogatú **aszkorbinsav-oldatra mért fogyásából** kiszámítható volt, hogy adott térfogata

mennyi aszkorbinsavval reagál. Ezért a Lugol-mérőoldat adott térfogatú **narancslére mért fogyásából** kiszámítható volt a narancslé C-vitamin-tartalma. (Ez a meghatározás azonban azért is csak **közelítő jellegű** eredményt ad, mert a narancslében a C-vitaminon kívül más olyan anyagok is lehetnek, amelyekkel a jó d reagál.)

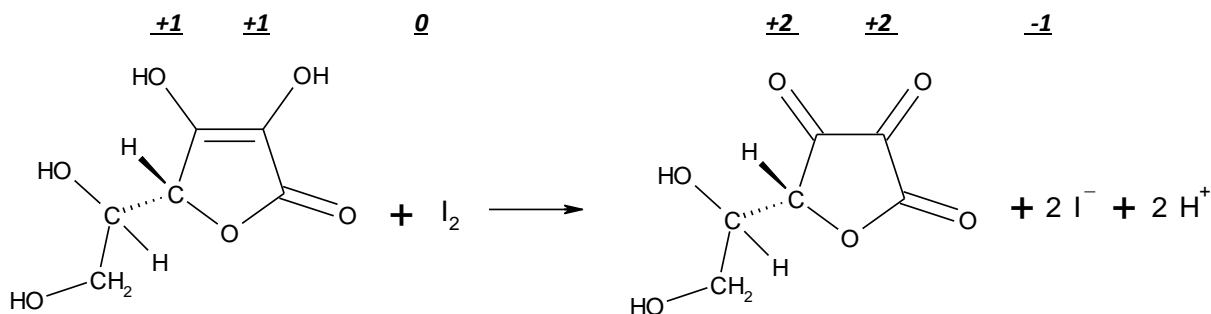
*Megjegyzés: A referenciaanyagként használt aszkorbinsav tulajdonképpen titeranyag, de ezt a fogalmat nem vezettük be, mert nem szerepel sem az érvényes tantervekben, sem az érettségi követelményekben.*

**[Csak a 3. típusú csoportoknak!]**

A valóságos labormunka során a mérőoldat pontos koncentrációjának meghatározása, majd az ismeretlen koncentrációjának a meghatározása a mérőoldattal egy egységet alkot. Egyes mérőoldatok koncentrációja időben is változik. Azokban az esetekben tehát az is hibaforrást jelentene, ha a két mérés nem közvetlenül egymás után történne.

**Megjegyzés: Megfelelő érdeklődés és előképzettség esetén földelhetők a diákoknak az alábbi, fakultatív tehetség gondozó házi feladatok (a megoldásokat vastagon szedett és aláhúzott betűkkel/számokkal írtuk).**

1. Állapítsátok meg az egyenlet bal oldalán az aszkorbinsav-molekula öttagú gyűrűjén található OH-csoportokat tartalmazó szénatomok, valamint a jódatomok oxidációs számát, továbbá az egyenlet jobb oldalán az OH-csoportokból létrejött oxocsoportokat tartalmazó szénatomok, valamint a jodidionok oxidációs számát.



2. a) Ismert anyagmennyiség-koncentrációjú mérőoldat cseppjeinek számolása helyett elképzelhetőnek tartasz-e más, kisebb szisztematikus hibát rejtő módszert az aszkorbinsav koncentrációjának minél pontosabb meghatározására?

**Válasz: A reakció során fogyott mérőoldat térfogatának minél pontosabb mérése.**

2. b) Milyen legyen az eszköz, amellyel a fenti mérés elvégezhető?

**Válasz: Keskeny üvegcső pontos térfogatbeosztással a minél pontosabb térfogatmérés eléréséért, csappal ellátva a minél pontosabban kivitelezhető csepegtetés érdekében. Az ilyen eszközt bürettának nevezik. (Hasonlóan pontosabb eredményt adna a Pasteur-pipetta helyett egy megfelelő nagyságú és beosztású műanyag orvosi fecskendő is.)**

# 24. feladatlap: Mérgek, máglyák, modellek...

(Az első változatot készítette: Kiss Edina)

## Módszertani útmutató

- Téma:** A fehérjék koagulációja, illetve denaturációja
- Felhasználás:** 10. osztály, 45 perces óra
- Szükséges előzetes ismeretek:**
  - Az aminosavak és fehérjék fogalma.
  - A fehérjék elsődleges, másodlagos, harmadlagos és negyedleges szerkezetének ismerete.
  - A fehérjék térszerkezetét stabilizáló első- és másodrendű kémiai kötések: kovalens kötés (peptidkötés, diszulfidhidak, datív jellegű koordinatív kötés), ionos kötés, hidrogénkötés, dipólus-dipólus és diszperziós kölcsönhatások.
- Célok:**
  - A tanulók érdeklődésének felkeltése az élő szervezetek felépítésében és működésében fontos szerepet játszó fehérjék iránt.
  - Annak megismerése, hogy hogyan lehet kémiai kísérletek segítségével egyszerűen modellezni az élő szervezetekben végbemenő folyamatokat.
  - Annak megtapasztalása, hogy a konyhasónak a fehérjék működésére gyakorolt hatása visszafordítható.
  - Annak megtapasztalása, hogy a magas hőmérsékletnek, a nehézfém sóknak, valamint az erős savaknak a fehérjék működésére gyakorolt hatása nem visszafordítható.
  - A balesetvédelmi előírások betartásának gyakorlása.
- Tananyag:**
  - Ismeret szint:**
    - A fehérjék főleg kolloid oldat formájában vannak jelen az élő szervezetekben, körülöttük hidrátburok található.
    - A fehérjék koagulációját/denaturációját előidéző hatások: könnyűfém sók és alkohol (reverzibilis koaguláció), magas hőmérséklet, nehézfém sók, erős savak és lúgok (irreverzibilis koaguláció).
  - Megértés szint:**
    - Annak megértése, hogy a reverzibilis kicsapódás fizikai folyamat, mert csupán a fehérje hidrátburokát bontjuk meg, távolítjuk el olyan anyagok hozzáadásával, amelyek maguk erősebben kötődnek a vízhez. További víz hozzáadásával a hidrátburok visszaalakul, a másodrendű kölcsönhatások visszarendeződnek.
    - Annak megértése, hogy az irreverzibilis kicsapódás kémiai folyamat, mert nem egyszerűen csak a hidrátburok bomlik meg, de az elsőrendű kötések is átrendeződnek. Ekkor víz hozzáadásával már nem tudjuk visszaalakítani a hidrátburokot.
  - Alkalmazás szint:**
    - A 11. feladatlap (Nem ettünk meszet!) kapcsán a modellalkotásról tanultak alkalmazása.
    - A fehérjék szerkezetéről tanultak alkalmazása.
    - A kapcsolódó balesetvédelmi szabályok alkalmazása.
  - Magasabb rendű műveletek:**
    - A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében a kísérletek utólagos elemzése, azok lényegének feltárása a kísérlettervezés elveinek tisztázása során. A modellkísérletek lényegi elemeinek összekapcsolása a hétköznapi jelenségekkel.
    - A 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében a konkrét modellkísérlet segítségével önálló kísérlettervezés végrehajtása különböző hétköznapi jelenségek modellezésére.

## 6. Módszertani megfontolások:

- A modellalkotásról és modellkísérletekről tanultakat tovább bővíthetjük. A tanulóknak olyan különböző szituációkat kell modellezniük, amikor a fehérjék szerkezetének változása a funkciójuk ideiglenes vagy végleges elvesztését okozza. Pl. sós ételek fogyasztása, nehézfém-só-mérgezés (és az utána való tejtátás), túl magas láz, ill. máglyahalál és rántottakészítés (hődenaturációk, „főtt tojásból nem lesz kiscsirke”...), savmarás.
- A xantoproteinpróbát tanári demonstrációs kísérletként mutatjuk be, mivel a tömény salétromsav-oldattal való kísérletezés veszélyes. Az egyes csoportok esetén más célból hajtjuk végre. Az 1. és 2. típusú csoportoknak az erős savaknak a fehérje szerkezetére gyakorolt hatását mutatjuk be. A 2. típusú csoportoknak ezen túlmenően, a kísérlet segítségével összefoglalhatjuk az addig tanultakat, tehát a tanár a végén ezt is felhasználhatja a korábban alkalmazott kísérlettervezési elvek megtanítására. Ezen belül prioritást élvez a modellkísérlet fogalma. Tudatosítani kell a tanulóknak, hogy minden egyes kísérlettel egy hétköznapi jelenséget modelleztünk, amelynek középpontjában a fehérjék viselkedése áll, különböző hatások esetén. Az emberi fehérjét a tojásfehérjével modellezzük. A 3. típusú csoportok esetén a xantoproteinpróbával mint modellkísérlettel még a tervezés előtt megtanítjuk a szükséges fogalmakat, összefüggéseket (ld. korábban). Ezen kívül segítjük a továbbiak tervezését azzal, hogy bemutatjuk, hogyan érdemes elvégezni a kísérletet, kitérve a szükséges mennyiségekre is.
- A kísérletek elvégzésekor az „egyszerre csak egy paramétert változtatunk” elvre nem tudunk következetesen kitérni, mert nehézkes állandó mennyiségű (anyagmennyiségű) reagenst adni minden esetben a tojásfehérje-oldathoz. Arra azonban föl lehet hívni a figyelmet, hogy minden egyes alkalommal a reagens anyagi minőségén változtatunk, és igyekszünk azt közel azonos mennyiségű (két ujjnyi) tojásfehérje-oldathoz adni, valamint mindig kétszeres mennyiségűre hígítani desztillált vízzel.
- A reverzibilis, illetve irreverzibilis denaturáció magyarázatakor a koordinatív kötések kialakulására csak azon csoportok esetén térünk ki, akik korábban már tanultak a komplexekről. A feladatlapon szándékosan egyszerűsítettük le ezt a másodrendű, illetve az elsőrendű kötések átrendeződésére, valamint egészítettük ki a fizikai, illetve a kémiai változás fogalmával, amelyet már korábban bevezettünk.
- A konyhasó fehérjére gyakorolt hatását szemléltető kísérlet esetén azért került zárójelbe a só oldódásának ténye, mert ez is előfordulhat tapasztalatként, azonban a kísérlet lényegét nem befolyásolja. Tudni kell azonban, hogy ennél a kísérletnél a tapasztalatok nem lesznek egyértelműen meggyőzőek. Nagyon figyelni kell ahhoz, hogy a szálcsapadékot észrevegyük a kémcsőben. Azért végeztetjük el ezt is, mert ez egy klasszikus, a praktikumokban is szereplő tanuló-kísérlet.
- Az erős savak hatását bemutató salétromsavas kísérlet során meg lehet említeni, hogy természetesen az erős oxidáló savak nem csak a fehérjék hidrolízisét segítik elő a savas közeg biztosításával, hanem oxidáló hatásukat is kifejtik.
- A réz(II)-szulfát-oldat hozzáadásakor előfordulhat, hogy a tanulók a fehér helyett halványkék csapadékot észlelnek és írják az oldat színe miatt. [Az 1. és 2. típusú csoportok 2.a), illetve a 3. típusú csoportok esetén a 3.a) kísérletben.]

## 7. Technikai segédlet:

- **Anyagok és eszközök a tanuló-kísérletekhez csoportonként:**
  - kb. 20 cm<sup>3</sup> tojásfehérje-oldat főzőpohárban (ld. előkészítés)
  - konyhasó (400 mg) feliratozott óraüvegen (vagy PET-palack kupakban) kiadva
  - réz(II)-szulfát (200 mg) feliratozott óraüvegen (vagy PET-palack kupakban) kiadva
  - 100 cm<sup>3</sup> desztillált víz főzőpohárban vagy flaskában
  - 3 üres kémcső
  - 3 gumidugó
  - kémcsőállvány
  - kémcsőfogó
  - vegyszereskanál



- borszeszégő
- gyufa
- kesztyű
- védőszemüveg



• **Anyagok és eszközök a tanári demonstrációs kísérlethez:**

- tojásfehérje-oldat (2 ujjnyi, kémcsőben)
- koncentrált salétromsavoldat
- desztillált víz flaskában
- Pasteur-pipetta
- gumidugó
- kémcsőállvány
- kémcsőfogó
- borszeszégő
- gyufa



- **Előkészítés:**
  - Természetesen a kísérleteket előre ki kell próbálni a rendelkezésre álló anyagokkal, eszközökkel és tojásfehérje-oldattal.
  - A tojásfehérje-oldatot a szokásos módon kell elkészíteni: a tojásfehérjét el kell választani a tojássárgájától, majd a tojásfehérjét kicsit fel kell verni és desztillált vízzel kb. kétszeres térfogatúra kell hígítani, és utána vattán átszűrni. Fagyasztószekrényben hónapokig eltartható.
- **Balesetvédelem:**
  - A melegítésre (a nyílt láng használata miatt) nagyon vigyázni kell. A kémcsöveket csak kémcsőfogóval tartva melegíthetjük. A forró kémcső megfogása tilos. A hosszú hajakat össze kell fogatni. Melegítés közben gumikesztyűt nem használunk.
  - A kémcsövet a melegítés közben állandóan mozgatni kell, és a száját ne irányítsuk se magunk, se más személy felé.
  - A kémcső tartalmának összerázásakor tilos azt ujjal befogni, minden esetben az odakészített dugókat kell használni.
- **Hulladékkezelés:**
  - A kísérletek maradékát a megfelelő gyűjtőedényekbe kell üríteni, a lefolyóba önteni tilos. A nehézfémek a szervesetlen gyűjtőbe kerüljenek.

## Mérgek, máglyák, modellek (1. típus: receptszerű változat)

Néha, amikor beteg vagy előfordul, hogy a lázad felszökik, és akár a 40 °C-ot is megközelíti. Ekkor a szüleid már nagyon aggódnak, és mindent megtesznek azért, hogy csökkentsék a lázadat. Vajon mi az alapja ennek az aggodalomnak? Ezt és ehhez hasonló jelenségeket fogunk most megmagyarázni. A mai órán ugyanis a fehérjék denaturációjával foglalkozunk, vagyis olyan folyamatokkal, amikor a testünk fehérjéinek a szerkezete valamilyen hatásra megváltozik, és a módosult fehérjék emiatt nem tudják tovább ellátni a feladataikat. Modellkísérletek segítségével utánozzuk és egyben megfigyeljük az élő szervezetekben végbemenő folyamatokat. A kísérletek során azt vizsgáljuk, hogy a fehérjék milyen külső hatásokra hogyan reagálnak.

A kísérletekben a testünkben lévő fehérjéket a tojásfehérje fogja helyettesíteni, **modellezni**.

A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és a magyarázatokat a mondatok kiegészítésével és a **vastagon nyomtatott** szavak közül a **megfelelő aláhúzásával**, vagy **bekerekezésével**, vagy a **nem megfelelő áthúzásával**!

**1. a) Kísérlet:** Öntetek kémcsőbe 2 ujjnyi tojásfehérje-oldatot és adjatok hozzá kevés konyhasót! A kémcsövet dugaszoljátok be és rázzátok össze! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** (A konyhasó **feloldódik/nem oldódik fel**.) **Áttetsző/Opálos** oldatot kapunk. Az oldatban fehér színű, szálas anyag **nem jelenik meg/jelenik meg**.

**Magyarázat:** A fehérjék az élő szervezetben ..... oldat formájában vannak jelen. A konyhasó megbontja a fehérje hidrátburkát, és elvonja tőle a ..... Ennek következményeként a fehérje ....., idegen szóval **koagulál**.

Általánosan is elmondható, hogy a fehérjék könnyűfém-sók hatására .....

**1. b) Kísérlet:** Ezután hígítsátok kétszeresére az 1. a) kísérletben használt kémcső tartalmát desztillált vízzel, majd dugaszoljátok be a kémcsövet, és rázzátok össze újra! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** Az oldatból **eltűnik/nem tűnik el** a szálas csapadék.

**Magyarázat:** A fehérjék kicsapódása ebben az esetben **visszafordítható/nem visszafordítható**, idegen szóval **reverzibilis/irreverzibilis**. Ez azt jelenti, hogy víz hozzáadásával a fehérje körül **újra kialakul/nem alakul ki** a hidrátburkok, és **újra lehetővé válik/megszűnik** a fehérje megfelelő működése. Ezért vagyunk nagyon szomjasak, ha sok sós ételt eszünk.

A fehérjék ezen **reverzibilis/irreverzibilis** kicsapódása **fizikai/kémiai** változásnak tekinthető, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

**2. a) Kísérlet:** Öntetek kémcsőbe 2 ujjnyi tojásfehérje-oldatot, és adjatok hozzá kevés réz(II)-szulfátot! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A kémcsőben ..... színű csapadék jelenik meg.

**Magyarázat:** A fehérje a réz(II)-szulfát hatására ..... Általánosan is elmondható, hogy a fehérjék a **nehézfém-sók hatására**.....

**2. b) Kísérlet:** Ezután hígítsátok kétszeresére a 2. a) kísérletben használt kémcső tartalmát desztillált vízzel, majd dugaszoljátok be a kémcsövet, és rázzátok össze újra! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A ..... színű csapadék **eltűnt/nem tűnt el** a kémcsőből.

**Magyarázat:** A fehérjék nehézfém-sók hatására történő kicsapódása **visszafordítható/nem visszafordítható**, idegen szóval **reverzibilis/irreverzibilis**.

Ez azt jelenti, hogy a koagulálás után már hiába próbáljuk hígítani az oldatot, a fehérje térszerkezete végleg átalakult, **funkcióját nem tudja tovább betölteni**. Ilyenkor azt mondjuk, hogy a fehérje **denaturálódott**. A fehérjék ilyen módon való átalakulása **fizikai/kémiai** változás, mert **elsőrendű/másodrendű** kötőerők rendeződtek át. Ezért mérgezők a nehézfém-sók. A mérgezés súlyossága csökkenthető, ha a nehézfém-só lenyelése után a lehető leghamarabb tejet itatunk az illetővel. Ugyanis ekkor a gyomorban lévő nehézfém-só elsősorban a tejfehérjéit csapja ki a szervezet fehérjéi helyett.

**3. a) Kísérlet:** Öntsetek kémcsőbe 2 ujjnyi tojásfehérje-oldatot, és melegítsétek borszeszegő segítségével! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A kémcsőben ..... színű csapadék jelenik meg.

**Magyarázat:** A fehérje melegítés hatására .....

**3. b) Kísérlet:** Ezután hígítsátok kétszeresére a 3. a) kísérletben használt kémcső tartalmát desztillált vízzel, majd dugaszoljátok be a kémcsövet, és rázzátok össze újra! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A ..... színű csapadék **eltűnt/nem tűnt el** a kémcsőből.

**Magyarázat:** A fehérje melegítés hatására **reverzibilisen/irreverzibilisen** kicsapódik. **Fizikai/Kémiai** változás történt, ami **visszafordítható/nem visszafordítható**. Ezért veszélyes a magas láz, és ezért okoz az égési sebek kialakulásakor roncsolódott fehérjék szerkezetváltozása **ideiglenes/végleges** funkcióvesztést. A főtt tojásból már nem lesz kiscsirke. A máglyahalál pedig az emberiség által kitalált legbarbárabb kivégzési módok közé tartozik.

**4. a) Kísérlet (tanári demonstrációs kísérlet):** Kémcsőbe 2 ujjnyi tojásfehérje-oldatot öntünk, majd kevés (4 csepp) tömény salétromsavoldatot csepegtetünk hozzá. Mit tapasztalunk?

**Tapasztalat:** A salétromsavoldat hatására a kémcsőben ..... csapadék jelenik meg.

**Magyarázat:** A fehérje a salétromsavoldat hatására .....

**4. b) Kísérlet (tanári demonstrációs kísérlet):** Ezután kétszeresére hígítjuk a 4. a) kísérletben használt kémcső tartalmát desztillált vízzel, bedugaszoljuk a kémcsövet, és összerázzuk. Mit tapasztalunk?

**Tapasztalat:** A..... színű csapadék **eltűnt/nem tűnt el** a kémcsőből.

**Magyarázat:** A tömény salétromsavoldat hatására nem csak másodrendű, hanem elsőrendű kötések is átrendeződtek, azaz **fizikai/kémiai** folyamat ment végbe. Ezért ez a változás **reverzibilis/irreverzibilis**, víz hozzáadásával **visszafordítható/nem fordítható vissza**. A fehérje **reverzibilisen/irreverzibilisen** denaturálódott.

Általánosan is elmondható, hogy a fehérjék erős savak, illetve bázisok hatására olyan **szerkezetátalakuláson** esnek át, mely már nem visszafordítható. Ezek egyik hatása ugyanis az, hogy az elsőrendű peptidkötések felbomlanak (hidrolizálnak), s a fehérjék kisebb peptidekre, illetve aminosavakra esnek szét. A krimikben időnként szerepel is, hogy az áldozatot vagy annak holttestét savba dobják. A 2010-ben Ajkán történt vörösiszap-katasztrófa során pedig a szerencsétlenül járt emberek bőre és húsa erősen roncsolódott, szinte szétmállott a fehérjék lúgos hidrolízise miatt.

**4. c) Kísérlet (tanári demonstrációs kísérlet):** Ezután a kémcső tartalmát borszeszegő segítségével melegítjük. Mit tapasztalunk?

**Tapasztalat:** A kémcsőben lévő ..... csapadék .....

**Magyarázat:** Melegítés során a fehérjében lévő aromás oldalláncok a salétromsav hatására nitrálódnak (vagyis az aromás gyűrűk egy vagy több hidrogénje helyére a sárga színt okozó -NO<sub>2</sub> csoportok épülnek be), s ennek

köszönhető a .....

Ezt a kísérletet a kémikus szakma „az ügyetlen vegyész kísérleteként” említi. Ugyanis, ha valaki nem figyel oda a balesetvédelmi előírások betartására a salétromsavoldattal végzett munka során, előfordulhat, hogy sárga foltokkal a kezén tér haza (mivel a folyamat testhőmérsékleten is végbemegy, csak lassabban, mint a melegítés hatására). Ezt az elszíneződést a bőrön a salétromsav okozza, és azonnal kiderül, hogy az illető nem viselt kesztyűt. Ennek a kísérletnek a hivatalos neve a „xantoproteinpróba”, mely a fehérjék egyik fontos kimutatási reakciója.

## Mérgek, máglyák, modellek (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

Néha, amikor beteg vagy előfordul, hogy a lázad felszökik, és akár a 40 °C-ot is megközelíti. Ekkor a szüleid már nagyon aggódnak, és mindent megtesznek azért, hogy csökkentsék a lázadat. Vajon mi az alapja ennek az aggodalomnak? Ezt és ehhez hasonló jelenségeket fogunk most megmagyarázni. A mai órán ugyanis a fehérjék denaturációjával foglalkozunk, vagyis olyan folyamatokkal, amikor a testünk fehérjéinek a szerkezete valamilyen hatásra megváltozik, és a módosult fehérjék emiatt nem tudják tovább ellátni a feladataikat. Modellkísérletek segítségével utánozzuk és egyben megfigyeljük az élő szervezetekben végbemenő folyamatokat. A kísérletek során azt vizsgáljuk, hogy a fehérjék milyen külső hatásokra hogyan reagálnak.

A kísérletekben a testünkben lévő fehérjéket a tojásfehérje fogja helyettesíteni, **modellezni**.

A kísérletek elvégzése után írástok le a tapasztalatokat és a magyarázatokat a mondatok kiegészítésével és a **vastagon nyomtatott** szavak közül a **megfelelő aláhúzásával**, vagy **bekerekezésével**, vagy a **nem megfelelő áthúzásával**!

**1. a) Kísérlet:** Öntetek kémcsőbe 2 ujjnyi tojásfehérje-oldatot és adjatok hozzá kevés konyhasót! A kémcsövet dugaszoljátok be és rázzátok össze! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** (A konyhasó **feloldódik/nem oldódik fel.**) **Áttetsző/Opálos** oldatot kapunk. Az oldatban fehér színű, szálas anyag **nem jelenik meg/jelenik meg**.

**Magyarázat:** A fehérjék az élő szervezetben ..... oldat formájában vannak jelen. A konyhasó megbontja a fehérje hidrátburkát, és elvonja tőle a ..... Ennek következményeként a fehérje ....., idegen szóval **koagulál**.

Általánosan is elmondható, hogy a fehérjék könnyűfém-sók hatására .....

**1. b) Kísérlet:** Ezután hígítsátok kétszeresére az 1. a) kísérletben használt kémcső tartalmát desztillált vízzel, majd dugaszoljátok be a kémcsövet, és rázzátok össze újra! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** Az oldatból **eltűnik/nem tűnik el** a szálas csapadék.

**Magyarázat:** A fehérjék kicsapódása ebben az esetekben **visszafordítható/nem visszafordítható**, idegen szóval **reverzibilis/irreverzibilis**. Ez azt jelenti, hogy víz hozzáadásával a fehérje körül **újra kialakul/nem alakul ki** a hidrátburok, és **újra lehetővé válik/megszűnik** a fehérje megfelelő működése. Ezért vagyunk nagyon szomjasak, ha sok sós ételt eszünk.

A fehérjék ezen **reverzibilis/irreverzibilis** kicsapódása **fizikai/kémiai** változásnak tekinthető, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

**2. a) Kísérlet:** Öntetek kémcsőbe 2 ujjnyi tojásfehérje-oldatot, és adjatok hozzá kevés réz(II)-szulfátot! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A kémcsőben ..... színű csapadék jelenik meg.

**Magyarázat:** A fehérje a réz(II)-szulfát hatására ..... Általánosan is elmondható, hogy a fehérjék a **nehézfém-sók hatására**.....

**2. b) Kísérlet:** Ezután hígítsátok kétszeresére a 2. a) kísérletben használt kémcső tartalmát desztillált vízzel, majd dugaszoljátok be a kémcsövet, és rázzátok össze újra! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A ..... színű csapadék **eltűnt/nem tűnt el** a kémcsőből.

**Magyarázat:** A fehérjék nehézfém-sók hatására történő kicsapódása **visszafordítható/nem visszafordítható**, idegen szóval **reverzibilis/irreverzibilis**.

Ez azt jelenti, hogy a koagulálás után már hiába próbáljuk hígítani az oldatot, a fehérje térszerkezete végleg átalakult, **funkcióját nem tudja tovább betölteni**. Ilyenkor azt mondjuk, hogy a fehérje **denaturálódott**. A fehérjék ilyen módon való átalakulása **fizikai/kémiai** változás, mert **elsőrendű/másodrendű** kötőerők rendeződtek át. Ezért mérgezők a nehézfém-sók. A mérgezés súlyossága csökkenthető, ha a nehézfém-só lenyelése után a lehető leghamarabb tejet itatunk az illetővel. Ugyanis ekkor a gyomorban lévő nehézfém-só elsősorban a tejfehérjéit csapja ki a szervezet fehérjéi helyett.

**3. a) Kísérlet:** Öntetek kémcsőbe 2 ujjnyi tojásfehérje-oldatot, és melegítsétek borseszéggő segítségével! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A kémcsőben ..... színű csapadék jelenik meg.

**Magyarázat:** A fehérje melegítés hatására .....

**3. b) Kísérlet:** Ezután hígítsátok kétszeresére a 3. a) kísérletben használt kémcső tartalmát desztillált vízzel, majd dugaszoljátok be a kémcsövet, és rázzátok össze újra! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A ..... színű csapadék **eltűnt/nem tűnt el** a kémcsőből.

**Magyarázat:** A fehérje melegítés hatására **reverzibilisen/irreverzibilisen** kicsapódik. **Fizikai/Kémiai** változás történt, ami **visszafordítható/nem visszafordítható**. Ezért veszélyes a magas láz, és ezért okoz az égési sebek kialakulásakor roncsolódott fehérjék szerkezetváltozása **ideiglenes/végleges** funkcióvesztést. A főtt tojásból már nem lesz kiscsirke. A máglyahalál pedig az emberiség által kitalált legbarbárabb kivégzési módok közé tartozik.

**4. a) Kísérlet (tanári demonstrációs kísérlet):** Kémcsőbe 2 ujjnyi tojásfehérje-oldatot öntünk, majd kevés (4 csepp) tömény salétromsavoldatot csepegtetünk hozzá. Mit tapasztalunk?

**Tapasztalat:** A salétromsavoldat hatására a kémcsőben ..... csapadék jelenik meg.

**Magyarázat:** A fehérje a salétromsavoldat hatására .....

**4. b) Kísérlet (tanári demonstrációs kísérlet):** Ezután kétszeresére hígítjuk a 4. a) kísérletben használt kémcső tartalmát desztillált vízzel, bedugaszoljuk a kémcsövet, és összerázzuk. Mit tapasztalunk?

**Tapasztalat:** A..... színű csapadék **eltűnt/nem tűnt el** a kémcsőből.

**Magyarázat:** A tömény salétromsavoldat hatására nem csak másodrendű, hanem elsőrendű kötések is átrendeződtek, azaz **fizikai/kémiai** folyamat ment végbe. Ezért ez a változás **reverzibilis/irreverzibilis**, víz hozzáadásával **visszafordítható/nem fordítható vissza**. A fehérje **reverzibilisen/irreverzibilisen** denaturálódott.

Általánosan is elmondható, hogy a fehérjék erős savak, illetve bázisok hatására olyan **szerkezetátalakáson** esnek át, mely már nem visszafordítható. Ezek egyik hatása ugyanis az, hogy az elsőrendű peptidkötések felbomlanak (hidrolizálnak), s a fehérjék kisebb peptidokra, illetve aminosavakra esnek szét. A krímkben időnként szerepel is, hogy az áldozatot vagy annak holttestét savba dobják. A 2010-ben Ajkán történt vörösiszap-katasztrófa során pedig a szerencsétlenül járt emberek bőre és húsa erősen roncsolódott, szinte szétmállott a fehérjék lúgos hidrolízise miatt.

**4. c) Kísérlet (tanári demonstrációs kísérlet):** Ezután a kémcső tartalmát borszeszegő segítségével melegítjük. Mit tapasztalunk?

**Tapasztalat:** A kémcsőben lévő ..... csapadék .....

**Magyarázat:** Melegítés során a fehérjében lévő aromás oldalláncok a salétromsav hatására nitrálódnak (vagyis az aromás gyűrűk egy vagy több hidrogénje helyére a sárga színt okozó -NO<sub>2</sub> csoportok épülnek be), s ennek

köszönhető a .....

Ezt a kísérletet a kémikus szakma „az ügyetlen vegyész kísérleteként” említi. Ugyanis, ha valaki nem figyel oda a balesetvédelmi előírások betartására a salétromsavoldattal végzett munka során, előfordulhat, hogy sárga foltokkal a kezén tér haza (mivel a folyamat testhőmérsékleten is végbemegy, csak lassabban, mint a melegítés hatására). Ezt az elszíneződést a bőrön a salétromsav okozza, és azonnal kiderül, hogy az illető nem viselt kesztyűt. Ennek a kísérletnek a hivatalos neve a „xantoproteinpróba”, mely a fehérjék egyik fontos kimutatási reakciója.

A mai órán **modellkísérleteket** hajtottunk végre. Ezen kísérletek által jól ismert anyagok felhasználásával, leegyszerűsítve, a lényeg megragadásával **modelleztük az élő szervezetben lejátszódó folyamatokat**. A lényeg pedig az, hogy a fehérjék nagyon érzékenyek ezekre a környezeti hatásokra. Alapvetően kétféleképpen reagálhatnak. Vagy **reverzibilisen**, vagy **irreverzibilisen** kicsapódnak, azaz **koagulálnak**. Mindkét esetben sérül a **térszerkezetük**, ami miatt már **nem képesek ellátni eredeti feladatukat** (funkcióikat), azaz **denaturálódnak** (vagyis elveszítik a természetes szerkezetüket). Amennyiben a változás **visszafordítható fizikai** folyamat (tehát csak **másodlagos kötések** bomlanak föl, ill. alakulnak ki), vízzel való hígítással a fehérje szerkezete helyreállítható. Ilyen folyamat pl. a dehidratáció, azaz vízlevonás, a só vagy az alkoholfogyasztás esetében. Ezért szomjasak a sok sós ételt vagy a sok alkoholt fogyasztó (másnapos) emberek. Amennyiben azonban **nem visszafordítható kémiai** folyamat megy végbe, a fehérje véglegesen denaturálódik. Ilyen változásokat modelleztünk a réz(II)-szulfát, és a salétromsavoldat tojásfehérje-oldathoz való hozzáadásával, valamint a tojásfehérje-oldat melegítésével.

### Mérgek, máglyák, modellek (3. típus: kísérlettervező változat)

Néha, amikor beteg vagy előfordul, hogy a lázad felszökik, és akár a 40 °C-t is megközelíti. Ekkor a szüleid már nagyon aggódnak, és mindent megtesznek azért, hogy csökkentsék a lázadat. Vajon mi az alapja ennek az aggodalomnak? Ezt és ehhez hasonló jelenségeket fogunk most megmagyarázni.

A mai órán **modellkísérleteket** fogunk végrehajtani. Ezen kísérletek által jól ismert anyagok felhasználásával, leegyszerűsítve, a lényeg megragadásával **modellezzük az élő szervezetben lejátszódó folyamatokat**. A lényeg pedig az, hogy a fehérjék nagyon érzékenyek a különböző hatásokra. Alapvetően kétféleképpen reagálhatnak. Vagy **reverzibilisen** (visszafordíthatóan), vagy **irreverzibilisen** (nem visszafordíthatóan) kicsapódnak, azaz **koagulálnak**. Mindkét esetben a **térszerkezetük** sérül, ami miatt már **nem képesek ellátni eredeti feladatukat** (funkcióikat), azaz **denaturálódnak** (vagyis elveszítik a természetes szerkezetüket). Amennyiben a változás **visszafordítható fizikai** folyamat, vízzel való hígítással a fehérje szerkezete regenerálható. Ilyen folyamat pl. a dehidratáció, azaz vízelvonás, az alkoholfogyasztás esetében. Ezért szomjasak a másnapos emberek. Amennyiben azonban **nem visszafordítható kémiai** folyamat megy végbe, a fehérje véglegesen denaturálódik.

**A kísérletekhez a testünkben lévő fehérjék modellezésére a tojásfehérjét választottuk.** Egyszerre csak egyféle hatást vizsgálunk. A fehérje kicsapódása után minden esetben megnézzük azt is, hogy a változás vízzel való hígítással visszafordítható-e.

**A feladatlap kitöltése során húzzatok alá vagy keretezzétek be a helyes, vagy húzzatok át a hibás szövegrészt.**

A következő tanári demonstrációs kísérlet segítségével figyeljétek meg, hogy az adott anyagokból mennyit érdemes használni és milyen módon az egyes kísérletek elvégzésekor. Ez sokat segíthet a későbbi tervezésben.

**1. a) Kísérlet (tanári demonstrációs kísérlet):** Kémcsőbe 2 ujjnyi tojásfehérje-oldatot öntünk, majd kevés (4 csepp) tömény salétromsav-oldatot csepegtetünk hozzá. Mit tapasztalunk?

**Tapasztalat:** A salétromsavoldat hatására a kémcsőben ..... csapadék jelenik meg.

**Magyarázat:** A fehérje a salétromsavoldat hatására .....

**1. b) Kísérlet (tanári demonstrációs kísérlet):** Ezután kétszeresére hígítjuk az oldat tartalmát desztillált vízzel, bedugaszoljuk a kémcsövet, és összerázzuk! Mit tapasztalunk?

**Tapasztalat:** A..... színű csapadék **eltűnt/nem tűnt el** a kémcsőből.

**Magyarázat:** A salétromsavoldat hatására nem csak másodrendű, hanem elsőrendű kötések is átrendeződtek, azaz **fizikai/kémiai** folyamat ment végbe. Ezért ez a változás **reverzibilis/irreverzibilis**, víz hozzáadásával **visszafordítható/nem fordítható vissza**. A fehérje **reverzibilisen/irreverzibilisen** denaturálódott.

Általánosan is elmondható, hogy a fehérjék erős savak, illetve bázisok hatására olyan **szerkezetátalakulások** esnek át, mely már nem visszafordítható. Ezek egyik hatása ugyanis az, hogy az elsőrendű peptidkötések felbomlanak (hidrolizálódnak), s a fehérjék kisebb peptidokra, illetve aminosavakra esnek szét. A krímben időnként szerepel is, hogy az áldozatot vagy annak holttestét savba dobják. A 2010-ben Ajkán történt vörösiszap-katasztrófa során pedig a szerencsétlenül járt emberek bőre és húsa erősen roncsolódott, szinte szétmállott a fehérjék lúgos hidrolízise miatt.

**1. c) Kísérlet (tanári demonstrációs kísérlet):** Ezután a kémcső tartalmát borszeszégő segítségével melegítjük. Mit tapasztalunk?

**Tapasztalat:** A kémcsőben lévő fehér csapadék .....

**Magyarázat:** Melegítés során a fehérjében lévő aromás oldalláncok a salétromsav hatására nitrálódnak (vagyis az aromás gyűrűk egy vagy több hidrogénje helyére a sárga színt okozó -NO<sub>2</sub> csoportok épülnek be), s ennek

köszönhető a .....

Ezt a kísérletet a kémikus szakma „az ügyetlen vegyész kísérleteként” említi. Ugyanis, ha valaki nem figyel oda a balesetvédelmi előírások betartására a salétromsavoldattal végzett munka során, előfordulhat, hogy sárga foltokkal a kezén tér haza (mivel a folyamat testhőmérsékleten is végbemegy, csak lassabban, mint a melegítés hatására). Ezt az elszíneződést a bőrön a salétromsav okozza, és azonnal kiderül, hogy az illető nem viselt kesztyűt. Ennek a kísérletnek a hivatalos neve a „xantoproteinpróba”, mely a fehérjék egyik fontos kimutatási reakciója.

A tálcákon lévő anyagok és eszközök felhasználásával tervezetek olyan kísérleteket, melyek segítségével **modellezhetitek az alábbi 2., 3. és 4. pontban** leírt helyzeteket! Végezzétek el a megtervezett kísérleteket! Az 1.

Kísérlethez hasonló módon vizsgáljátok meg, hogy a tojásfehérje-oldatban bekövetkezett változások vízzel való hígítás során vajon **vi visszafordíthatók-e**.

## 2. Sok sós rágc sálnivalót eszünk, és utána nagyon szomjasak vagyunk.

Kísérlet terve: .....

.....

.....

Tapasztalat: .....

.....

**Magyarázat:** A fehérjék az élő szervezetben ..... oldat formájában vannak jelen. A ..... megbontja a fehérje hidrátburkát, és elvonja tőle a ..... Ennek következményeként a fehérje ....., idegen szóval **koagulál**. Általánosan is elmondható, hogy a fehérjék könnyűfémsók hatására ..... A fehérjék ezen **reverzibilis/irreverzibilis** kicsapódása **fizikai/kémiai** változásnak tekinthető, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

## 3. Nehézfém só-mérgezés történik, mert pl. ecetes ételt hagytunk állni rézedényben.

Kísérlet terve: .....

.....

.....

Tapasztalat: .....

.....

**Magyarázat:** A ..... hatására a fehérje **térszerkezete oly mértékig átalakult**, hogy **funkcióját nem tudja tovább betölteni**. Ilyenkor azt mondjuk, hogy a fehérje **denaturálódott**.

A fehérjék ezen **reverzibilis/irreverzibilis** kicsapódása **fizikai/kémiai** változásnak tekinthető, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

Miért itatnak vajon a lehető leghamarabb tejet a beteggel a nehézfém só-mérgezés után?

.....

## 4. Keménytojást főzünk a szendvicsünkbe.

Kísérlet terve: .....

.....

.....

Tapasztalat: .....

.....

**Magyarázat:** A ..... hatására a fehérje **térszerkezete oly mértékig átalakult**, hogy **funkcióját nem tudja tovább betölteni**. Ilyenkor azt mondjuk, hogy a fehérje **denaturálódott**.

A fehérjék ezen **reverzibilis/irreverzibilis** kicsapódása **fizikai/kémiai** változásnak tekinthető, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

Ezért veszélyes a magas láz, és ezért okoz az égési sebek kialakulásakor roncsolódott fehérjék szerkezetváltozása **ideiglenes/végleges** funkcióvesztést. A főtt tojásból már nem lesz kiscsirke. A máglyahalál pedig az emberiség által kitalált legbarbárabb kivégzési módok közé tartozik.



## Mérgek, máglyák, modellek (tanári változat)

[Csak az 1. és 2. típusú csoportoknak!]

Néha, amikor beteg vagy előfordul, hogy a lázad felszökik, és akár a 40 °C-ot is megközelíti. Ekkor a szüleid már nagyon aggódnak, és mindent megtesznek azért, hogy csökkentsék a lázadat. Vajon mi az alapja ennek az aggodalomnak? Ezt és ehhez hasonló jelenségeket fogunk most megmagyarázni. A mai órán ugyanis a fehérjék denaturációjával foglalkozunk, vagyis olyan folyamatokkal, amikor a testünk fehérjéinek a szerkezete valamilyen hatásra megváltozik, és a módosult fehérjék emiatt nem tudják tovább ellátni a feladataikat. Modellkísérletek segítségével utánozzuk és egyben megfigyeljük az élő szervezetekben végbemenő folyamatokat. A kísérletek során azt vizsgáljuk, hogy a fehérjék milyen külső hatásokra hogyan reagálnak.

A kísérletekhez a testünkben lévő fehérjéket a tojásfehérje fogja helyettesíteni, **modellezni**.

A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és a magyarázatokat a mondatok kiegészítésével és a **vastagon nyomtatott** szavak közül a **megfelelő aláhúzásával**, vagy **bekerekezésével**, vagy a **nem megfelelő áthúzásával**!

**1. a) Kísérlet:** Öntetek kémcsőbe 2 ujjnyi tojásfehérje-oldatot és adjatok hozzá kevés konyhasót! A kémcsövet dugaszoljátok be és rázzátok össze! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** (A konyhasó **feloldódik/nem oldódik fel.**) **Áttetsző/Opálos** oldatot kapunk. Az oldatban fehér színű, szálas anyag **nem jelenik meg/jelenik meg**.

**Magyarázat:** A fehérjék az élő szervezetben **kolloid** oldat formájában vannak jelen. A konyhasó megbontja a fehérje hidrátburkát, és elvonja tőle a **vizet**. Ennek következményeként a fehérje **kicsapódik**, idegen szóval **koagulál**. Általánosan is elmondható, hogy a fehérjék könnyűfémsók hatására **kicsapódnak**.

**1. b) Kísérlet:** Ezután hígítsátok kétszeresére az 1. a) kísérletben használt kémcső tartalmát desztillált vízzel, majd dugaszoljátok be a kémcsövet, és rázzátok össze újra! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** Az oldatból **eltűnik/nem tűnik el** a szálas csapadék.

**Magyarázat:** A fehérjék kicsapódása bizonyos esetekben **visszafordítható/nem visszafordítható**, idegen szóval **reverzibilis/irreverzibilis**. Ez azt jelenti, hogy víz hozzáadásával a fehérje körül **újra kialakul/nem alakul ki** a hidrátburkok, és **újra lehetővé válik/megszűnik** a fehérje megfelelő működése. Ezért vagyunk nagyon szomjasak, ha sok sós ételt eszünk.

A fehérjék ezen **reverzibilis/irreverzibilis** kicsapódása **fizikai/kémiai** változásnak tekinthető, mert **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, új anyag **nem jött létre/jött létre**.

**2. a) Kísérlet:** Öntetek kémcsőbe 2 ujjnyi tojásfehérje-oldatot, és adjatok hozzá kevés réz(II)-szulfátot! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A kémcsőben **fehér** színű csapadék jelenik meg.

**Magyarázat:** A fehérje a réz(II)-szulfát hatására **kicsapódott**. Általánosan is elmondható, hogy a

fehérjék a **nehézfémsók hatására kicsapódnak**.

**2. b) Kísérlet:** Ezután hígítsátok kétszeresére a 2. a) kísérletben használt kémcső tartalmát desztillált vízzel, majd dugaszoljátok be a kémcsövet, és rázzátok össze újra! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A **fehér** színű csapadék **eltűnt/nem tűnt el** a kémcsőből.

**Magyarázat:** A fehérjék nehézfémsók hatására történő kicsapódása **visszafordítható/nem visszafordítható**, idegen szóval **reverzibilis/irreverzibilis**.

Ez azt jelenti, hogy a koagulálás után már hiába próbáljuk hígítani az oldatot, a fehérje térszerkezete végleg átalakult, **funkcióját nem tudja tovább betölteni**. Ilyenkor azt mondjuk, hogy a fehérje **denaturálódott**. A fehérjék ilyen módon való átalakulása **fizikai/kémiai** változás, mert **elsőrendű/másodrendű** kötőerők rendeződtek át. Ezért mérgezők a nehézfémsók. A mérgezés súlyossága csökkenthető, ha a nehézfém só lenyelése után a lehető leghamarabb tejet itatunk az illetővel. Ugyanis ekkor a gyomorban lévő nehézfém só elsősorban a tejfehérjéit csapja ki a szervezet fehérjéi helyett.

**3. a) Kísérlet:** Öntsetek kémcsőbe 2 ujjnyi tojásfehérje-oldatot, és melegítsétek borszeszégő segítségével! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A kémcsőben **fehér** színű csapadék jelenik meg.

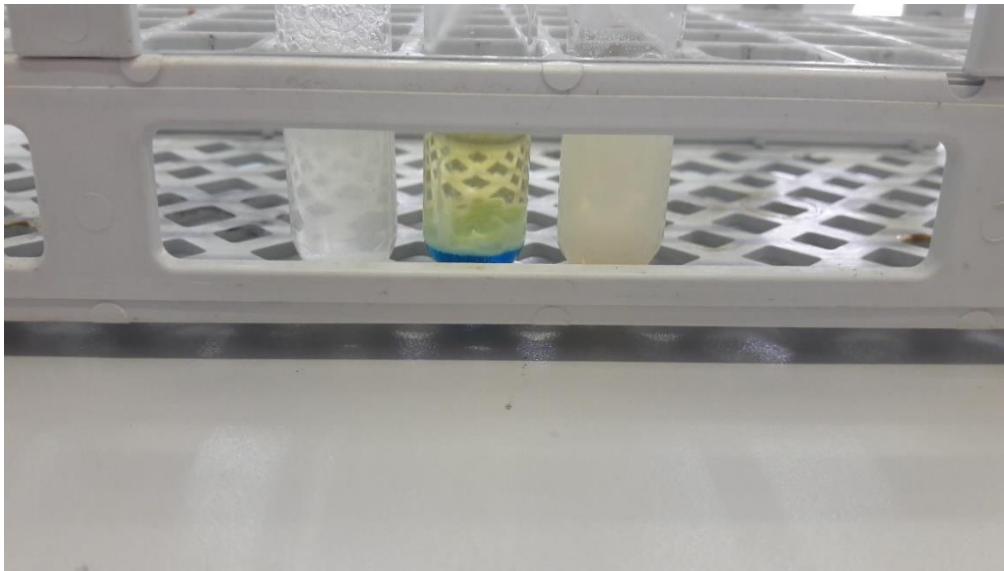
**Magyarázat:** A fehérje melegítés hatására **kicsapódott**.

**3. b) Kísérlet:** Ezután hígítsátok kétszeresére a 3. a) kísérletben használt kémcső tartalmát desztillált vízzel, majd dugaszoljátok be a kémcsövet, és rázzátok össze újra! Mit tapasztaltok?

**Tapasztalat:** A **fehér** színű csapadék **eltűnt/nem tűnt el** a kémcsőből.

**Magyarázat:** A fehérje melegítés hatására **reverzibilisen/irreverzibilisen** kicsapódik. **Fizikai/Kémiai** változás történt, ami **visszafordítható/nem visszafordítható**. Ezért veszélyes a magas láz, és ezért okoz az égési sebek kialakulásakor roncsolódott fehérjék szerkezetváltozása **ideiglenes/végleges** funkcióvesztést. A főtt tojásból már nem lesz kiscsirke. A máglyahalál pedig az emberiség által kitalált legbarbárabb kivégzési módok közé tartozik.

*Megjegyzés: A kísérletek a) részének elvégzése után az alábbi fényképen látható eredményre lehet számítani. A kémcsövek az elvégzés sorrendjében szerepelnek egymás után a képen. Sajnos a konyhasó hozzáadásával nem mindig lehet jól látni a képződött csapadékot. Inkább enyhén opálos lesz az oldat.*



*Megjegyzés: A kísérletek b) részének elvégzése után pedig az alábbi fényképen látható a tapasztalat. Az első (konyhasó tartalmú) kémcsőben lévő oldat szépen kitisztul az előzőekben tapasztaltakhoz képest.*

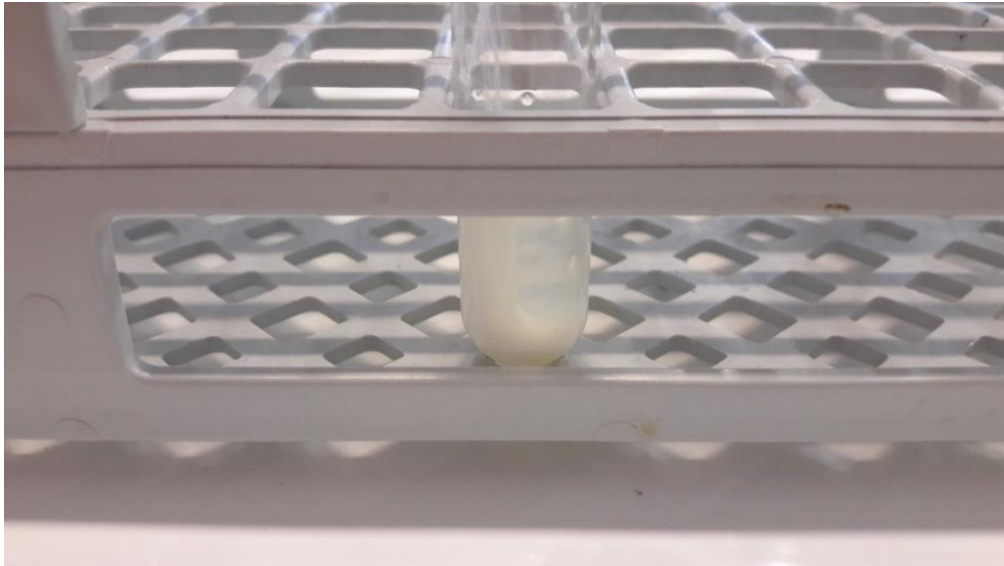


**4. a) Kísérlet (tanári demonstrációs kísérlet):** Kémcsőbe 2 ujjnyi tojásfehérje-oldatot öntünk, majd kevés (4 csepp) tömény salétromsavoldatot csepegtetünk hozzá. Mit tapasztalunk?

**Tapasztalat:** A salétromsavoldat hatására a kémcsőben fehér csapadék jelenik meg.

**Magyarázat:** A fehérje a salétromsavoldat hatására kicsapódott.

*Megjegyzés: A fenti kísérlet elvégzése után az alábbi fényképen látható a tapasztalat.*



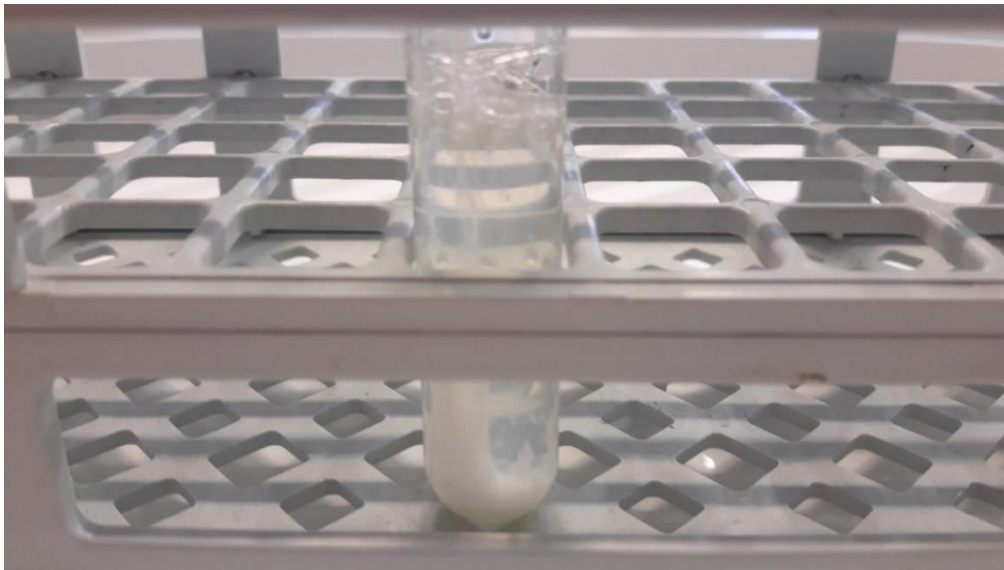
**4. b) Kísérlet (tanári demonstrációs kísérlet):** Ezután kétszeresére hígítjuk a 4. a) kísérletben használt kémcső tartalmát desztillált vízzel, bedugaszoljuk a kémcsövet, és összerázzuk. Mit tapasztalunk?

**Tapasztalat:** A fehér színű csapadék ~~eltűnt~~/**nem tűnt el** a kémcsőből.

**Magyarázat:** A tömény salétromsavoldat hatására nem csak másodrendű, hanem elsőrendű kötések is átrendeződtek, azaz fizikai/kémiai folyamat ment végbe. Ezért ez a változás reverzibilis/irreverzibilis, víz hozzáadásával visszafordítható/nem fordítható vissza. A fehérje reverzibilisen/irreverzibilisen denaturálódott.

Általánosan is elmondható, hogy a fehérjék erős savak, illetve bázisok hatására olyan szerkezetátalakuláson esnek át, mely már nem visszafordítható. Ezek egyik hatása ugyanis az, hogy az elsőrendű peptidkötések felbomlanak (hidrolizálnak), s a fehérjék kisebb peptidekre, illetve aminosavakra esnek szét. A krimikben időnként szerepel is, hogy az áldozatot vagy annak holttestét savba dobják. A 2010-ben Ajkán történt vörösiszap-katasztrófa során pedig a szerencsétlenül járt emberek bőre és húsa erősen roncsolódott, szinte szétmállott a fehérjéik lúgos hidrolízise miatt.

*Megjegyzés: A fenti kísérlet elvégzése után az alábbi fényképen látható a tapasztalat.*



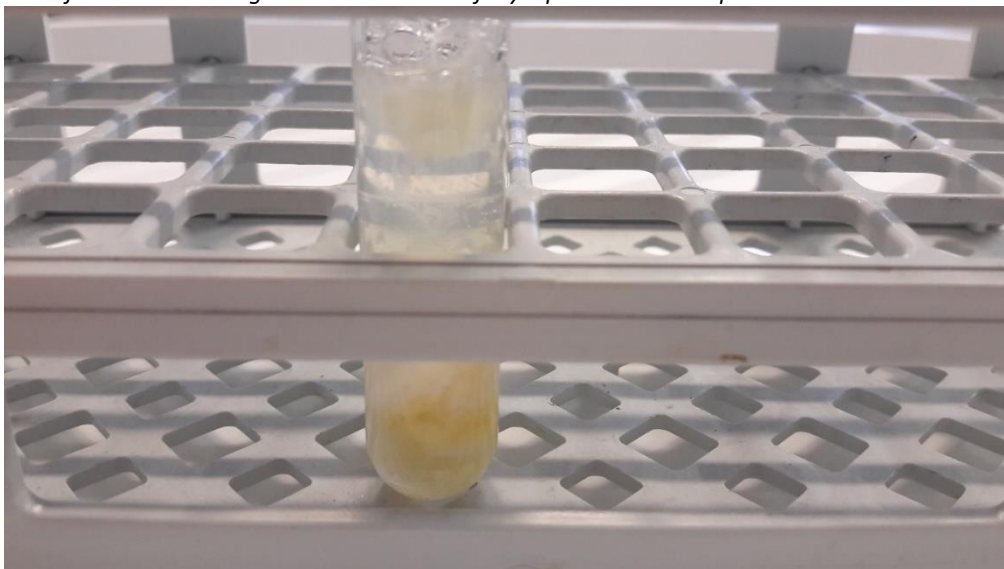
**4. c) Kísérlet (tanári demonstrációs kísérlet):** Ezután a kémcső tartalmát borszeszegő segítségével melegítjük. Mit tapasztalunk?

**Tapasztalat:** A kémcsőben lévő **fehér színű** csapadék **megsárgult**.

**Magyarázat:** Melegítés során a fehérjében lévő aromás oldallánckok a salétromsav hatására nitrálódnak (vagyis az aromás gyűrűk egy vagy több hidrogénje helyére a sárga színt okozó  $-NO_2$  csoportok épülnek be), s ennek köszönhető a **sárga szín megjelenése**.

Ezt a kísérletet a kémikus szakma „az ügyetlen vegyész kísérleteként” említi. Ugyanis, ha valaki nem figyel oda a balesetvédelmi előírások betartására a salétromsavoldattal végzett munka során, előfordulhat, hogy sárga foltokkal a kezén tér haza (mivel a folyamat testhőmérsékleten is végbemegy, csak lassabban, mint a melegítés hatására). Ezt az elszíneződést a bőrön a salétromsav okozza, és azonnal kiderül, hogy az illető nem viselt kesztyűt. Ennek a kísérletnek a hivatalos neve a „xantoproteinpróba”, mely a fehérjék egyik fontos kimutatási reakciója.

*Megjegyzés: A fenti kísérlet elvégzése után az alábbi fényképen látható a tapasztalat.*



[Csak a 2. típusú csoportoknak!]

A mai órán **modellkísérleteket** hajtottunk végre. Ezen kísérletek által jól ismert anyagok felhasználásával, leegyszerűsítve, a lényeg megragadásával **modelleztük az élő szervezetben lejátszódó folyamatokat**. A lényeg pedig az, hogy a fehérjék nagyon érzékenyek ezekre a környezeti hatásokra. Alapvetően kétféleképpen reagálhatnak. Vagy **reverzibilisen**, vagy **irreverzibilisen** kicsapódnak, azaz **koagulálnak**. Mindkét esetben sérül a **térszerkezetük**, ami miatt már **nem képesek ellátni eredeti feladatukat** (funkcióikat), azaz **denaturálódnak**

(vagyis elveszítik a természetes szerkezetüket). Amennyiben a változás **visszafordítható fizikai** folyamat (tehát csak **másodlagos kötések** bomlanak föl, ill. alakulnak ki), vízzel való hígítással a fehérje szerkezete helyreállítható. Ilyen folyamat pl. a dehidratáció, azaz vízelvonás, a só vagy az alkoholfogyasztás esetében. Ezért szomjasak a sok sós ételt vagy a sok alkoholt fogyasztó (másnapos) emberek. Amennyiben azonban **nem visszafordítható kémiai** folyamat megy végbe, a fehérje véglegesen denaturálódik. Ilyen változásokat modelleztünk a réz(II)-szulfát, és a salétromsavoldat tojásfehérje-oldathoz való hozzáadásával, valamint a tojásfehérje-oldat melegítésével.

[Csak a 3. típusú csoportoknak!]

Néha, amikor beteg vagy előfordul, hogy a lázad felszökik, és akár a 40 °C-t is megközelíti. Ekkor a szüleid már nagyon aggódnak, és mindent megtesznek azért, hogy csökkentsék a lázadat. Vajon mi az alapja ennek az aggodalomnak? Ezt és ehhez hasonló jelenségeket fogunk most megmagyarázni.

A mai órán **modellkísérleteket** fogunk végrehajtani. Ezen kísérletek által jól ismert anyagok felhasználásával, leegyszerűsítve, a lényeg megragadásával **modellezzük az élő szervezetben lejátszódó folyamatokat**. A lényeg pedig az, hogy a fehérjék nagyon érzékenyek a különböző hatásokra. Alapvetően kétféleképpen reagálhatnak. Vagy **reverzibilisen** (visszafordíthatóan), vagy **irreverzibilisen** (nem visszafordíthatóan) kicsapódnak, azaz **koagulálnak**. Mindkét esetben a **térszerkezetük** sérül, ami miatt már **nem képesek ellátni eredeti feladatukat** (funkcióikat), azaz **denaturálódnak** (vagyis elveszítik a természetes szerkezetüket). Amennyiben a változás **visszafordítható fizikai** folyamat, vízzel való hígítással a fehérje szerkezete regenerálható. Ilyen folyamat pl. a dehidratáció, azaz vízelvonás, az alkoholfogyasztás esetében. Ezért szomjasak a másnapos emberek. Amennyiben azonban **nem visszafordítható kémiai** folyamat megy végbe, a fehérje véglegesen denaturálódik.

**A kísérletekhez a testünkben lévő fehérjék modellezésére a tojásfehérjét választottuk.** Egyszerre csak egyféle hatást vizsgálunk. A fehérje kicsapódása után minden esetben megnézzük azt is, hogy a változás vízzel való hígítással visszafordítható-e.

**A feladatlap kitöltése során húzzatok alá vagy keretezzétek be a helyes, vagy húzzatok át a hibás szövegrészt.**

A következő tanári demonstrációs kísérlet segítségével figyeljétek meg, hogy az adott anyagokból mennyit érdemes használni és milyen módon az egyes kísérletek elvégzésekor. Ez sokat segíthet a későbbi tervezésben.

**1. a) Kísérlet (tanári demonstrációs kísérlet):** Kémcsőbe 2 ujjnyi tojásfehérje-oldatot öntünk, majd kevés (4 csepp) tömény salétromsavoldatot csepegtetünk hozzá. Mit tapasztalunk?

**Tapasztalat:** A salétromsavoldat hatására a kémcsőben **fehér színű** csapadék jelenik meg.

**Magyarázat:** A fehérje a salétromsavoldat hatására **kicsapódott**.

**1. b) Kísérlet (tanári demonstrációs kísérlet):** Ezután kétszeresére hígítjuk az 1. a) kísérletben használt kémcső tartalmát desztillált vízzel, bedugaszoljuk a kémcsövet, és összerázzuk! Mit tapasztalunk?

**Tapasztalat:** A **fehér** színű csapadék **eltűnt/nem tűnt el** a kémcsőből.

**Magyarázat:** A salétromsavoldat hatására nem csak másodrendű, hanem elsőrendű kötések is átrendeződtek, azaz **fizikai/kémiai** folyamat ment végbe. Ezért ez a változás **reverzibilis/irreverzibilis**, víz hozzáadásával **visszafordítható/nem fordítható vissza**. A fehérje **reverzibilisen/irreverzibilisen** denaturálódott.

Általánosan is elmondható, hogy a fehérjék erős savak, illetve bázisok hatására olyan **szerkezetátalakuláson** esnek át, mely már nem visszafordítható. Ezek egyik hatása ugyanis az, hogy az elsőrendű peptidkötések felbomlanak (hidrolizálnak), s a fehérjék kisebb peptidokra, illetve aminosavakra esnek szét. A krímkben időnként szerepel is, hogy az áldozatot vagy annak holttestét savba dobják. A 2010-ben Ajkán történt vörösiszap-katasztrófa során pedig a szerencsétlenül járt emberek bőre és húsa erősen roncsolódott, szinte szétmállott a fehérjék lúgos hidrolízise miatt.

**1. c) Kísérlet (tanári demonstrációs kísérlet):** Ezután a kémcső tartalmát borszeszegő segítségével melegítjük. Mit tapasztalunk?

**Tapasztalat:** A kémcsőben lévő fehér csapadék **megsárgult**.

**Magyarázat:** Melegítés során a fehérjében lévő aromás oldalláncok a salétromsav hatására nitrálódnak (vagyis az aromás gyűrűk egy vagy több hidrogénje helyére a sárga színt okozó -NO<sub>2</sub> csoportok épülnek be), s ennek köszönhető a **sárga szín megjelenése**.

Ezt a kísérletet a kémikus szakma „az ügyetlen vegyész kísérleteként” említi. Ugyanis, ha valaki nem figyel oda a balesetvédelmi előírások betartására a salétromsavoldattal végzett munka során, előfordulhat, hogy sárga

foltokkal a kezén tér haza (mivel a folyamat testhőmérsékleten is végbemegy, csak lassabban, mint a melegítés hatására). Ezt az elszíneződést a bőrön a salétromsav okozza, és azonnal kiderül, hogy az illető nem viselt kesztyűt. Ennek a kísérletnek a hivatalos neve a „xantoproteinpróba”, mely a fehérjék egyik fontos kimutatási reakciója.

A tálcákon lévő anyagok és eszközök felhasználásával tervezetek olyan kísérleteket, melyek segítségével **modellezhetitek az alábbi 2., 3. és 4. pontban** leírt helyzeteket! Végezzétek el a megtervezett kísérleteket! Az 1. Kísérlethez hasonló módon vizsgáljátok meg, hogy a tojásfehérje-oldatban bekövetkezett változások vízzel való hígítás során vajon **visszafordíthatók-e**.

## **2. Sok sós rágcálnivalót eszünk, és utána nagyon szomjasak vagyunk.**

**Kísérlet terve: Kémcsőbe 2 ujjnyi tojásfehérje-oldatot öntünk, majd kevés konyhasót adunk hozzá. A kémcsövet bedugaszoljuk és összerázzuk. Megfigyeljük, hogy mi történik. Utána desztillált vízzel meghígítjuk a kémcső tartalmát, újra összerázzuk, és megfigyeljük a jelenséget.**

**Tapasztalat: Zavaros oldatot kapunk. Az oldatban fehér színű, szálás anyag úszkál. Hígítás után az oldatból eltűnik a szálás csapadék.**

**Magyarázat:** A fehérjék az élő szervezetben **kolloid** oldat formájában vannak jelen. A **konyhasó** megbontja a fehérje hidrátburkát, és elvonja tőle a **vizet**. Ennek következményeként a fehérje **kicsapódott**, idegen szóval **koagulál**. Általánosan is elmondható, hogy a fehérjék könnyűfém-sók hatására **kicsapódnak**.

A fehérjék ezen **reverzibilis/irreverzibilis** kicsapódása **fizikai/kémiai** változásnak tekinthető, mert részecske szinten **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, makroszinten új anyag **nem jött létre/jött létre**.

## **3. Nehézfém-só-mérgezés történik, mert pl. ecetes ételt hagytunk állni rézedényben.**

**Kísérlet terve: Kémcsőbe 2 ujjnyi tojásfehérje-oldatot öntünk, majd kevés réz(II)-szulfátot adunk hozzá. Megfigyeljük, hogy mi történik. Utána desztillált vízzel meghígítjuk a kémcső tartalmát és megfigyeljük a jelenséget.**

**Tapasztalat: A kémcsőben fehér színű csapadék jelenik meg, mely hígítás után sem tűnik el.**

**Magyarázat:** A **réz(II)-szulfát** hatására a fehérje **térszerkezete oly mértékig átalakult**, hogy **funkcióját nem tudja tovább betölteni**. Ilyenkor azt mondjuk, hogy a fehérje **denaturálódott**.

A fehérjék ezen **reverzibilis/irreverzibilis** kicsapódása **fizikai/kémiai** változásnak tekinthető, mert részecske szinten **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, makroszinten új anyag **nem jött létre/jött létre**.

Miért itatnak vajon a lehető leghamarabb tejet a beteggel a nehézfém-só-mérgezés után?

**A mérgezés súlyossága csökkenthető, ha a nehézfém-só lenyelése után a lehető leghamarabb tejet itatunk az illetővel. Ugyanis ekkor a gyomorban lévő nehézfém-só elsősorban a tej fehérjéit csapja ki a szervezet fehérjei helyett.**

## **4. Keménytojást főzünk a szendvicsünkbe.**

**4. Kísérlet terve: Kémcsőbe 2 ujjnyi tojásfehérje-oldatot öntünk, majd borszeszégő segítségével melegítjük, megfigyeljük a jelenséget. Utána meghígítjuk a kémcső tartalmát desztillált vízzel, és megfigyeljük, hogy mi történik.**

**Tapasztalat: Melegítés hatására fehér csapadék jelent meg a kémcsőben, mely hígítás hatására sem tűnt el.**

**Magyarázat:** A **hőmérséklet emelkedésének** hatására a fehérje **térszerkezete oly mértékig átalakult**, hogy **funkcióját nem tudja tovább betölteni**. Ilyenkor azt mondjuk, hogy a fehérje **denaturálódott**.

A fehérjék ezen **reverzibilis/irreverzibilis** kicsapódása **fizikai/kémiai** változásnak tekinthető, mert részecske szinten **másodrendű/elsőrendű** kölcsönhatások rendeződtek át, makroszinten új anyag **nem jött létre/jött létre**.

Ezért veszélyes a magas láz és ezért okoz az égési sebek kialakulásakor roncsolódott fehérjék szerkezetváltozása **ideiglenes/végleges** funkcióvesztést. A főtt tojásból már nem lesz kiscsirke. A máglyahalál pedig az emberiség által kitalált legbarbárabb kivégzési módok közé tartozik.

