

# KÉMIAI KÍSÉRLETEK AZ ÁLTALÁNOS ISKOLÁKBAN

Riedel Miklós  
Rózsahegyi Márta  
Szalay Luca  
Wajand Judit

**Alkotó szerkesztő**  
Szalay Luca



ELTE, Budapest  
2016

**Készült**

az ELTE Felsőoktatási Struktúraátalakítási Alapból támogatott programja keretében.

**Kiadja**

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar  
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A

**Felelős kiadó**

Dr. Surján Péter, az ELTE Természettudományi Karának dékánja

**Szerzők**

Riedel Miklós, Rózsahegyi Márta, Szalay Luca, Wajand Judit (ELTE Kémiai Intézet)

**Alkotó szerkesztő**

Szalay Luca

**Fotók**

Lénárd László, Riedel Miklós

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

© Lénárd László, Riedel Miklós, Rózsahegyi Márta, Szalay Luca, Wajand Judit

ISBN 978-963-284-733-7

# Tartalom

<b>Bevezetés</b>	<b>5</b>
<b>1. Tanulói kísérletek</b>	
1.1. A gumimaci eltűnik	8
1.2. A kis gumimaci nagyra nő	11
1.3. A papírpelenka titka	13
1.4. A sokszínű mangán	16
1.5. A tej kalandja az ételfestékekkel	20
1.6. A természet harca a savas eső ellen	23
1.7. Az alkohol hűt?	26
1.8. Bűvészkedés három pohár „vízzel”	28
1.9. Égetett mész reakciója vízzel	30
1.10. Ég vagy nem ég, pezseg vagy nem pezseg?	32
1.11. Egy érdekes folyadék	37
1.12. „Élet, erő egészség”	41
1.13. Eltűnik vagy nem tűnik el a szilárd anyag?	46
1.14. „Elvarázsolt” homok és szűrőpapír	49
1.15. Építsünk működő vulkánt!	53
1.16. Féldrágakövet készítünk, szokatlan tojásfestés	56
1.17. Festett-e a vörösbor?	59
1.18. Festőművészek előre!	63
1.19. Gázok és folyadékok összenyomhatósága	67
1.20. Hogyan szívja be a lombik a kemény tojást?	69
1.21. Hogyan vehetjük ki a pénzérmét a víz alól száraz kézzel?	71
1.22. Hova lesz a gáz a lufiból?	73
1.23. Hőt vesz fel és mégis önként végbemegy	77
1.24. Indikátorpapír készítése a konyhában	80
1.25. Játék? Nem, molekulaszervezet	83
1.26. Képfestés háztartási anyagokkal	86
1.27. Meleged van? Én fázom. Cseréljünk!	90
1.28. Miből áll a víz?	93
1.29. Miért használunk élesztőt a kelt tésztahoz?	96
1.30. Miért nem hizlal a light kóla?	99
1.31. Miért okozhat viszketést az óra vagy a fémbizsu?	102
1.32. Miért úszik a zsilettpenge a vízen?	104
1.33. Mi fújja fel a lufit?	108
1.34. Minden anyagot megköt a zeolit?	110
1.35. Mivel van jódozva a jódozott só?	113
1.36. Mosószer vadgesztenyéből (mosódió?)	115
1.37. Növények savtartalmának vizsgálata	118
1.38. Olajjal és margarinnal nemcsak főzni lehet	122
1.39. Oxigén a mosószerből	126
1.40. Réztisztítás forrasztáskor	128

1.41. Szép reakciók egy kis tálkában	131
1.42. Tavasszal a fák kizöldülnek	136
1.43. Titkosírás citrommal	138
1.44. Tűzijáték a narancshéjjal	140
1.45. Ujjlenyomatot készítünk	142
1.46. Üres a lombik?	144
1.47. Üveglapok közt mézcsepp, mi lesz belőle?	146
1.48. Van-e réz a pénzérmékben?	148
1.49. Varázsírás	150
1.50. Vizsgálódjunk a konyhában, fürdőszobában	152
<b>2. Tanári bemutató kísérletek</b>	
2.1. Aladdin és a csodalámpa	155
2.2. Jegelve forr a víz	157
2.3. Kémiai hőszigetelő	159
2.4. Látványos katalitikus reakció	160
2.5. Miben különböznek az olajok és zsírok?	162
2.6. Mire képes a mosogatószer?	164
2.7. Szilárd anyagok is reagálnak?	166
2.8. Torokfájásra mézes teát!	167
2.9. Üdítőital-szökőkút	169
2.10. Varázspoharak	170
<b>3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához</b>	
Bevezetés a csoportos tanulói kísérletterveztető feladatlapokhoz	172
3.1. Hamupipőke és más történetek	174
3.2. Hogyan működik a sütőpor?	179
3.3. Kemény vizek lágyítása	184
3.4. Melyik fém az „erősebb”?	190
3.5. Melyik pohárban van több ecet?	195
3.6. Mennyi C-vitamin van egy narancsban?	200
3.7. Mennyire vasas az ivóvíz?	206
3.8. Milyen tömény rum kell a Gundel-palacsintához?	214
3.9. Szeret – nem szeret?	219
3.10. Tényleg „meszes” a tojás héja?	226
<b>Irodalom</b>	<b>231</b>

# Bevezetés

E kísérletgyűjtemény elsődleges célja az, hogy a 2013 szeptemberében indult új, osztatlan kémiatanár képzés hallgatóinak szak módszertani tanulmányait segítse. Ezen belül is mindenekelőtt a 4+1 éves képzés tanárjelöltjei számára készült, akik főként általános iskolákban és érettségit nem adó szakképzésben fognak tanítani. A kísérletek magyarázatai és a hozzájuk fűzött megjegyzések azonban világossá teszik, hogy a gyűjtemény teljes tartalma alkalmazható az általános iskolai tehetséggondozásban, illetve a középiskolában is, az ott tanított ismeretekre alapozva. Ezért reményeink szerint haszonnal forgathatják mind az 5+1 éves képzésben részt vevő kémiatanár szakos hallgatók, mind a közoktatásban és a szakképzésben dolgozó gyakorló kémiatanárok.

A kísérletek között sok új, vagy új módon kivitelezett akad, de bizonyára mindenki talál majd általa ismerteket is (különösen a gyakorló kémiatanár kollégák). A jelen gyűjtemény természetesen nem lehet átfogó jellegű (már csak terjedelmi okokból sem). Azonban igyekeztünk annyira változatos témájú kísérleteket választani, hogy a közoktatási kémiatanítás tananyagának minden nagyobb témaköréhez illeszthető lehessen találni közöttük. Egy-egy kísérlet persze a tananyag több pontján és többféle mélységben magyarázva is elvégezhető.

A kísérletek sorrendje nem követheti a kémia logikáját, de a Nemzeti alaptanterv logikáját sem. Ennek oka az, hogy egy-egy kísérlet a kémiaoktatás több pontján is alkalmazható, miközben változhat a magyarázat mélysége, és az is, hogy a tanár hová helyezi a hangsúlyokat. Számos közülük a kémiatanulás kezdetén (vagy akár azt megelőzően, adott esetben óvodában), kedvcsináló, motiváló jelleggel is elvégezhető. Emiatt a kísérletek a címek ABC- rendjében szerepelnek, ami szokatlan megoldás. Ezért a tanár kollégák munkáját segítő, a cím után egy mondatban összefoglalva megadjuk a kísérlet szakmai lényegét is.

A gyűjtemény három nagy fejezetből áll. Az elsőben a leírás alapján elvégzendő tanuló kísérletek szerepelnek. A második fejezetben olyan tanári demonstrációs kísérletek találhatók, amelyek nagyon érdekesek és motiválóak, de a diákok által végezve veszélyesek lennének. A harmadik fejezet tartalmazza az olyan csoportos tanuló kísérleteket, amelyeknek egy vagy több lépését maguknak a diákoknak kell megtervezniük. (Ennek részleteiről külön szólunk a 3. fejezet bevezetőjében.)

A tanuló kísérletek tanári változatai mindig tartalmazzák a magyarázatokat és a szerzők által fontosnak és/vagy hasznosnak tartott megjegyzéseket is. Ezek (a fentiekben már említett okokból) gyakran túlmutatnak az általános iskolai, illetve szakiskolai kémia tananyagon. A tanár, diákjainak előzetes tudása, érdeklődése és képességei függvényében dönthet arról, hogy milyen mélységben, milyen fogalmakat és összefüggéseket használva értelmezi a tapasztalatokat. Egyes helyeken keresztthivatkozások is találhatók a gyűjtemény egyéb, hasonló témájú kísérleteire, hogy ezzel is megkönnyítsük a feladatlapok alkalmazását.

A tanulói feladatlapok mindig a tanári változatok után találhatóak. Ezekben üres helyeket hagytunk a megfigyelések, valamint a magyarázatok számára. A megfigyelési szempontokról is a tanár dönt, az adott helyzet és az oktatási, illetve nevelési célok ismeretében. Annak érdekében, hogy a tanulói feladatlapok minél sokoldalúbban felhasználhatók, alakíthatók legyenek, a jelen kísérletgyűjtemény tanulói feladatlapjait a pdf formátumon kívül szerkeszthető MS Word fájlként is közzé tesszük. Ezek egy doc fájlban (a teljes jegyzetet tartalmazó pdf fájlal együtt) szabadon letölthetők lesznek az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kara szakmódszertani honlapjának kémia oldalán, ami a következő webcímen érhető el: <http://ttomc.elte.hu/szervezeti/kemia-szakmodszertani-csoport>. A doc formátumú fájl természetesen az aktuális szükségletek szerint szerkeszthető, de felelősséget a szerzők csak a pdf formátumú fájlba leírtakért vállalnak.

A tanári és a tanulói kísérletek leírásainak végén egyaránt szerepelnek a „Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés”. Azonban ezeken a helyeken csak a kiemelten fontosnak tartott figyelmeztetéseket és tanácsokat írtuk le. A vegyszerek biztonsági adatlapjain szereplő veszélyeket és utasításokat, valamint a kísérletezéskor betartandó tűz-, baleset- és munkavédelmi szabályokat ismertnek tekintjük. E helyen is főlhívjuk ezek betartásának és a tanulókkal való betartatásának fontosságára minden tanárjelölt és gyakorló kémiantanár figyelmét.

A kísérletgyűjtemény irodalomjegyzéke a jegyzet végén található. Ez az Olvasónak ajánlott, és a szerzők által forrásként felhasznált irodalmat egyaránt tartalmazza. A jegyzet készítésekor felhasználtunk friss hazai és külföldi irodalmakat is, amiért e helyen mondunk köszönetet a szerzőiknek. Azonban természetesen ezúttal is ajánljuk a gyakorló kémiantanárok számára már jól ismert praktikumokat, amelyek számos, az oktatásban jól alkalmazható kísérletet tartalmaznak. Bizonyos kísérletek esetében a megjegyzések között is szerepelnek olyan hivatkozások, amelyek segíthetik az azokat felhasználó kollégák munkáját. Egyes kísérletek, illetve feladatlapok teljesen saját fejlesztésűek, míg mások esetében az irodalomjegyzékben és/vagy a megjegyzések között található leírások, korábbi változatok vagy ötletek képezték a kiindulópontot.

A kísérletek kiválasztásakor és a feladatlapok írásakor igyekeztünk szem előtt tartani azt a szempontot, hogy az eszközökkel és vegyszerekkel rosszul ellátott iskolákban dolgozó kollégák is találjanak az adott, szűkös körülmények között kivitelezhetőket. Ezért például a kísérletek többségéhez nincs szükség desztillált vagy ioncserélt vízre. Ezekben az esetekben a kísérletek leírásában egyszerűen „víz” szerepel. Abban a néhány kísérletben, ahol fontos a desztillált víz alkalmazása, ezt szerepeltetjük a szükséges anyagok listájában. Ha a felhasznált oldatok koncentrációja lényeges információ, azt is feltüntettük az anyaglistában. Egyéb esetekben a tanár a szakmai tudása és a józan ész alapján dönthet erről. Célszerű a kísérleteket előre kipróbálni az adott körülmények között, a beszerzett, illetve a rendelkezésre álló eszközök, anyagok birtokában. Sok esetben mindennapi (háztartási boltban vagy áruházakban megvásárolható) anyagokat használunk. Ezek ugyan olcsón beszerezhetők, de a minőségük a hivatalos vegyszerekhez képest változó, eltérő lehet. Néhány helyen fényképeket is közlünk a kísérletről. Olyan esetekben döntöttünk emellett, amikor ez megkönnyíti a kísérlet összeszerelését, illetve az újszerű kivitelezés miatt indokolt.

Reméljük, hogy ez a jegyzet komoly segítséget jelent majd a jelen és a jövő kémiantanári számára.

## Bevezetés

A teljes kísérletgyűjtemény belső lektoráláson esett át (ezért külön nem is tüntettük fel a lektorokat). Azonban sajnos ennek ellenére is előfordulhatnak benne hibák. Ezért kérjük az Olvasót, hogy ezeket jelezze az ELTE Kémiai Intézetében dolgozó szerzők számára. Ezért, és az eddigiekben kapott tanácsokért, ötletekért is köszönettel tartozunk kollégáinknak, közülük is kiemelten Hobinka Ildikónak, aki munkájával jelentősen hozzájárult e mű megszületéséhez.

Ezekkel a gondolatokkal kívánnak mindenki számára eredményes munkát és sok sikert

a Szerzők.

Budapest, 2016. január 15.

# 1. Tanulói kísérletek

## 1.1. A gumimaci eltűnik

A friss ananászlében lévő bromelain enzim felbontja a gumicukorka anyagának peptidkötéseit, a cukorka eltűnik.

### **Eszközök**

Petri-csésze vagy kis főzőpohár  
gyümölcsprés

### **Anyagok**

gumicukorka  
ananász

### **A kísérlet végrehajtása**

Készítsünk ananászból frissen ananászlevet, öntsük ezt a Petri-csészébe vagy kis főzőpohárba. Tegyük bele egy gumicukrot („gumimacit”). Hagyjuk állni legalább egy napig, majd figyeljük meg az edény tartalmát.

### **Megfigyelés**

Az ananászlében lévő gumimaci teljesen feloldódik, eltűnik.

### **Magyarázat**

A gumicukorka fő anyaga a zselatin, ehhez járul még cukor, ízanyag, színezék. A zselatin száraz állapotban 98–99%-ban fehérjét tartalmaz, ebben főleg a nem-esszenciális aminosavak (30%-ban glicin) vannak jelen. A friss ananászlé bromelain nevű enzimet tartalmaz, amely bontja a fehérjék peptidkötéseit, és ennek hatására a fehérjéből vízoldható (nem gél állapotú) aminosavak keletkeznek.

Mindez, természetesen nem általános iskolai tananyag, amit a tanárnak a magyarázatnál figyelembe kell vennie. A jelenség azonban látványos, és háttértudás nélkül is tanulságos a mindennapi kapcsolatai (pl. konyhatechnika, étkezési szokások) miatt. Ezért a kísérletet például úgy lehet általános iskolában magyarázni, hogy a gumimaciban lévő kovalens kötések bontották föl, ez a friss ananászlében található anyag. A tanár továbbá fölhívhatja a figyelmet arra, hogy az ilyen anyagok gyakoriak az élelmiszerekben és fontos szerepet játszanak az étkezésnél, emésztésnél. A kísérlet magyarázatakor praktikus tanácsként megfogalmazható, hogy gyümölcsstortába, a zselé alá nem érdemes friss ananászt és kivit tenni, mert elfolyósíthatják a zselatint. (Ez tehát az a kivételes eset, amikor a friss gyümölccsel szemben a konzerv használata javasolt.)

### **Megjegyzések**

- Célszerű a jelenséget a beszerzett gumicukorral előre kipróbálni. Az egyes márkák különbözőek lehetnek.
- Célszerű sötétebb (pl. piros) színű cukorkát használni, így a jelenség jobban látszik.



## 1. Tanulói kísérletek

- Az ananászlevet frissen kell készíteni. A dobozos ital a gyártás során alkalmazott hőkezelés miatt már nem tartalmaz bromelaint, nem alkalmas a kísérlethez.
- A kísérletet el lehet végezni az étrend-kiegészítőként forgalmazott valamelyik bromelain termékkel is. Ezek azonban más hatóanyagokat (pl. kumarint) is tartalmazhatnak, így ezekkel a kísérletet előre ki kell próbálni.
- A kísérlet a kivi levével is elvégezhető. Ez az ugyancsak proteinbontó hatású actinidint tartalmazza.

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben szereplő anyagok nem veszélyesek.

### A gumimaci eltűnik

#### **Eszközök**

Petri-csésze vagy kis főzőpohár  
gyümölcsprés

#### **Anyagok**

gumicukorka  
ananász

#### **A kísérlet végrehajtása**

Készítsél ananászból frissen ananászlevet, öntsd ezt a Petri-csészébe vagy kis főzőpohárba. Tegyél bele egy gumicukrot („gumimacit”). Hagyjad állni legalább egy napig, majd figyeljed meg az edény tartalmát.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben szereplő anyagok nem veszélyesek.

### 1.2. A kis gumimaci nagyra nő

A gumicukorka vízben néhány óra alatt jelentősen megduzzad, a tömege is megnő.

#### **Eszközök**

főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es  
konyhai mérleg, digitális

#### **Anyagok**

gumicukorka  
víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

Mérjük meg és jegyezzük fel egy gumimaci tömegét. Egy főzőpohárba öntsünk vizet, és tegyünk bele 1–2 szem gumicukorkát („gumimacit”). Figyeljük meg néhány órán keresztül a gumimaci méretének megváltozását. Mérjük meg a megnövekedett gumimaci tömegét is egyszerű digitális konyhai mérleggel, miután papírtörlővel óvatosan leitatuk a felszínéről a vizet.

#### **Megfigyelés**

A gumicukorka mérete jelentősen megnő, megduzzad. A tömegváltozás is jelentős (pl. 1 g-ról 4 g-ra).

#### **Magyarázat**

A gumicukorka fő anyaga a zselatin, ehhez járul még cukor, ízanyag, színezék. Vízbe helyezve a cukorka felületén keresztül a víz a cukorka belsejébe tud hatolni, a zselatin a vízzel különböző mértékben megduzzadt gélt (kolloidot) alkot. Ennek következménye, hogy láthatóan megnő a cukorka térfogata, mérhetően a tömege. A jelenség oka az ozmózis. Emiatt duzzad meg a vízbe helyezett szőlőszem vagy mazsola is.

A zselatin áttetsző, színtelen, majdnem íztelen szilárd anyag, amelyet az állatok kötőszövetéből kivont kollagén hidrolízisével állítanak elő. Az élelmiszeriparban (E441), a gyógyszeriparban, a kozmetikumokban széles körben alkalmazzák. Száraz állapotban 98-99%-ban fehérjét tartalmaz, amelyben főleg a nem-esszenciális aminosavak vannak jelen.

#### **Megjegyzések**

- Célszerű a jelenséget a beszerzett gumicukorral előre kipróbálni. Az egyes márkák különbözőek lehetnek.
- Célszerű sötétebb (pl. piros) színű cukorkát használni, ez jobban látszik.
- A felpuffadt gumimacihoz óvatosan nyúljunk, mert könnyen elszakadhat. Csipeszt ne használjunk.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben szereplő anyagok nem veszélyesek.

### A kis gumimaci nagyra nő

#### **Eszközök**

főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es  
konyhai mérleg, digitális

#### **Anyagok**

gumicukorka  
víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

Mérd meg és jegyezd fel egy gumimaci tömegét. Egy főzőpohárba öntsél vizet és tegyél bele az 1–2 szem lemért tömegű gumicukorkát („gumimacit”). Figyeljed meg a gumimaci méretének megváltozását néhány órán keresztül. Mérjed meg a megnövekedett gumimaci tömegét is egyszerű digitális konyhai mérleggel, miután papírtörülővel óvatosan leitatad a felszínéről a vizet.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben szereplő anyagok nem veszélyesek.

### 1.3. A papírpelenka titka

Háztartási anyagok (pl. papírpelenka) működésének kémiai magyarázata.

#### **Eszközök**

főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es, 2 db

főzőpohár, 200 cm<sup>3</sup>-es

nagyobb műanyagzacskó

közönséges konyhai szűrő

vegyszereskanál

üvegbot

óraüveg

mérőhenger, 50 cm<sup>3</sup>-es

#### **Anyagok**

papírpelenka

víz

nátrium-klorid

#### **A kísérlet végrehajtása**

A pelenkát vágjuk fel, majd szedjük ki a belső, vattaszerű részét. A vattát megfogva érezzük, hogy tapintása érdes a számunkra fontos polimertől. A kiszedett vattát tegyük bele a műanyagzacskóba, zárjuk be a száját és alapos rázással, dörzsöléssel különítsük el a szilárd polimert a vattától. Az így kapott keveréket konyhai szűrőn rázogatással szűrjük le a 200 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárba. Ekkor a vatta fennmarad a szűrőben, míg a főzőpohárban fehér apró szemcsés anyag formájában megkapjuk a szilárd polimert.

A polimerből tegyünk egy kanálnyit az egyik 100 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárba, és állandó gyors keverés közben (erre szolgál az üvegbot) adagoljunk hozzá a mérőhengerből kb. 50 cm<sup>3</sup> vizet (desztillált vizet vagy csapvizet). A keverést folytassuk kb. 3 percig, a változásig. Figyeljük meg, hogy a keverés közben mi történik. Ha további változást nem tapasztalunk, akkor próbáljuk meg a pohár tartalmát átönteni a másik pohárba. Ezután szórjunk az óraüvegen található konyhasóból (nátrium-kloridból) 2-3 csipetet a géltre, és keverjük meg azt. Figyeljük meg a változást.

#### **Megfigyelés**

A víz hozzáöntése után kezdetben a keveréket könnyen tudjuk kavarni, de végül kocsonyaszerű gélt kapunk, amit már nem lehet önteni. A nátrium-klorid hozzáadása után, keverés során a gél újra folyékonyra (önthetővé) válik.

#### **Magyarázat**

A pelenkában a külső polietilén burok alatt vattaszerű anyag van. Ebben nagyon finom eloszlású, fehér apró szemcsés anyag található. Ez egy olyan polimer (hosszú láncú vagy térhálós, nagy molekulájú szénvegyület, pl. nátrium-poliakrilát), amelynek igen nagy a nedvszívó képessége, térhálós szerkezetében megköti a vízmolekulákat. A konyhasót alkotó nátrium- és kloridionok vízmegkötő képessége még nagyobb, ezért a só hatására a vízmolekulák kiszabadulnak a polimerből, ez okozza az elfolyósodást.

### Megjegyzések

- Ha tanulói kísérletként csináltatjuk, akkor célszerű a pelenkából előzőleg kivett polimert adni a tanulóknak, mert a szétválasztási eljárás hosszadalmas.
- A kísérletet csoportos tanulókísérletként is elvégeztethetjük. Ilyen esetben a diákok azt is kaphatják feladatul, hogy tervezzék meg, hogyan lehetne megmérni azt, hogy mekkora térfogatú desztillált víz vagy csapvíz megkötésére alkalmas a pelenkában található polimer adott tömege (pl. 0,5 grammja). Csapvízzel kisebb mértékű a folyadékmegkötés.
- Ha a vízhez ételfestéket adunk, színes gélt kapunk.
- Kevergetés közben érezzük (mivel a keverés mind nehezebbé válik), öntögetéskor látjuk is (mert az anyag már nem önthető át egyik edényből a másikba) a gélesedést.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kísérlet elvégzése veszélytelen.

### A papírpelenka titka

#### **Eszközök**

főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es, 2 db  
vegyszereskanál  
üvegbot  
óraüveg  
mérőhenger, 50 cm<sup>3</sup>-es

#### **Anyagok**

papírpelenkából kinyert polimer  
víz  
szilárd nátrium-klorid

#### **A kísérlet végrehajtása**

A pohárban fehér apró szemcsés anyag (a papírpelenkából kinyert polimer) van. Tegyd egy kanálnyit ebből az egyik üres főzőpohárba, és állandó gyors keverés közben (erre szolgál az üvegbot) adagolj hozzá a mérőhengerből kb. 50 cm<sup>3</sup> vizet (desztillált vizet vagy csapvizet). A keverést folytasd kb. 3 percig, a változásig. Figyeld meg, hogy mi történik a keverés közben. Ha nem tapasztalsz további változást, akkor próbáld meg átönteni a pohár tartalmát a másik üres pohárba. Ezután szórd az óraüvegen található konyhasóból (nátrium-kloridból) 2-3 csipetet a pohárba, és keverd meg azt. Figyeld meg a változást.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlet elvégzése veszélytelen.

### 1.4. A sokszínű mangán

A redoxireakciók tanításakor elvégezhető színes kísérletek.

#### **Eszközök**

főzőpohár, 25 cm<sup>3</sup>-es, 3 db  
üvegbot, 2 db  
cseppentő

#### **Anyagok**

kálium-permanganát-oldat, 0,01 mol/dm<sup>3</sup>  
nátrium-hidroxid-oldat, 1 mol/dm<sup>3</sup>  
kénsav, 2 mol/dm<sup>3</sup>  
hidrogén-peroxid-oldat,  $w = 3\%$ -os  
gumicukor  
papír zsebkendő

#### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** Öntsünk a főzőpohárba először kb. 1 ujjnyi kálium-permanganát-oldatot, majd félujjnyi nátrium-hidroxid-oldatot. Üvegbottal alaposan keverjük össze a két oldatot. Egy másik főzőpohár száját fedjük be papír zsebkendővel, majd óvatosan öntsünk kevés lúgos kálium-permanganát-oldatot a zsebkendő közepére. Figyeltessük a folt színváltozását kb. 1–2 percig.

**b)** Tegyük a lúgos kálium-permanganát-oldatba egy gumimacit (gumicukrot), kevergessük az oldatot és figyeltessük a változást.

**c)** Öntsünk a harmadik főzőpohárba 1 ujjnyi kálium-permanganát-oldatot. Adjunk hozzá félujjnyi kénsavat és keverjük össze a pohár tartalmát. Keverés közben addig csepegtessünk a pohárba hidrogén-peroxid-oldatot, amíg változás észlelhető.

#### **Megfigyelés**

**a)** A kiindulási kálium-permanganát-oldat színe sötétlila. Ahogy ráöntjük az oldatot a papír zsebkendőre, szinte azonnal zöldre változik. Kis várakozás után a zöld szín halvány barna lesz.

**b)** Az oldat sötétlila színe zöldre változik, majd hosszabb idő (kb. ½ óra) alatt zavarossá és barnás színűvé változik.

**c)** A sötétlila szín fokozatosan világosodik, végül színtelen lesz az oldat.

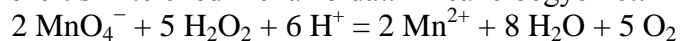
#### **Magyarázat**

**a) és b)** A mangán vegyületeiben +2 és +7 oxidációs szám (vegyérték) közötti valamennyi értéket felveheti. A permanganátionban ( $\text{MnO}_4^-$ ) a mangán +7-es oxidációs állapotban van (lila). Lúgos közegben redukálószer (például a gumicukor glükóztartalma) hatására manganátionná ( $\text{MnO}_4^{2-}$ ) alakul, (zöld) amelyben az oxidációs száma +6. További redukció hatására +4-es oxidációs állapotba kerül a mangán, ezért látjuk a barnás színt. Ebben az oxidációs állapotban lévő legismertebb vegyület a mangán-dioxid (barnakő), képlete:  $\text{MnO}_2$ .



## 1. Tanulói kísérletek

c) Savas közegben a hidrogén-peroxid hatására a permanganátionok redukciója  $\text{Mn}^{2+}$ -ig megy végbe, ezért színtelenedik el az oldat. A reakcióegyenlet:



### Megjegyzések

- Általános iskolában a színesség és a köznapis anyagok (papír zsebkendő, gumi cukor, valamint a „hipermangánnak” is nevezett, és régebben fertőtlenítőszerként alkalmazott kálium-permanganát) használata miatt szakköri foglalkozásra javasoljuk a kísérletet.
- A c) pontban leírt reakció alapján állítunk elő oxigéngázt a gázfejlesztő készülékben.
- Hidrogén-peroxid-oldat helyett a c) kísérletben használhatunk telített oxálsavoldatot is.
- A kálium-permanganát és az oxálsav savas közegben lejátszódó reakciója az 1.10. számú, Ég vagy nem ég, pezseg vagy nem pezseg? című, valamint a 1.37. számú, a Növények savtartalmának vizsgálata című kísérletben is szerepel.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kénsavas kálium-permanganát oldat erősen maró, oxidáló, roncsoló hatású, rendkívül óvatosan kell vele dolgozni.
- A maradék oldatokat a „szervetlen anyagok” feliratú gyűjtőbe kell önteni.
- Az oxálsav szájon át mérgező anyag.

## A sokszínű mangán

### Eszközök

főzőpohár, 25 cm<sup>3</sup>-es, 3 db  
üvegbot, 2 db  
cseppentő

### Anyagok

kálium-permanganát-oldat 0,01 mol/dm<sup>3</sup>  
nátrium-hidroxid-oldat, 1 mol/dm<sup>3</sup>  
kénsav, 2 mol/dm<sup>3</sup>  
hidrogén-peroxid-oldat,  $w = 5\%$ -os  
gumicukor  
papír zsebkendő

### A kísérlet végrehajtása

a) Önts a főzőpohárba először kb. 1 ujjnyi kálium-permanganát-oldatot, majd félujjnyi nátrium-hidroxid-oldatot. Üvegbottal alaposan keverd össze a két oldatot. Jegyezd fel az oldat színét. Egy másik főzőpohár száját fedjed be papír zsebkendővel, majd óvatosan öntsél kevés kálium-permanganát-oldatot a zsebkendő közepére. Figyeld és jegyezd fel a folt színváltozását kb. 1–2 percig.

b) Tegyel a lúgos kálium-permanganát-oldatba egy gumimacit (gumicukrot), kevergesd az oldatot és figyeld a változást.

c) Öntsél a harmadik főzőpohárba 1 ujjnyi kálium-permanganát-oldatot. Adjál hozzá félujjnyi kénsavat és keverd össze a pohár tartalmát. Keverés közben addig csepegtess a pohárba hidrogén-peroxid-oldatot, amíg változást tapasztalsz.

### Megfigyelés

a)

b)

c)

### Magyarázat

a)

b)

c)

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kénsavas kálium-permanganát oldat erősen maró, oxidáló, roncsoló hatású, rendkívül óvatosan kell vele dolgozni.
- A maradék oldatokat a „szervetlen anyagok” feliratú gyűjtőbe kell önteni.

### 1.5. A tej kalandja az ételfestékekkel

A mosogatószerek hatása a tejbe cseppentett ételfestékekre és a tejben levő zsírcseppekre.

#### **Eszközök**

vattás fültisztító  
mélytányér  
cseppentő, 4 db

#### **Anyagok**

tej (lehetőleg zsíros)  
ételszínezékek (pl.: piros, kék, sárga, zöld)  
mosogatószer

#### **A kísérlet végrehajtása**

A tálba öntsünk kb. 1 cm vastagságban tejet. A tejbe cseppentsünk minden ételszínezékből néhány cseppet. (Először érdemes a színeket szeparálni, később akár egy helyre tehetünk több színt is.) Dugjuk bele a tejbe a fültisztító vattás végét, még tisztán. Figyeljük meg, hogy mi történik. Ezután mártsuk bele a fültisztító vattás végét a mosogatószerbe, és mártsuk ezt a tányér közepénél a tejbe. Ne kavargassuk, csak várjuk a hatást. Figyeljük meg, mi történik. Néhány másodperc után, ha a folyamat lassul, vegyük ki a fültisztítót, újra mosogatószerezünk be a vattát, és ismét helyezzük be a tejbe. A játék újraindul.

#### **Megfigyelés**

A mosogatószeres vatta hatására az eddig egy helyben álló festékcseppek „szétszaladnak”, és ameddig a tej a festékekkel teljesen össze nem keveredik, lehet „kergetőzni”.



#### **Magyarázat**

A mosogatószer-molekuláknak zsírbarát (apoláris) és vízbarát (poláris) részei is vannak. A zsírbarát részeikkel kapcsolódnak a tejben levő zsírrészecskékhez (apoláris molekulákhoz, lipidekhez), lecsökkentve e részecskék közötti kölcsönhatást, amelyek így szétterjednek a felületen. Ezzel együtt a mosogatószer-molekulák vízbarát részei a tej és az ételfesték (poláris) molekuláival is kölcsönhatásba lépnek. Ezért a tejszírral együtt mozgó mosogatószer-molekulák magukkal viszik az ételfesték molekuláit is. Így a megfestett felület mozogni kezd.

#### **Megjegyzések**

- Részletesebb magyarázat: A tej zsírrészecskéi jobban vonzzák egymást, mint a tányér falát és a levegő részecskéit, ezért lesz púpos a tányérban levő tej teteje. Ha mosogatószert csepegtetünk bele, akkor a tejsír-tejsír kölcsönhatás gyengül, a tányér-tejsír kölcsönhatás nem változik, ezért a tányér jobban vonzza a tejsír részecskéket, így azok a fal felé áramlanak. A tejben levő – a mosogatószer zsírbarát molekuláival kapcsolatba lépő mosogatószer-molekulákkal és az

## 1. Tanulói kísérletek

azokhoz kapcsolódó ételszínezékekkel együtt a tál széle felé mozognak. Ez a magyarázata annak, hogy zsíros és zsírszegény tejjel kicsit másképp megy a kísérlet, hiszen a zsírszegény tejben kevésbé erőteljes ez az effektus.

- A kísérlethez jobb boltban vásárolt (homogenizált) tejet használni, mint (pl. a piacról beszerzett) házi tejet.
- A fenti magyarázatban részben ugyanazok a kulcsfogalmak fordulnak elő, mint az 1.38. számú, Olajjal és margarinnal nemcsak főzni lehet című, és az 1.12. számú, Élet, erő egészség című tanulói kísérletekben, valamint a 2.6. számú, Mire képes a mosogatószer? című tanári kísérletben, továbbá a 3.9. számú, Szeret – nem szeret? kísérletterveztető feladatsorban.

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlet elvégzése veszélytelen.

### A tej kalandja az ételfestékekkel

#### **Eszközök**

vattás fültisztító  
mélytányér  
cseppentő, 4 db

#### **Anyagok**

tej (lehetőleg zsíros)  
ételszínezékek (pl.: piros, kék, sárga, zöld)  
mosogatószer

#### **A kísérlet végrehajtása**

A tálba önts kb. 1 cm vastagságban tejet. A tejbe cseppents minden ételszínezékből néhány cseppet. Dugd bele a tejbe a fültisztító vattás végét, még tisztán. Figyeld meg, hogy mi történik. Ezután mártsd bele fültisztító vattás végét a mosogatószerbe, és mártsd ezt a tányér közepénél a tejbe. Ne kavargasd, csak várd a hatást. Figyeld meg, mi történik. Néhány másodperc után, ha a folyamat lassul, vedd ki a fültisztítót, újra mosogatószerbe a vattát, és ismét helyezd be a tejbe. A játék újraindul.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlet elvégzése veszélytelen.

### 1.6. A természet harca a savas eső ellen

A savas esőt a mészkő semlegesíti.

#### **Eszközök**

kristályosító csésze, vagy más üvegedény, kb. 150 cm<sup>3</sup>-es, 3 db  
kémcsövek  
mérőhenger, 100 cm<sup>3</sup>-es  
vegyszereskanál, 3db  
üvegbot, 3db  
cseppentők

#### **Anyagok**

homok  
kalcium-karbonát  
desztillált víz  
univerzális indikátoroldat vagy vöröskáposzta-indikátor  
háztartási ecet, 10%-os

#### **A kísérlet végrehajtása**

Készítsük elő a három tiszta üvegedényt.

**a)** Az egyikbe öntsünk 100 cm<sup>3</sup> desztillált vizet (1), a másikba (2) tegyünk egy vegyszereskanál homokot és 100 cm<sup>3</sup> vizet, a harmadikba (3) egy vegyszereskanál kalcium-karbonátot és 100 cm<sup>3</sup> vizet. Keverjük meg a mintákat üvegbottal, és kis idő múlva – ha leülepedtek – vegyünk mintát mindhárom edényből egy-egy kémcsőbe. A mintákhoz csepegtessünk indikátort, és figyeljük meg a minták színét.

**b)** Ezután adjunk fél vegyszereskanálnyi ecetet mindhárom mintát tartalmazó edényhez. Keverjük meg, várjuk meg míg leülepednek, majd az előbbihez hasonlóan vegyünk belőlük mintát. Ezekhez a mintákhoz is csepegtessünk indikátort. Figyeljük meg a színváltozást. A mintavételt és vizsgálatát akár 1–2 napig is folytathatjuk.

#### **Megfigyelés**

Univerzális indikátorral:

**a)** Desztillált víz: sárga (1)

Desztillált víz – homok: sárga (2)

Desztillált víz – mészkő: sárga (3)

**b)** Desztillált víz – ecetsav: rózsaszín (1)

Desztillált víz – ecetsav – homok: rózsaszín (2)

Desztillált víz – ecetsav – mészkő: rózsaszín, később sárga, zöld, majd kékeszöld (3)

#### **Magyarázat**

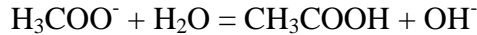
**a)** Az univerzális indikátor színe tiszta, semleges kémhatású vízben fakózöld lenne. A desztillált víz azonban nem semleges, hanem a benne oldott szén-dioxid miatt (szénsav) enyhén savas. Ezért az univerzális indikátor színe a desztillált vízben sárga. A homok és a mészkő a desztillált víz kémhatását nem változtatja meg. Ezért mindhárom mintában az univerzális indikátor sárga színt mutat.

## 1. Tanulói kísérletek

**b)** Az ecet a vizet savas kémhatásúvá teszi, ezt jelzi az indikátor rózsaszín színnel (1). A homok jelenléte ezt nem befolyásolja (2). A kalcium-karbonát (mészke) viszont reakcióba lép az ecetsavval (3)



Ha a szén-dioxid eltávozik az oldatból, akkor a víz savassága csökken, majd az acetáttal vízzel való reakciója (hidrolízis) miatt enyhén lúgos kémhatású lesz:



A mészke alapú tavaknak természetes pufferelő képessége van, amely segít semlegesíteni a savas esőt.

Általános iskolai tanulóknak adható magyarázat: A kalcium-karbonát (só) reakcióba lép az ecetsavval (cserebomlás), egy új só (kalcium-acetát) és egy új sav (szénsav) keletkezik. A szénsav bomlik szén-dioxidra és vízre, a szén-dioxid-gáz eltávozik az oldatból, és csak a só marad vissza oldott állapotban. A gyenge savból (pl. ecetsav) és erős bázisból (pl. kalcium-hidroxid) keletkezett sók (pl. kalcium-acetát) oldatának kémhatása gyengén lúgos, ezt jelzi az indikátor.

### Megjegyzések

- A savas esőt főként a levegőben levő szén-dioxid, nitrogén-oxidok és a kén-dioxid okozzák. Ezek az oxidok vízzel (így az esővízzel is) savat képeznek, így a lehulló eső savas kémhatású lesz, és a növényekben valamint az épített környezetben (szobrok, kupolák, épületek) komoly károkat okoz. A kísérletsorozat a savasság, sav-bázis indikátorok, közömbösítési reakciók és a környezetkémia tanulásakor használható motivációs célból.
- A savas eső megsavanyíthatja a tavak vizét is és így a vízi élőlényekre, tengeri korallokra, minden meszes héjú állatra és a növényekre is káros.
- A kísérlet vöröskáposzta-indikátorral is elvégezhető.
- Jó, ha a vizeket legalább 24–48 óráig vizsgáljuk oly módon, hogy időközönként újabb mintákat veszünk, és indikátorral ellenőrizzük a kémhatásukat.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kísérlet elvégzése veszélytelen.



### A természet harca a savas eső ellen

#### **Eszközök**

kristályosító csésze, vagy más üvegedény, kb. 150 cm<sup>3</sup>-es, 3 db  
kémcsövek  
mérőhenger, 100 cm<sup>3</sup>-es  
vegyszereskanál, 3 db  
üvegbot, 3 db  
cseppentők

#### **Anyagok**

homok  
kalcium-karbonát  
desztillált víz  
univerzális indikátoroldat vagy vöröskáposzta-indikátor  
háztartási ecet, 10%-os

#### **A kísérlet végrehajtása**

Készítsd elő a három tiszta üvegedényt!

**a)** Az egyikbe (1) önts 100 cm<sup>3</sup> desztillált vizet, a másikba (2) tegyél egy vegyszereskanál homokot és 100 cm<sup>3</sup> vizet, a harmadikba (3) egy vegyszereskanál kalcium-karbonátot és 100 cm<sup>3</sup> vizet. Keverd meg a mintákat üvegbottal, és kis idő múlva – ha leülepedtek – vegyél mintát mindhárom edényből egy-egy kémcsőbe. A mintákhoz csepegtess indikátort és figyeld meg a minták színét.

**b)** Ezután adj fél vegyszereskanálnyi ecetet mindhárom mintát tartalmazó edényhez. Keverd meg, várd meg amíg leülepednek, majd az előbbihez hasonlóan vegyél belőlük mintát. Ezekhez a mintákhoz is csepegtess indikátort. Figyeld meg a színváltozást. A mintavételt és vizsgálatát akár 1–2 napig is folytathatod.

#### **Megfigyelés**

**a)**

**b)**

#### **Magyarázat**

**a)**

**b)**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlet elvégzése veszélytelen.

### 1.7. Az alkohol hűt?

A gyorsan párolgó alkohol lehűti a környezetét, ez hőmérővel jól észlelhető.

#### **Eszközök**

hőmérő (lehetőleg digitális)  
cseppentő

#### **Anyagok**

etil-alkohol  
szűrőpapír vagy vatta  
frissítő kendő (esetleg)

#### **A kísérlet végrehajtása**

A hőmérő érzékelőjét borítsuk be szűrőpapírral vagy vattacsomóval (párolgató). Olvassuk le a kiindulási hőmérsékletet. Cseppentsünk kb. 1 cm<sup>3</sup> alkoholt a vattával beborított részre. Ismét olvassuk le a hőmérsékletet.

#### **Megfigyelés**

A hőmérséklet rövid idő alatt jól láthatóan lecsökken. Kb. 10–12 °C hőmérséklet-csökkenést figyelhetünk meg.

#### **Magyarázat**

A párolgás endoterm folyamat, az anyag a hőt a környezetétől vonja el, ezt észleljük hőmérséklet-csökkenésként.

#### **Megjegyzések**

- Az etanol párolgáshője 38,6 kJ/mol (azaz 841 J/g), forráspontja atmoszférikus nyomáson 78,37 °C. ([https://en.wikipedia.org/wiki/Enthalpy\\_of\\_vaporization](https://en.wikipedia.org/wiki/Enthalpy_of_vaporization), utolsó megtekintés: 2016. 01. 02.)
- Etanol helyett más anyagokkal is próbálkozhatunk: más alkoholok, kölnivíz, spiritusz stb.
- A frissítő kendők működése is ezen a jelenségen alapul. A kísérlet ezekkel is elvégezhető (szűrőpapír vagy vatta nélkül). Ezért hűl le eső után a levegő, és ezért érezzük elviselhetőbbnek egy ideig a forróságot a vízparton, miután kijövünk a vízből.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben szereplő anyagok nem veszélyesek.

### Az alkohol hűt?

#### **Eszközök**

hőmérő (lehetőleg digitális)  
cseppentő

#### **Anyagok**

etil-alkohol  
szűrőpapír vagy vatta  
frissítő kendő (esetleg)

#### **A kísérlet végrehajtása**

A hőmérő érzékelőjét borítsad be szűrőpapírral vagy vattacsomóval (párologtató). Olvassad le a kiindulási hőmérsékletet. Cseppentsél kb.  $1 \text{ cm}^3$  alkoholt a vattával beborított részre. Ismét olvassad le a hőmérsékletet.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben szereplő anyagok nem veszélyesek.

### 1.8. Bűvészkedés három pohár „vízzel”

A kémhatás és a közömbösítés tanításához javasolt kísérlet.

#### **Eszközök**

főzőpohár, 25, 50 és 100 cm<sup>3</sup>-es

üvegbot

mérőhenger, 50 cm<sup>3</sup>-es

#### **Anyagok**

víz

fenolftaleinoldat

nátrium-hidroxid-oldat,  $w = 5\%$ -os

sósav,  $w = 5\%$ -os

#### **A kísérlet végrehajtása**

Készítsünk pontosan  $w = 5\%$ -os nátrium-hidroxid-oldatot és sósavat. Minden tanulónak (vagy csoportnak) készítsünk elő egy-egy 25, 50 és 100 cm<sup>3</sup>-es főzőpoharat. A 25 cm<sup>3</sup>-es pohárba öntsünk mérőhengerrel kimért 25 cm<sup>3</sup> nátrium-hidroxid-oldatot. Az 50 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárba öntsünk 25 cm<sup>3</sup> vizet és cseppentsünk bele 2 csepp fenolftaleinoldatot. A harmadik főzőpohárba öntsünk 25 cm<sup>3</sup> mérőhengerrel kimért sósavat.

A tanulók kapnak mindhárom féleből 1-1 poharat az oldattal. Feladatuk: a 25 cm<sup>3</sup>-es pohár tartalmát az 50 cm<sup>3</sup>-esbe tölteni, majd keverés és megfigyelés után az így kapott folyadékelegyet a 100 cm<sup>3</sup>-es pohárba tölteni. A tapasztalatokat le kell jegyezniük, és kitalálni, hogy mi lehetett a poharakban.

#### **Megfigyelés**

A második pohárban a folyadékelegy rózsaszínre (lilásra) változik. A harmadik pohárban szintelen folyadék a végeredmény.

#### **Magyarázat**

Ha nem víz volt a poharakban, akkor mi lehetett? Az első és a második pohár egyikében lúgos kémhatású oldat volt, a másikban pedig fenolftalein. A sorrend mindegy. A harmadik pohárban savas kémhatású oldatból annyi volt, hogy közömbösítette a lúgot, és még feleslegben is maradt sav.

#### **Megjegyzések**

- Tanári demonstrációs kísérletként pedig úgy lehet érdekessé tenni a bemutatást, hogy egy átlátszó falú „varázskorsóba” öntjük a poharak tartalmát, és abban egyszer ciklámen színűvé válik a szintelen oldat, majd ismét visszaváltozik szintelenné.
- A jobb képességű tanulóknak további kérdéseket is feltehetünk a kísérlettel kapcsolatban. Például:
  - Fontos-e a lúg- és savoldat koncentrációja és térfogata a kísérlet sikere szempontjából?
  - Sikerül-e a kísérlet, ha azonos térfogatú 5 tömeg%-os nátrium-hidroxid- és 5 tömeg%-os salétromsavoldat azonos térfogataiból indulunk ki?
  - Helyettesíthetjük-e a lúgoldatot, illetve a savoldatot valamilyen sóoldattal? Például?

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben nem használunk a környezetre ártalmas vegyszert, így a harmadik pohár tartalma kiönthető a lefolyóba.

### Bűvészkedés három pohár „vízzel”

#### **Eszközök**

főzőpohár, 25, 50 és 100 cm<sup>3</sup>-es  
üvegbot

#### **Anyagok**

víz  
fenolftaleinoldat  
nátrium-hidroxid-oldat,  $w = 5\%$ -os  
sósav,  $w = 5\%$ -os

#### **A kísérlet végrehajtása**

Állítsd sorba növekvő térfogat szerint a három főzőpoharat. Mindegyikben azonos térfogatú, szintelen folyadékot láatsz, akár víz is lehet. Töltsd az első pohár tartalmát a másodikba, és keverd meg a folyadékot. Majd a második pohár tartalmát a harmadikba. Jegyezd le a tapasztaltakat és próbáld magyarázni is.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

Ha nem víz volt a poharakban, akkor mi lehetett?

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben nem használunk a környezetre ártalmas vegyszert, így a harmadik pohár tartalma kiönthető a lefolyóba.

### 1.9. Égetett mész reakciója vízzel

Építőanyagok, a kémiai reakciók energiaviszonyai.

#### **Eszközök**

konzervdoboz

hőmérő

főzőpohár, 50 cm<sup>3</sup>, beosztásos

vegyszereskanál

#### **Anyagok**

víz

kalcium-oxid (égetett mész)

#### **A kísérlet végrehajtása**

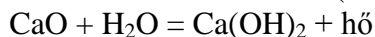
Tegyünk üres konzervdobozba néhány (kb. 2–3) kanálnyi égetett meszet. Helyezzük a hőmérőt az edénybe, mérjük meg az égetett mész hőmérsékletét, majd lassan, óvatosan öntsünk az égetett mészre kb. 20 cm<sup>3</sup> vizet, és időközönként többször olvassuk le a hőmérőt. Figyeljük meg, hogy hogyan változik a keverék hőmérséklete.

#### **Megfigyelés**

Azt tapasztaljuk, hogy a keverék hőmérséklete rohamosan emelkedik.

#### **Magyarázat:**

A végbement reakció hőtermelő (exoterm) folyamat:



A reakció során felszabaduló hő melegíti fel a rendszert.

#### **Megjegyzések**

- Egy bizánci építész, KALLINIKOSZ Kr. e. 650-ben felfedezte, hogy ha kőolajból és égetett mészből álló keverék vízzel érintkezik, akkor azonnal lángra kap, és vízzel nem lehet eloltani. A puskapor feltalálásáig ez maradt a tengeri hadviselésben és a várak ostromában az egyik legfélelmetesebb fegyver. Úgy készült, hogy agyagkorsókat töltöttek meg kőolajjal és égetett mésszel. Vízzel dobva a kalcium-oxid vízzel való reakciója során keletkezett hő meggyújtotta a kőolajat, amely lobogva égett.
- A középkorban az égetett meszet szállító vitorlásokkal furcsa balesetek történtek. Amikor a hajó léket kapott, nem egyszerűen elsüllyedt, hanem tűz keletkezett a fedélzeten, s ez okozta a matrózok halálát és a hajó vesztét. A rakodótérbe szivárgó víz a kalcium-oxiddal reagálva kalcium-hidroxidot eredményezett, miközben olyan nagymennyiségű hő fejlődött, hogy a fából készült tengeri jármű kigyulladt.
- A mészoltással kapcsolatos a 3.10. számú, Tényleg „meszes” a tojás héja? című kísérlet is.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- Vigyázzunk arra, hogy a keletkezett oltott mész forró és maró hatású, így komoly sérüléseket okozhat. Ne hajoljunk a pohár fölé, mert a forró lúg kifröccsenhet és ennek következménye például súlyos szemsérülés is lehet.
- Védőszemüveg használata kötelező.

### Égetett mész reakciója vízzel

#### **Eszközök**

konzervdoboz  
hőmérő  
főzőpohár, 50cm<sup>3</sup> (beosztásos)  
vegyszereskanál

#### **Anyagok**

kalcium-oxid (égetett mész)  
víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

Tegyél üres konzervdobozba néhány (kb. 2–3) kanálnyi égetett meszet. Helyezd a hőmérőt az edénybe és mérd meg az égetett mész hőmérsékletét. Ezután lassan, óvatosan önts az égetett mészbe kb. 20 cm<sup>3</sup> vizet, és időközönként többször olvasd le a hőmérőt. Figyeld meg, hogy hogyan változik a keverék hőmérséklete.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- Vigyázzunk arra, hogy a keletkezett oltott mész forró és maró hatású, így komoly sérüléseket okozhat. Ne hajoljunk a pohár fölé, mert a forró lúg kifröccsenhet és ennek következménye például súlyos szemsérülés is lehet.
- Védőszemüveg használata kötelező.

### 1.10. Ég vagy nem ég, pezseg vagy nem pezseg?

A cukor égésének és a hidrogén-peroxid katalitikus bomlásának vizsgálata.

#### **Eszközök**

Bunsen-égő  
fémcsipesz  
porcelántál  
óraüveg  
kémcső, 2 db  
cseppentő, 3 db  
vegyszereskanál  
gyújtópálca

#### **Anyagok**

kockacukor  
víz  
cigarettahamu  
hidrogén-peroxid-oldat,  $w = 5\%$ -os  
mangán-dioxid  
kálium-permanganát-oldat,  $0,01 \text{ mol/dm}^3$   
kénsav,  $2 \text{ mol/dm}^3$   
oxálsavoldat, telített  
mangán(II)-szulfát-oldat,  $0,1 \text{ mol/dm}^3$

#### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** Egy kockacukor egyik sarkát fogjuk be a fémcsipeszbe, és próbáljuk a gázégő lángjában meggyújtani a cukrot. A cukor alá helyezük el a porcelántálat, hogy abba csöpögjön a megolvadó cukor.

**b)** Vegyünk egy másik kockacukrot, az egyik sarkát 1–2 csepp vízzel nedvesítsük meg, majd mártsuk bele az óraüvegen lévő cigarettahamuba. Fogjuk meg fémcsipesszel a cukor másik sarkát, és a hamus végét tartjuk a gázégő lángjába. A meggyulladó cukrot most is helyezük a porcelántál fölé, abba csöpögjön.

**c)** Egy kémcsőbe töltünk 2 ujjnyi 5%-os hidrogén-peroxid-oldatot. Készítsünk parázsló gyújtópálcát, és helyezzük azt be a kémcső légterébe. Ezután szórjunk kis kanálhegynyi mangán-dioxidot a hidrogén-peroxidba, és ismét mártsuk a parázsló gyújtópálcát a kémcső légterébe.

**d)** Egy kémcsőbe öntsünk 2 ujjnyi  $0,01 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú kálium-permanganát-oldatot. Cseppentsünk hozzá 3 csepp  $2 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú kénsavoldatot és 2–3 csepp oxálsavoldatot. Adjunk 5–6 csepp mangán(II)szulfát-oldatot a kémcső tartalmához. Figyeljük meg a változást.

#### **Megfigyelés**

**a)** A cukor nem gyullad meg, csak megolvad és karamellizálódik.

**b)** A cigarettahamus cukor meggyullad és halványkék lánggal ég. Közben olvad is, és lecsepeg a megolvadt cukor.

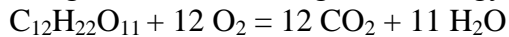


c) Első bemártáskor nincs változás. A mangán-dioxid hatására erősen pezseg az oldat, a parázsló gyújtópálca lánggra lobban a kémcsőben.

d) A kiindulási kálium-permanganát-oldat sötétlila színű. A kénsav- és az oxálsavoldat csöpögtetés után nem észlelünk változást. A mangán(II)-szulfát-oldat hozzáadása után pezsgés indul meg, és az oldat gyorsan elszíntelenedik.

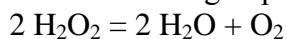
### Magyarázat

a) és b) A hamuban lévő káliumvegyületek és más fém-oxidok katalizálják (elősegítik) a répacukor égését. A tökéletes égés reakcióegyenlete:



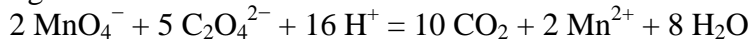
Az általános iskolás tananyagban nem szerepel a katalízis, de a mindennapi élet kérdéseként – különös tekintettel az egyre elterjedtebb katalizátoros autókra – felmerülhet az az igény, hogy megmagyarázzuk a katalizátorok szerepét, működését. Ekkor jól jöhet ez az otthon is elvégezhető demonstráció.

c) A hidrogén-peroxid állás közben csak nagyon lassan bomlik. A mangán-dioxid katalizálja a hidrogén-peroxid bomlását, a fejlődő oxigénben felgyorsul a gyújtópálca égése, izzás helyett lánggra lobban. A hidrogén-peroxid bomlása:



A fejlődés pillanatában atomos állapotú, nagyon reakcióképes, ún. naszcensz oxigénnel magyarázható a hidrogén-peroxid színtelenítő, fertőtlenítő hatása.

d) A permanganát savas közegben oxidálja az oxálsavat, de a reakció csak nagyon lassan indul meg:



A  $\text{Mn}^{2+}$ -ionok katalizálják a reakciót. A kísérlet példa az autokatalízisre, mert a reakcióegyenletből látjuk, hogy a folyamatban termelődnek a  $\text{Mn}^{2+}$ -ionok, vagyis a felszaporodásuk után már gyorsan végbemegy az átalakulás.

### Megjegyzések

- Az égő cukor halványkék lángja messzebről nem jól látható, de meggyűjthetünk vele egy papírcsíkot.
- Hidrogén-peroxid helyett használhatunk gyógyszerárban kapható hyperol tablettát is. Ez hidrogén-peroxid és karbamid keveréke, vízben feloldva használható hidrogén-peroxid-oldatként.
- A hidrogén-peroxid bomlását bizonyos enzimek is katalizálják. Így például ha lereszelt krumplit mozsárban eldörzsölünk kevés vízzel, az így kinyert kataláz nevű enzimmel is gyorsíthatjuk a bomlást.
- A katalízissel kapcsolatos a 2.4. számú, Látványos katalitikus reakció című tanári kísérlet is.
- A hidrogén-peroxid kálium-jodiddal katalizált bomlása magyarázza a nagy mennyiségű gőzképződést a 2.1. számú, az Aladdin és a csodalámpa című tanári kísérletben.
- A hidrogén-peroxid fertőtlenítő hatása a 2.8. számú, Torokfájásra mézes teát! című tanári kísérlettel demonstrálható.
- A kálium-permanganát és az oxálsav vagy hidrogén-peroxid savas közegben lejátszódó reakciója az 1.4. számú, A sokszínű mangán című tanulói kísérletben is szerepel.

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A lecsöpögő olvadt cukor forró.
- A lehűlt kockacukor maradékot ki lehet dobni a szemétkosárba.
- A kémcső tartalmát a „Szervetlen hulladékok” feliratú gyűjtőedénybe öntsük.
- Az oxálsav szájon át mérgező hatású.

### Ég vagy nem ég, pezseg vagy nem pezseg?

#### **Eszközök**

Bunsen-égő  
fémcsipesz  
porcelántál  
óraüveg  
kémcső, 2 db  
cseppentő, 3 db  
vegyszereskanál  
gyújtópálca

#### **Anyagok**

kockacukor  
víz  
cigarettahamu  
hidrogén-peroxid,  $w = 5\%$ -os  
mangán-dioxid  
kálium-permanganát-oldat,  $0,01 \text{ mol/dm}^3$   
kénsav,  $2 \text{ mol/dm}^3$   
oxálsavoldat, telített  
mangán(II)-szulfát-oldat,  $0,1 \text{ mol/dm}^3$

#### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** Gyújtsd meg a Bunsen-égőt. Egy kockacukor egyik sarkát fogd be a fémcsipeszbe, és próbáld a gázégő lángjában meggyújtani a cukrot. A cukor alá helyezd el a porcelántálat, hogy abba csöpögjön a megolvadó cukor.

**b)** Vegyél egy másik kockacukrot, az egyik sarkát 1–2 csepp vízzel nedvesítsd meg, majd mártsd bele az óraüvegen lévő cigarettahamuba. Fogd meg fémcsipesszel a cukor másik sarkát, és a hamus végét tartsd a gázégő lángjába. A meggyulladó cukrot most is helyezd a porcelántál fölé, abba csöpögjön.

**c)** Egy kémcsőbe tölts 2 ujjnyi 5%-os hidrogén-peroxid-oldatot. Készíts parázsló gyújtópálcát, és helyezd azt be a kémcső légterébe. Ezután szórj kis kanálhegynyi mangán-dioxidot a hidrogén-peroxidba, és ismét mártsd a parázsló gyújtópálcát a kémcső légterébe. Jegyzed le, mit tapasztalsz.

**d)** Egy kémcsőbe önts 2 ujjnyi  $0,01 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú kálium-permanganát-oldatot. Cseppents hozzá 3 csepp  $2 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú kénsavoldatot és 2–3 csepp oxálsavoldatot. Adjál 5–6 csepp mangán(II)szulfát-oldatot a kémcső tartalmához. Figyeld meg és jegyezd le a változást.

#### **Megfigyelés**

**a)**

b)

c)

d)

### Magyarázat

a) és b)

c)

d)

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A lecsöpögő olvadt cukor forró.
- A lehűlt kockacukor maradékot ki lehet dobni a szemétkosárba.
- A kémcsövek tartalmát a „Szervetlen hulladékok” feliratú gyűjtőedénybe öntsd!
- Az oxálsav szájon át mérgező hatású.

### 1.11. Egy érdekes folyadék

A glicerin ismert a mindennapokból, ezért érdemes néhány kísérletben megvizsgálni.

#### **Eszközök**

cseppentő, 2 db  
szűrőpapír  
óraüveg  
kémcső, 2 db  
vegyszereskanál  
kémcsőfogó facsipesz  
gázégő

#### **Anyagok**

glicerin  
víz  
kálium-dikromát

#### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** Az óraüvegre helyezett szűrőpapírra cseppentsünk – egymástól távolra – egy csepp vizet és 1 csepp glicerint. Ceruzával írjunk „v”, illetve „g” jelet a foltok alá kb. 2 cm-re. Tegyük félre a papírt, és 10 percenként ellenőrizzük a foltokat.

**b)** Öntsünk egy kémcsőbe 1 ujjnyi vizet, a másikba 1 ujjnyi glicerint. Mozgassuk meg a kémcsövek tartalmát, és hasonlítsuk össze a két folyadék mozgékonyságát. Öntsük a vízhez a glicerint és rázogassuk a kémcsövet.

**c)** Öntsünk a kémcsőbe ismét 1 ujjnyi glicerint, majd szórjunk bele néhány kis kálium-dikromát-kristályt. Fogjuk be a kémcsövet facsipeszbe és nagyon enyhén melegítsük, amíg változást nem észlelünk. Jegyezzük fel a tapasztalatokat.

#### **Megfigyelés**

**a)** A vízcsepp egyre kisebb (halványabb) lesz, és (a szoba hőmérsékletétől függően) néhány perc alatt eltűnik. A glicerines folt egyre nagyobb lesz, ha párás az idő, akkor gyorsan nő, ha száraz, akkor lassabban.

**b)** A glicerin sokkal nehezebben mozog a kémcsőben, mint a víz. A két folyadék elegyedik egymással.

**c)** Rövid melegítés után az eredetileg narancssárga szín zöldre változik, és apró buborékok is képződnek a folyadékban.

#### **Magyarázat**

**a)** A víz elpárolog a papírról, minél magasabb a hőmérséklet és minél szárazabb a levegő, annál gyorsabban. A glicerin nedvszívó folyadék, így a levegő páratartalmát is magába szívja, ezért nő a folt mérete.

**b)** A glicerinnek nagy a viszkozitása (belső súrlódása), ezért sokkal kevésbé „mozgékony”, mint a víz. A víz viszkozitása  $1 \times 10^{-3}$  Pa s, a gliceriné 1,47 Pa s. (Ilyen sűrűn folyó folyadék a közismert méz, aminek szobahőmérsékleten a viszkozitása 19 Pa s.)

## 1. Tanulói kísérletek

c) A kálium-dikromát erélyes oxidálószer. Reakcióba lép a glicerinnel, oxidálva azt, a kis buborékok szén-dioxid képződését jelzik. A hat vegyértékű krómatom pedig három vegyértékűvé redukálódik, ezért jelenik meg a zöld szín.

### Megjegyzések

- A régi típusú alkoholszondában kálium-dikromát volt, amit az etanol redukált, ha a vezető fogyasztott alkoholos italt. Ezért féltek a bűnös vezetők a szonda elzöldülésétől.
- A glicerin nedvszívó hatását a kozmetikumokban használják ki.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A krómvegyületek mérgező hatásúak, ezért a c) kísérlet maradványát a hulladékgyűjtőbe kell önteni.
- A kálium-dikromát veszélyes anyag, a tanulói kísérletnél nagyon óvatosan járjunk el.

### Egy érdekes folyadék

#### **Eszközök**

cseppentő, 2 db  
szűrőpapír  
óraüveg  
kémcső, 2 db  
vegyszereskanál  
kémcsőfogó facsipesz  
gázégő

#### **Anyagok**

glicerín  
víz  
kálium-dikromát

#### **A kísérlet végrehajtása**

a) Az óraüvegre helyezett szűrőpapírra cseppents – egymástól távolra – egy csepp vizet és 1 csepp glicerint. Ceruzával írdal „v”, illetve „g” jelet a foltok alá kb. 2 cm-re. Tedd félre a papírt, és 10 percenként ellenőrizd a foltokat.

b) Öntsél egy kémcsőbe 1 ujjnyi vizet, a másikba 1 ujjnyi glicerint. Mozasd meg a kémcsővek tartalmát, és hasonlíts össze a két folyadék mozgékonyaságát. Öntsd a vízhez a glicerint és rázogatd a kémcsövet.

c) Önts a kémcsőbe ismét 1 ujjnyi glicerint, majd szórj bele néhány kis kálium-dikromát-kristályt. Fogd be a kémcsövet facsipeszbe és nagyon enyhén melegítsd. amíg változást nem észlelsz. Jegyezd fel a tapasztalatokat.

#### **Megfigyelés**

a)

b)

c)

#### **Magyarázat**

a)

b)

c)

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A krómvegyületek mérgező hatásúak, ezért a c) kísérlet maradványát a hulladékgyűjtőbe kell önteni.
- A kálium-dikromát veszélyes anyag, a tanulói kísérletnél nagyon óvatosan járjál el.



### 1.12. „Élet, erő egészség”

Tejvizsgálatok.

#### **Eszközök**

kémcsövek  
csepegtetők  
Bunsen-égő  
kémcsőfogók  
szűrőpapír  
kémcsőbe való dugók

#### **Anyagok**

friss tej  
állott tej  
savanyú tej  
alkoholos alizarinoldat (1,2-dihidroxi-antrakinon)  
ezüst-nitrát-oldat,  $0,1 \text{ mol/dm}^3$   
ammóniaoldat,  $2 \text{ mol/dm}^3$   
Fehling I-oldat  
Fehling II-oldat  
benzin  
nátrium-hidroxid-oldat,  $w = 1\%$ -os  
réz(II)-szulfát-oldat,  $w = 1\%$ -os

#### **A kísérletek végrehajtása**

##### **a) A tej frissességének kimutatása**

Öntsünk az egyik kémcsőbe kb. két ujjnyi friss tejet, a másikba ugyanannyi savanyú tejet. Csepegtessünk mindkettőhöz 5–5 csepp alkoholos alizarinoldatot, és figyeljük meg a tejminták színét.

##### **b) A tejcukor (laktóz) kimutatása**

**b/1** Készítsünk ezüsttükör-reagenst. Kémcsőbe öntsünk 1 ujjnyi  $0,1 \text{ mol/cm}^3$  koncentrációjú ezüst-nitrát-oldatot, és addig csepegtessünk hozzá  $2 \text{ mol/cm}^3$  koncentrációjú ammóniaoldatot, amíg a kezdetben kiváló csapadék éppen feloldódik. Ezután adjunk hozzá kb.  $\frac{1}{2}$  ujjnyi tejet és enyhén melegítsük a kémcsövet. Figyeljük meg a változást.

**b/2** Kémcsőbe egy ujjnyi Fehling I-oldathoz csepegtessünk annyi Fehling II-oldatot, míg a kezdetben kiváló csapadék mélykék színnel feloldódik. Ezután adjunk a kémcső tartalmához háromujjnyit a tejből, majd melegítsük a kémcső tartalmát. Figyeljük meg a változást.

##### **c) A tej zsírtartalmának kimutatása**

Öntsünk kémcsőbe 2 ujjnyi tejet és csepegtessünk hozzá kb. 1 ujjnyi benzint. A kémcsövet dugaszoljuk be és alaposan rázzuk össze. Ha szétvált a benzin és a tej, a cseppentővel a felső, benzines részből (benzines fázisból) szűrőpapírra cseppentsünk néhány cseppet. Hagyjuk a benzint elpárologni. Figyeljük meg, hogy mit látunk a papíron.

### d) A tej fehérjetartalmának kimutatása

Kémcsőbe öntsünk kétujjnyi tejet. Csepegtessünk hozzá kétujjnyi nátrium-hidroxid-oldatot, majd 1–2 csepp réz(II)-szulfát-oldatot. Rázzuk össze a kémcső tartalmát, és figyeljük meg a színváltozást.

### Megfigyelés

a) Friss tejben az alizarinoldat lila színt mutat. Állott tejben barnászvörös, savanyú tejben barna, sárgásbarna, sárga csapadék keletkezik a becsepegtetett alizarinoldat hatására.

b/1. Melegítéskor fémézüst válik ki az oldatból.

b/2. Melegítéskor az oldatból vörös színű csapadék válik ki.

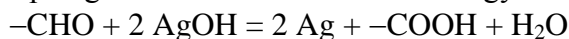
c) A tej és a benzin két fázisra válik szét. A benzines fázisból a szűrőpapírra cseppentés után a benzin elpárolog, és a papíron zsírfolt jelent meg.

d) Először kékes csapadékleválás, majd összerázás után lila színeződés figyelhető meg.

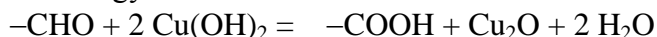
### Magyarázat

a) Az alizarin vízben és savban rosszul, lúgban jól oldódik, lila színnel. A friss tej gyengén lúgos kémhatású ezért az alizarinnal lila színt ad, és csapadék nem keletkezik. Állás közben egyre több tejcukorból képződik tejsav, ezért az alizarin alkoholos oldata állott tejjel barnászvörös, savanyú tejjel barna, sárgásbarna, sárga csapadékot ad.

b/1 A vizsgált oldatunk tartalmaz tejcukrot, ami oxidálódik, az ezüsttükör-reagensben levő ezüstion pedig fémézüstté redukálódik. Az egyszerűsített egyenlet a következő:

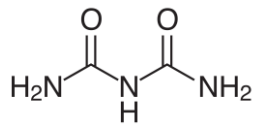


b/2 A vizsgált oldatunk tartalmaz tejcukrot, ami oxidálódik, a reagensben levő réz(II)-ion pedig réz(I)-ionná redukálódik, és kiválik a réz(I)-oxid ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) vörösbarna csapadék. Az egyszerűsített egyenlet a következő:

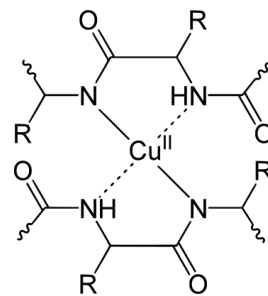


c) A tej víztartalma és vízbarát (poláris) anyagai, valamint a benzin, benne a tejből kioldott zsírbarát (apoláris) anyagokkal két fázisra válnak szét. A benzin a tej felett helyezkedik el, mert sűrűsége kisebb, mint a tejé. A tej zsírtartalma a benzinben jobban oldódik, mint a fő tömegében vízből álló ("zsírmentes") tejben, ezért átoldódik a benzines fázisba. A benzin elpárolgása után a zsír a papíron marad.

d) A biuretreakció (vagy biuretpróba) a – tejben is jelenlevő – fehérjék jellemző molekularészletének kimutatására szolgáló kémiai reakció. A reakció lényege, hogy lúgos közegben a réz(II)-ionok a fehérjékkel lila színű anyagot alkotnak, fehérje hiányában kék csapadék jelenik meg. Az alábbi ábrán a biuret képlete és az a komplex látható, ami a fehérje két polipeptidláncának biurethez hasonló részletei, valamint a réz(II)-ion között kialakul.



Biuret



Fehérje-réz komplex

(<https://en.wikipedia.org/wiki/Biuret>, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Biuret\\_Test.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Biuret_Test.svg), utolsó megtekintés: 2016. 01.30.)

### Megjegyzések

- (a) Hosszú ideig ezt az eljárást alkalmazták az átvételkor a tej frissességének ellenőrzésére. Manapság (a különféle hőkezelési és tartósító eljárások miatt) a dobozos tejek már nem „megsavanyodnak”, hanem „megkeserednek”. A sárga szín ilyen esetekben egy kis sav (pl. sósav) hozzáadásával érhető el (ami a tejsavat helyettesíti).
- (b) Élelmiszerek azok az anyagok, amelyek tápanyagot tartalmaznak. Mivel a tej tartalmaz cukrot és a cukor tápanyag, ezért a tej élelmiszer.
- (c) A tej zsírt is tartalmaz. A zsír szintén tápanyag, ezért a tej élelmiszer.
- (d) A tejfehérje biuretreakciós vizsgálatához a vizsgálandó anyaggal azonos mennyiségű kb. kétujjnyi 1%-os nátrium-hidroxid-oldatot és 1–2(!) csepp 1%-os réz(II)-szulfát-oldatot kell a mintához adni. Ha több réz(II)-szulfátot adunk az oldathoz, akkor a réz(II)-hidroxid-csapadék kék színe elfedi a lila színeződést.
- A tej ezen kívül nagyon sok vitamint is tartalmaz.(A, B, C, stb.). Például két pohár tej a B<sub>12</sub>-vitaminból a napi szükséglet több mint felét fedezi.
- A kísérlet c) részének magyarázatában részben ugyanazok a kulcsfogalmak fordulnak elő, mint az 1.5. számú, A tej kalandja az ételfestékekkel című és az 1.38. számú, Olajjal és margarinnal nemcsak főzni lehet című tanulói kísérletekben, valamint a 2.6. számú, Mire képes a mosogatószer? című tanári kísérletben, továbbá a 3.9. számú, Szeret – nem szeret? című kísérletterveztető feladatsorban.
- A szintén redukáló hatású szőlőcukor (glükóz) jelenlétének kimutatása is Fehling-próbával történik az 1.30. számú, Miért nem hizlal a light kóla? című kísérletben.
- Az ezüsttükör-próba az 1.37. számú, a Növények savtartalmának vizsgálata című kísérletben is szerepel (a hangyasav kimutatására).

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A melegítésre (nyílt láng) nagyon vigyázni kell. A kémcsöveket csak kémcsőfogóban melegíthetjük. A forró kémcső megfogása tilos.
- A kísérletek maradékát a megfelelő gyűjtőedényekbe kell üríteni, a lefolyóba tilos.
- A c) kísérletet nyílt láng mellett elvégezni tilos és életveszélyes, mert a benzín gyúlékony és robbanásveszélyes.

### „Élet, erő egészség”

#### **Eszközök**

kémcsövek  
csepegtetők  
Bunsen-égő  
kémcsőfogók  
szűrőpapír  
kémcsövekbe dugók

#### **Anyagok**

friss tej  
állott tej  
savanyú tej  
alkoholos alizarinoldat (1,2-dihidroxi-antrakinon)  
ezüst-nitrát-oldat,  $0,1 \text{ mol/dm}^3$   
ammóniaoldat,  $2 \text{ mol/dm}^3$   
Fehling I-oldat  
Fehling II-oldat  
benzin  
nátrium-hidroxid-oldat,  $w = 1\%$ -os  
réz(II)-szulfát-oldat,  $w = 1\%$ -os

#### **A kísérletek végrehajtása**

##### **a) A tej frissességének kimutatása**

Önts az egyik kémcsőbe kb. két ujjnyi friss tejet, a másikba ugyanannyi savanyú tejet. Csepegtess mindkettőhöz 5–5 csepp alkoholos alizarinoldatot és figyeld meg a tejminták színét.

##### **b) A tejcukor (laktóz) kimutatása**

**b/1** Készíts ezüsttükör-reagenst. Kémcsőbe önts 1 ujjnyi  $0,1 \text{ mol/cm}^3$  koncentrációjú ezüst-nitrát-oldatot, és addig csepegtess hozzá  $2 \text{ mol/cm}^3$  koncentrációjú ammóniaoldatot, amíg a kezdetben kiváló csapadék éppen feloldódik. Ezután adj hozzá kb.  $\frac{1}{2}$  ujjnyi tejet és enyhén melegítsd a kémcsövet. Figyeld meg a változást.

**b/2** Kémcsőbe egy ujjnyi Fehling I-oldathoz csepegtess annyi Fehling II-oldatot, míg a kezdetben kiváló csapadék mélykék színnel feloldódik. Ezután adj a kémcső tartalmához háromujjnyit a tejből, majd melegítsd a kémcső tartalmát. Figyeld meg a változást.

##### **c) A tej zsírtartalmának kimutatása**

Önts kémcsőbe 2 ujjnyi tejet és csepegtess hozzá kb. 1 ujjnyi benzint. A kémcsövet dugaszold be és alaposan rázd össze. Ha szétvált a benzin és a tej, a cseppentővel a felső, benzines részből/fázisból szűrőpapírra cseppents néhány cseppet. Hagyd a benzint elpárologni. Mit láatsz a papíron?

##### **d) A tej fehérjetartalmának kimutatása**

Kémcsőbe önts kétujjnyi tejet. Csepegtess hozzá kétujjnyi nátrium-hidroxid-oldatot, majd 1–2 csepp réz(II)-szulfát-oldatot. Rázd össze a kémcső tartalmát, és figyeld meg a színváltozást.

#### **Megfigyelés**

## 1. Tanulói kísérletek

a)

b/1

b/2

c)

d)

### Magyarázat

a)

b/1

b/2

c)

d)

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A melegítésre (nyílt láng) nagyon vigyázni kell. A kémcsöveket csak kémcsőfogóban melegíthetjük. A forró kémcső megfogása tilos.
- A kísérletek maradékát a megfelelő gyűjtőedényekbe kell üríteni, a lefolyóba tilos.
- A c) kísérletet nyílt láng mellett elvégezni tilos és életveszélyes, mert a benzin gyúlékony és robbanásveszélyes.

### 1.13. Eltűnik vagy nem tűnik el a szilárd anyag?

A konyhasó és a jód oldódását vizsgáljuk háromféle folyadékban.

#### **Eszközök**

kémcsőállvány  
kémcső, 6 db  
vegyszereskanál, 2 db  
filctoll

#### **Anyagok**

víz  
etil-alkohol (abszolút)  
benzin  
konyhasó  
jód

#### **A kísérlet végrehajtása**

Számozzunk meg kétszer három kémcsövet 1–3-ig. Állítsuk azokat a kémcsőállványba, úgy hogy egy kis köz legyen a kétszer három kémcső között. Az első háromba szórjunk kiskanálnyi konyhasót (nátrium-kloridot). A másik háromba pedig 2-3 szemnyi jódkristályt. Öntsünk mindkét sorozat 1. számú kémcsővébe 2 ujjnyi vizet, a 2. számúakba 2 ujjnyi etil-alkoholt, a 3. számúakba pedig ugyanannyi benzint. Rázzuk össze a kémcsövek tartalmát, majd 2 perc múlva hasonlítsuk össze azokat, mit észlelünk a két sorozatban.

#### **Megfigyelés**

Az 1. számú kémcsőben a konyhasó „eltűnt”, vagyis a vízben feloldódott, a 2. és 3. a számú kémcsövek alján kis fehér kupacban ott van a só.

A második sorozatban az 1. kémcsőben a víz alján látjuk a jódkristályokat, a folyadék színe nem változott (vagy csak egészen halványsárga lett). A 2. kémcsőben a folyadék színe barna lett, a 3. kémcsőben pedig ibolyaszínű lett a színtelen benzin.

#### **Magyarázat**

A kísérlet jól szemlélteti a „hasonló a hasonlóban oldódik” elvet. Azt már 7. osztályban is tudják a tanulók, hogy az anyagok apró részecskékből épülnek fel. Itt csak annyit kell magyarázatként mondani, hogy az oldószer és az oldandó anyag részecskéinek a szerkezete hasonló vagy eltérő lehet, és ez befolyásolja az oldhatóságot.

Később, az anyagszerkezeti ismeretek birtokában a részletesebb magyarázat: a víz dipólusmolekulákból áll, ezért az ionkristályos sók, így a nátrium-klorid is oldódik benne. Az etanol molekulája kevésbé poláris, mint a vízmolekula, a benzint alkotó szénhidrogének pedig apoláris molekulákból állnak, ezért bennük az ionrácsos vegyületek rosszul oldódnak. A jód apoláris molekulákból álló elem, ezért csak nagyon kevéssé oldódik a poláris molekulájú vízben, viszont jól oldódik az apoláris benzinben és a kevéssé poláris alkoholban. A benzines és az alkoholos oldat eltérő színét az okozza, hogy az etanol molekulája tartalmaz oxigénatomot, ami kölcsönhatásba lép a jódmolekula elektronjaival, ezért nem a benzinben látható eredeti, a jódgőzben is észlelhető ibolyaszínt látjuk.

## 1. Tanulói kísérletek

### Megjegyzések

- A kísérlet után megkérdezhetjük a tanulóktól, hogy hogyan bizonyítanák, hogy a só nem tűnt el.
- Azt a kérdést is feltehetjük, hogy az alkoholos oldat bepárlása után biztosan ott lesz-e a jódkristály.
- Részben a „hasonló a hasonlóban oldódik” elven alapul a 3.9. számú, Szeret – nem szeret? című kísérletsorozat magyarázata is, amelynek egyes lépéseit a tanulók tervezhetik meg.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A benzin gyúlékony, gőzei a levegővel robbanóelegyet képeznek, ezért a közelben nyílt láng ne legyen.
- A benzines és az alkoholos kémcsövek tartalmát a szerves gyűjtőbe kell kiönteni.

### Eltűnik vagy nem tűnik el a szilárd anyag?

#### **Eszközök**

kémcsőállvány  
kémcső, 6 db  
vegyszereskanál, 2 db  
filctoll

#### **Anyagok**

víz  
etil-alkohol (abszolút)  
benzin  
konyhasó  
jód

#### **A kísérlet végrehajtása**

Számozz meg kétszer három kémcsövet 1–3-ig. Állítsd azokat a kémcsőállványba, úgy hogy egy kis köz legyen a kétszer három kémcső között. Az első háromba szórjál kiskanálnyi konyhasót (nátrium-kloridot). A másik háromba pedig 2-3 szemnyi jódkristályt. Önts mindkét sorozat 1 számú kémcsövébe 2 ujjnyi vizet, a 2 számúakba 2 ujjnyi etil-alkoholt, a 3 számúakba pedig ugyanannyi benzint. Rázd össze a kémcsövek tartalmát, majd 2 perc múlva hasonlítsd össze azokat. Mit észlelsz a két sorozatban.

#### **Megfigyelés**

Az első sorozatban:

A második sorozatban:

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A benzin gyúlékony, gőzei a levegővel robbanóelegyet képeznek, ezért a közelben nyílt láng ne legyen!
- A benzines és az alkoholos kémcsövek tartalmát a szerves gyűjtőbe kell kiönteni.



### 1.14. „Elvarázsolt” homok és szűrőpapír

Szililezőszerrel víztaszítóvá tesszük a homokot és a papírt.

#### **Eszközök**

üveglap (vagy csempe)  
vegyszereskanál  
cseppentő  
kémcső, 2 db  
tölcsér, 2 db  
kis főzőpohár, 2 db  
üvegbot, 2 db  
olló

#### **Anyagok**

száraz, átszitált homok  
cipő- (csizma-) impregnáló spré  
víz  
szűrőpapír  
benzin  
jód

#### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** A megszáritott, átszitált homok felét vékony rétegben terítsük szét egy papírlapon (újság is lehet), és óvatosan fűjjük be a bőrimpregnálóval. Várjunk 3–4 percig, amíg a homok száraz lesz. Az üveglapon csináljunk egy-egy kis kupacot a kezeletlen és a kezelt homokból, majd a cseppentőbe felszívott vizet csepegtessük a két homokdombra! Mit tapasztalunk?

**b)** Ollóval vágjunk ki 2 db kör alakú szűrőpapírt a tölcsér méretének megfelelően. Az egyik lapot fűjjük be impregnálóval. Várjuk meg, amíg megszárad, majd tegyük a két tölcsérbe a kezelt, illetve a kezeletlen, összehajtott szűrőpapírt, és helyezzünk alájuk egy-egy főzőpoharat. Két kémcsőbe töltsünk vizet és jóddal megfestett benzint. Alaposan, de óvatosan rázzuk össze a két kémcső tartalmát, majd egyszerre töltsük azokat a két tölcsérbe. A tölcsérben lévő folyadékokat óvatosan kevergessük az üvegbotokkal.

#### **Megfigyelés**

**a)** A nem kezelt homok a vizet magába szívja, ezért lehet homokvárat építeni. A kezelt homokon a vízcseppek leperregnek, a víz nem nedvesíti a kezelt homokot.

**b)** A benzint a benne oldódó jód lilára (ibolyaszínűre) festi. A benzin a víz fölött van a kémcsőben, mert kisebb a sűrűsége, mint a vízé. A kezeletlen szűrőpapíron keresztül a színtelen folyadék csöpög a pohárba, ez a víz. A kezelt szűrőpapír a lila színű folyadékot engedi át, ez a benzin.

#### **Magyarázat**

**a)** 7. osztályos szinten még csak arra a következtetésre juthatnak a tanulók, hogy a víz és a kezeletlen homok között erősebb kölcsönhatás érvényesül, mint a víz és a kezelt homok között.

Később, az anyagszerkezeti ismeretek birtokában, már tudjuk, hogy a homok, aminek fő összetevője a szilícium-dioxid, atomrácsos kristályt képez. Az anyag felületén lévő

## 1. Tanulói kísérletek

oxigénatomoknak vannak nem kötő elektronpárjai, ezért a vízmolekulákkal hidrogénkötések alakulhatnak ki, így meglehetősen erős kölcsönhatás jön létre a két anyag között. A szililezőszer viszont  $\text{Si}(\text{CH}_3)_3$ - apoláris csoportokkal vonja be a homok felületét, ezért az víztaszítóvá válik.

b) A „hasonló a hasonlóban oldódik” elv alapján általános iskolában is arra a megállapításra juthatnak a tanulók, hogy a szililezés megváltoztatta a papír szerkezetét, így az már könnyebben lép kölcsönhatásba a benzinnel, mint a vízzel.

Szerkezeti ismeretek birtokában már azt a magyarázatot várjuk, hogy az apoláris molekulákból álló jóddal az ugyancsak apoláris benzinnel jól, a dipólusmolekulákból álló vízben viszont kevésbé oldódik. A papírt felépítő cellulózmolekulák és a vízmolekulák között is kialakul kölcsönhatás, ezért a víz nedvesíti a papírt, a víz átszivárog a papírtölcserén, a benzin viszont fennmarad. A impregnáló sprével történő szililezés víztaszítóvá teszi a papírt, de az apoláris felület az apoláris molekulákból álló benzint és a benne lévő, szintén apoláris jódot átengedi.

### Megjegyzés

- A vizet és a jóddal megfestett benzint tartalmazó két-két kémcsövet célszerű a tanárnak előkészítenie.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A benzin gőzei gyúlékonyak, ezért a közelben égő láng ne legyen!
- A jódtartalmú benzint a „Halogéntartalmú szerves hulladék” feliratú gyűjtőedénybe kell önteni a kísérlet után.

### „Elvarázsolt” homok és szűrőpapír

#### **Eszközök**

üveglap (vagy csempe)  
vegyszereskanál  
cseppentő  
kémcső, 2 db  
tölcsér, 2 db  
kis főzőpohár, 2 db  
üvegbot, 2 db  
olló

#### **Anyagok**

száraz, átszitált homok  
cipő- (csizma-) impregnáló spré  
víz  
szűrőpapír  
benzin  
jódd

#### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** A megszáritott, átszitált homok felét vékony rétegben terítsd szét egy papírlapon (újság is lehet), és óvatosan fűjd be a bőrimpregnálóval. Várjál 3–4 percig, amíg a homok száraz lesz. Az üveglapon csinálj egy-egy kis kupacot a kezeletlen és a kezelt homokból, majd a cseppentőbe felszívott vizet csepegtesd a két homokdombra! Mit tapasztalsz?

**b)** Ollóval vágj ki 2 db kör alakú szűrőpapírt a tölcsér méretének megfelelően. Az egyik lapot alaposan fűjd be impregnálóval. Várd meg, amíg megszárad, majd helyezd a 2 tölcsérbe a kezelt és a kezeletlen, összehajtott szűrőpapírt, és tegyél alájuk egy-egy kis főzőpoharat. Közben a tanárotd két kémcsőbe töltsd nektd vizet és jóddal megfestett benzint. Alaposan, de óvatosan rázd össze mindkét kémcső tartalmát, majd egyszerre töltsd azokat a két tölcsérbe. A tölcsérben lévő folyadékokat óvatosan kevergesd az üvegbotokkal.

#### **Megfigyelés**

**a)**

**b)**

#### **Magyarázat**

**a)**

**b)**

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A benzin gőzei gyúlékonyak, ezért a közelben égő láng ne legyen!
- A jódtartalmú benzint a „Halogéntartalmú szerves hulladék” feliratú gyűjtőedénybe kell önteni a kísérlet után.

### 1.15. Építsünk működő vulkánt!

A nátrium-hidrogén-karbonát reakciója savval, a reakció során keletkező szénsav könnyen szén-dioxid-gázra és vízre bomlik.

#### **Eszközök**

mérőcsésze  
fakanál  
tál  
műanyag flakon, 500 cm<sup>3</sup>-es  
nagyobb műanyag tálca  
evőkanál

#### **Anyagok**

liszt  
konyhasó  
étolaj  
ételfesték  
mosogatószer  
nátrium-hidrogén-karbonát (szódabikarbóna)  
étkezési ecet  
víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

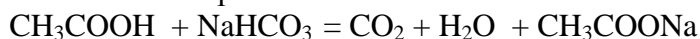
Először a só-liszt masszát kell elkészítenünk. Keverjük össze ½ csésze lisztet, ½ csésze konyhasót, 1 evőkanál étolajat és ½ csésze vizet egy nagy tálban. Kézzel addig gyúrjuk, amíg csomómentes nem lesz. Ha szükséges, adjunk hozzá még vizet. Egy műanyag flakont állítsunk egy nagy tálcára. A só-liszt masszát rakjuk úgy a műanyag flakon köré, hogy se a száját ne tömjük el, se a flakonba ne kerüljön massa. Töltsük majdnem tele a flakont vörös festékkel megszínezett meleg vízzel. Tegyük a vízbe néhány csepp folyékony mosogatószert. Szórjunk a flakonba 1 evőkanál szódabikarbónát. Ezután öntsünk lassan étkecetet a flakonba és gyorsan lépünk hátra. Figyeljük meg, hogy mi történik.

#### **Megfigyelés**

A beleöntött ecet hatására „vulkánkitörés” történik, a „láva” végigcsurog a „hegyen”.

#### **Magyarázat**

Az ecetsav reakcióba lép a szódabikarbónával:



A keletkezett szén-dioxid-gáz távozik a folyadékból és közben folyadékrezecskéket is magával visz.

#### **Megjegyzések**

- A nátrium-hidrogén-karbonát hő hatására bekövetkező bomlásakor is keletkezik szén-dioxid.
- Tulajdonképpen a sav + nátrium-hidrogén-karbonát reakción alapszik a kereskedelemben kapható habzó cukorka is, ami cukor, nátrium-hidrogén-karbonát, citromsav és almasav keveréke. Mindegyik anyag szilárd. Egészen addig nem lépnek reakcióba, amíg nedvesség nem éri őket. A habzó cukorka azért habzik, mert a szájba véve az összetevők összekeverednek a nyállal, a nedves közegben – a cukron kívül – ionokra disszociálnak,

## 1. Tanulói kísérletek

és a savak hidrogénionjai reakcióba lépnek a szódabikarbóna hidrogén-karbonát-ionjaival. Szénsav, majd ennek bomlásakor szén-dioxid és víz képződik, és a habzás folyamatossá válik. A hab a cukornak és a nyálnak a keveréke, amit a szén-dioxid egy habos masszává alakít.

- Ha a szódabikarbóna és az ecet reakcióját műanyag palackban hajtjuk végre, akkor a keletkező szén-dioxid-gázzal felfújható a palack szájára húzott luftballon.
- A szódabikarbóna és az ecet reakciója szerepel a 3.2. számú, Hogyan működik a sütőpor? című kísérletterveztető feladatsorban is.

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- Vigyázzunk, hogy a heves gázfejlődéskor szemünkbe, ruhánkra ne fröccsenjen sav.

### Építsünk működő vulkánt!

#### **Eszközök**

mérőcsésze  
fakanál  
tál  
műanyag flakon, 500 cm<sup>3</sup>-es  
nagyobb műanyag tálca  
evőkanál

#### **Anyagok**

liszt  
konyhasó  
étolaj  
ételfesték  
mosogatószer  
nátrium-hidrogén-karbonát (szódabikarbóna)  
étkezési ecet  
víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

Először a só-liszt masszát kell elkészíteni. Keverj össze ½ csésze lisztet, ½ csésze konyhasót, 1 evőkanál étolajat és ½ csésze vizet egy nagy tálban. Kézzel addig gyúrd, amíg csomómentes nem lesz. Ha szükséges adj hozzá még vizet. Egy műanyag flakont állíts egy nagy tálcára. A só-liszt masszát rakd úgy a műanyag flakon köré, hogy se a száját ne tömd el, se a flakonba ne kerüljön massa. Töltsd majdnem tele a flakont vörös festékekkel megszínezett meleg vízzel. Tegyd a vízbe néhány csepp folyékony mosogatószer. Szórj a flakonba 1 evőkanál szódabikarbónát. Ezután önts lassan étkecetet a flakonba és gyorsan lépj hátra! Figyeld meg, hogy mi történik.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- Vigyázz, hogy a heves gázfejlődéskor szemetekbe, ruhátokra ne fröccsenjen sav.

### 1.16. Féldrágakövet készítünk, szokatlan tojásfestés

Egy márványdarabot malachittá alakítunk, egy tojást zöldre festünk.

#### **Eszközök**

főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es  
óraüveg  
csipesz  
vegyszereskanál

#### **Anyagok**

réz(II)-szulfát  
márványdarab (fehér)  
víz  
szűrőpapír  
aceton  
tojáshéj (fehér)  
vatta

#### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** Készítsünk nagyon tömény (közel telített) réz(II)-szulfát oldatot. Egy 100 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárba töltsünk ebből az oldatból kb. 2/3-részig, és tegyük bele egy kis darab fehér márványt, úgy hogy azt teljesen lepje el az oldat. Fedjük le óraüveggel, és helyezzük egy nyugodt helyre. Néhány nap múlva vegyük ki a márványdarabot, öblítsük le vízzel és szárítsuk meg szűrőpapírral. Figyeljük meg a márványdarab színét.

**b)** Végezzük el ugyanezt a kísérletet egy tojáshéjjal is. Ehhez használhatunk egy kis darabot is, de egy egész tojást is. Először zsírtalanítani kell a tojáshéjat acetonnal. Ehhez használjunk acetonba mártott vattát. Tegyük a tojáshéjat ebbe a tömény réz(II)-szulfát-oldatba, és tartsuk benne néhány napig. Figyeljük meg a tojáshéj színét.

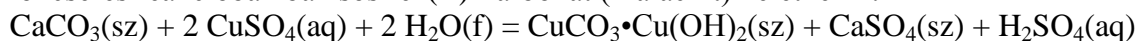
#### **Megfigyelés**

**a)** A márványdarab színe szép zöldre változik.

**b)** A tojáshéj zöld színű lesz.

#### **Magyarázat**

**a)** és **b)** A márvány anyaga kalcium-karbonát, a tojáshéj fő komponense is ez. A réz(II)-szulfát hatására a márvány (és a tojáshéj) külső rétegében a Ca<sup>2+</sup>- és a Cu<sup>2+</sup>-ionok közötti ioncserés reakcióban bázisos réz(II)-karbonát (malachit) keletkezik:



A reakcióban e mellett a kék színű azurit [2CuCO<sub>3</sub>•Cu(OH)<sub>2</sub>] is képződik.

#### **Megjegyzések**

- A malachit egy szép díszkő, amit karkötökhöz, nyakláncokhoz is szívesen alkalmaznak. Gyakran golyó formára alakítják. A természetben jellegzetes zöldes-feketes színű sávok is találhatóak benne, ez a réz(II)-oxidtól van.



## 1. Tanulói kísérletek

- A rézből készült tetőkön, rézsobrokon képződő patina a malachittal azonos összetételű, de a savas eső hatására szulfátos is lehet.
- Ha az oldatba párhuzamosan egy kvarcdarabot ( $\text{SiO}_2$ ) is teszünk, tapasztalhatjuk, hogy azzal nem történik reakció.
- A 3.10. számú, Tényleg „meszes” a tojás héja? című kísérletben a tanulók kísérletet is tervezhetnek annak bizonyítására, hogy a mészkő vagy a márvány és a tojáshéj fő összetevője azonos.

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A rézfém sók mérgezőek és környezetszennyezőek. A hulladékot nehézfémgyűjtőben kell gyűjteni.
- A rézsóval festett tojást tilos érkezési célra használni.

### Féldrágakövet készítünk, szokatlan tojásfestés

#### **Eszközök**

főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es  
óraüveg  
csipesz  
vegyszereskanál

#### **Anyagok**

réz(II)-szulfát  
márványdarab (fehér)  
víz  
szűrőpapír  
aceton  
tojáshéj (fehér)  
vatta

#### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** Készítsél nagyon tömény (közel telített) réz(II)-szulfát oldatot. Egy 100 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárba töltsél ebből az oldatból kb. 2/3-részig, és tegyél bele egy kis darab fehér márványt, úgy hogy azt teljesen lepje el az oldat. Fedjed le óraüveggel, és helyezd egy nyugodt helyre. Néhány nap múlva vedd ki a márványdarabot, öblítsd le vízzel és szárítsd meg szűrőpapírral. Figyeljed meg a márványdarab színét.

**b)** Végezzed el ugyanezt a kísérletet egy tojáshéjjal is. Ehhez használhatsz egy kis darabot is, de egy egész tojást is. Először zsírtalanítani kell a tojáshéjat acetonnal. Ehhez használjál acetonba mártott vattát. Tegyed a tojáshéjat ebbe a tömény réz(II)-szulfát-oldatba, és tartsd benne néhány napig. Figyeljed meg a tojáshéj színét.

#### **Megfigyelés**

**a)**

**b)**

#### **Magyarázat**

**a) és b)**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A rézfémek mérgezőek és környezetszennyezőek. A hulladékot nehézfémgyűjtőben kell gyűjteni.
- A rézsóval festett tojást tilos étkezési célra használni.

### 1.17. Festett-e a vörösbor?

Festékanyagok szétválasztása papírkromatográfiával.

#### **Eszközök**

kémcső, 3 db

cseppentő, 3 db

olló

főzőpohár, 25 cm<sup>3</sup>-es, 2 db

üvegbot (vagy hurkapálca)

#### **Anyagok**

vörösbor

bodzalé

citromsavoldat,  $w = 10\%$

piros paprika

etanol

benzin

aceton

szűrőpapír

#### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** Az egyik kémcsőbe öntsünk egy kevés vörösbort, a másikba pedig 1 ujjnyi vörösbort és hozzá 1 ujjnyi bodzalevet. A második kémcső tartalmát rázzuk össze.

A kis főzőpohárba öntsünk annyi 10 tömegszázalékos citromsavoldatot, hogy az kb. 3 mm magasságig legyen.

Vágjunk ki kb. 8 cm hosszú és olyan széles csíkot a szűrőpírból, hogy bele lehessen állítani a főzőpohárba. A végtől kb. 1 cm-re húzzunk egy vonalat ceruzával, majd erre a vonalra egymástól távol csöppentsünk egy-egy cseppet a borból és a bodzával megfestett borból. A csík másik végét hajtsuk rá az üvegbotra úgy, hogy megtartsa azt, az alsó végét pedig úgy tegyük a főzőpohárba, hogy éppen elérje a citromsavoldat felszínét. Figyeljük meg és jegyezzük fel a változásokat kb. 5 percig.

**b)** Késhegynyi piros paprikából készítünk 2-3 cm<sup>3</sup> etanollal oldatot. Az **a)** pontban leírtak szerint készítünk elő egy másik szűrőpapírcsíkot, a vonalra cseppentsünk 1 csepp paprikaoldatot. A kis főzőpohárba öntsünk 2 cm<sup>3</sup> benzint és 1 cm<sup>3</sup> acetont. Helyezzük el a szűrőpapírcsíkot úgy, hogy éppen beleérjen a folyadékba. Mit tapasztalunk 5, 10 perc múlva?

#### **Megfigyelés**

**a)** A tiszta vörösborból csak egy folt vándorol fölfelé, a vörösbor-bodzalé mintából két vörös folt jelenik meg egy idő múlva.



## 1. Tanulói kísérletek

**b)** A folt elindul fölfelé, hamarosan csak a felső széle lesz piros, alatta csak sárga szín jelenik meg.

### Magyarázat

**a)** Kromatográfiás eljárással választjuk szét a bor és a bodza festékanyagát. A különböző méretű, illetve tömegű festékmolekulák eltérő sebességgel mozognak az oldószerben (a futtató folyadékban). Az eljárás felfedezése MIHAIL SZEMJONOVICS CVET, orosz botanikus nevéhez fűződik, aki az 1900-as évek elején a klorofil festékanyagait választotta szét kalcium-karbonáttal töltött csőben. Tehát ezzel az egyszerű eljárással eldönthető, hogy csak szőlőből készült-e a bor, vagy esetleg más, a címkén nem feltüntetett festékanyagot is tartalmaz.

**b)** A piros paprika is többféle festékanyagot tartalmaz.

### Megjegyzések

- A kísérletet az élelmiszereinkről szóló tananyagrészt kapcsán mutathatjuk be.
- Citromsav gyógyszerárban vagy nagyobb bevásárlóközpontokban kapható.
- Fekete filctollak festékanyagai is szétválaszthatók hasonló módon. (A piros paprika esetében leírt futtató elegy itt is használható.)
- Az anyagok szűrőpapírra való fölviteléhez kapilláris hiányában üres Rotring ceruza hegye (az a része, ahol íráskor a ceruzabél lenne) is használható, de vörösborból nagyon nehéz elegendő mennyiséget fölvenni. A piros paprikás oldatból történő felcsöppentés helyett egyszerűen bele is lehet állítani a papírcsíkot az oldatba, majd utána áttéve a futtatóelegybe, szépen szétválk a festékanyag egy sárgább és egy pirosabb csíkra. A leglátványosabb eredményt azonban a filctollak foltjainak szétválasztása adja.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A benzin tűz- és robbanásveszélyes, ezért nyílt láng nem lehet a közelben.
- A **b)** kísérlet maradványait a szerves gyűjtőbe kell önteni.

### Festett-e a vörösbor?

#### **Eszközök**

kémcső, 3 db  
cseppentő, 3 db  
olló  
főzőpohár, 25 cm<sup>3</sup>-es, 2 db  
olló  
üvegbot (vagy hurkapálca)

#### **Anyagok**

vörösbor  
bodzalé  
citromsavoldat,  $w = 10\%$   
piros paprika  
etanol  
benzin  
aceton  
szűrőpapír

#### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** Az egyik kémcsőbe öntsél kb. 3 ujjnyi vörösbor, a másikba pedig 2 ujjnyi vörösbor, és hozzá 2 ujjnyi bodzalevet. A második kémcső tartalmát rázd össze.

A kis főzőpohárba önts annyi 10 tömegszázalékos citromsavoldatot, hogy az kb. 3 mm magasságig legyen.

Vágj ki kb. 8 cm hosszú és olyan széles csíkot a szűrőpírból, hogy bele lehessen állítani a főzőpohárba. A végtől kb. 1 cm-re húzzál egy vonalat ceruzával, majd erre a vonalra egymástól távol csöppents egy-egy cseppet a borból és a bodzával megfestett borból. A csík másik végét hajtsd rá az üvegbotra úgy, hogy megtartsa azt, az alsó végét pedig úgy tedd a főzőpohárba, hogy éppen elérje a citromsavoldat felszínét. Figyeld meg és jegyezd fel a változásokat kb. 5 percig.

**b)** Késhegynyi piros paprikából készíts 2-3 cm<sup>3</sup> etanollal oldatot. Az **a)** pontban leírtak szerint készíts elő egy másik szűrőpapírcsíkot, a vonalra cseppents 1 csepp paprikaoldatot. A kis főzőpohárba önts 2 cm<sup>3</sup> benzint és 1 cm<sup>3</sup> acetont. Helyezd el a szűrőpapírcsíkot úgy, hogy éppen beleérjen a folyadékba. Mit tapasztalsz 5, 10 perc múlva?

#### **Megfigyelés**

**a)**

**b)**

#### **Magyarázat**

**a)**

**b)**

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A benzin tűz- és robbanásveszélyes, ezért nyílt láng nem lehet a közelben.
- A **b)** kísérlet maradványait a szerves gyűjtőbe kell önteni.

## 1.18. Festőművészek előre!

Képfestés kémiai reakciókkal.

### Eszközök

műanyag porlasztó palack, 2 db (a kálium-hexaciano-ferrát(II)- és az ammónium-tiocianát-oldatoknak)  
ecsetek

### Anyagok

fehér papírlapok vagy szűrőpapír  
réz(II)-szulfát-oldatok, hígabb ( $0,1 \text{ mol/dm}^3$ ) és töményebb ( $1 \text{ mol/dm}^3$ )  
vas(III)-klorid-oldatok, hígabb ( $0,1 \text{ mol/dm}^3$ ) és töményebb ( $1 \text{ mol/dm}^3$ )  
kálium-hexaciano-ferrát(II)-oldat,  $0,1 \text{ mol/dm}^3$   
ammónium-tiocianát-oldat,  $0,1 \text{ mol/dm}^3$

### A kísérlet végrehajtása

**a)** A fehér papírra halvány ceruzavonalakkal rajzoljunk egy elképzelt ábrát. Ecsettel kenjük be a megrajzolt képet egyik részén hígabb a másik részén töményebb réz(II)-szulfát-oldattal. Száradás után permetezzük be a kálium-hexaciano-ferrát(II)-oldattal és figyeljük meg, milyen színű lesz a kép.

Egy másik fehér papírra halvány ceruzavonalakkal rajzoljunk egy másik ábrát, ezt hígabb és töményebb vas(III)-klorid-oldattal kenjük be az előbbi módon, és száradás után permetezzük be a kálium-hexaciano-ferrát(II)-oldattal. Figyeljük meg milyen színű lesz a kép. Ha már tudjuk, hogy bepermetezésre milyen színeket kapunk, akkor készíthetünk egy olyan képet is, amelynek az egyik részét réz(II)-szulfát-, a másikat vas(III)-klorid-oldattal rajzoljuk meg, és száradás után bepermetezzük kálium-hexaciano-ferrát(II)-oldattal.

**b)** Egy másik papírra rajzoljunk virágokat vagy húsvéti tojást, és kenjük be a hígított és töményebb vas(III)-klorid-oldattal. Száradás után permetezzük be ammónium-tiocianát-oldattal. Figyeljük meg, hogy milyen színű lesz a kép.

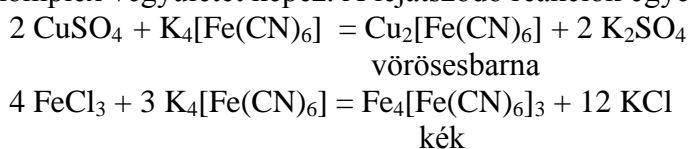
### Megfigyelés

**a)** A hígabb réz (II)-szulfát-oldattal bekent kép vöröses, a töményebbel bekent barnászörös színű lesz a bepermetezés hatására. A hígított vas (III)-klorid-oldattal bekent kép világoskék, a töményebbel bekent középkek színű lesz a bepermetezés hatására.

**b)** A bepermetezés hatására a virágok, tojások világosabb vagy mélyvörös színnel rajzolódnak ki.

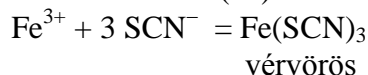
### Magyarázat

**a)** A hexaciano-ferrát(II)-ion a réz(II)-ionokkal vörösesbarna, a vas(III)-ionokkal pedig kék színű komplex vegyületet képez. A lejátszódó reakciók egyenletei a következők:



## 1. Tanulói kísérletek

b) A tiocianát-ion a vas(III)-ionokkal vérvörös színű vegyületet alkot:



Magyarázat általános iskolásoknak.

a) A „permetezőszer” egy olyan vegyület, amelyik ha a réz(II)-szulfáttal reakcióba lép, vörösesbarna, ha a vas(III)-kloriddal lép reakcióba, akkor kék vegyület keletkezik.

b) A „permetezőszer” egy olyan vegyület, amelyik a vas(III)-ionokkal vérvörös színű vegyületet alkot.

### Megjegyzések

- A képfestés színes kémiai reakciókkal történik.
- Száradás után a képek mindenhol közel színtelenek. A bepermetezés hatására fokozatosan megjelennek a leírt színek, amelyek száradás után tartósan megmaradnak.
- A kísérlet szakkörön, esetleg ünnepi alkalmakkor nagyon alkalmas a motiválásra.
- A  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  vegyület neve a „berlini kék”, és az 1.45. számú, Ujjlenyomatot készítünk című tanulói kísérletben, továbbá a 2.10. számú, Varázspoharak című tanári kísérletben is szerepel.
- A 3.7. számú, Mennyire vasas az ivóvíz? című kísérletben a tanulók a vízminta vas(III)-ion-tartalmát a tiocianát-ionnal való reakciója alapján határozhatják meg. Ugyanez a reakció lejátsszódik a 2.10. számú, Varázspoharak című tanári kísérlet során is.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kísérlet elvégzése veszélytelen, de a maradék oldatokat – a fémtartalom miatt – a lefolyóba önteni tilos, gyűjtődénybe kell üríteni!



### Festőművészek előre!

#### Eszközök

műanyag porlasztó palack 2 db (a kálium-hexaciano-ferrát(II)- és az ammónium-tiocianát-oldatoknak)  
ecsetek

#### Anyagok

fehér papírlapok vagy szűrőpapír  
réz(II)-szulfát-oldatok, hígabb ( $0,1 \text{ mol/dm}^3$ ) és töményebb ( $1 \text{ mol/dm}^3$ )  
vas(III)-klorid-oldatok, hígabb ( $0,1 \text{ mol/dm}^3$ ) és töményebb ( $1 \text{ mol/dm}^3$ )  
kálium-hexaciano-ferrát(II)-oldat,  $0,1 \text{ mol/dm}^3$   
ammónium-tiocianát-oldat,  $0,1 \text{ mol/dm}^3$

#### A kísérlet végrehajtása

**a)** A fehér papírra halvány ceruzavonalakkal rajzolj egy elképzelt ábrát. Ecsettel kend be a megrajzolt kép egyes részeit hígabb, más részeit töményebb réz(II)-szulfát-oldattal. Száradás után permetezd be a kálium-hexaciano-ferrát(II)-oldattal, és figyeld meg milyen színű lesz a kép.

Egy másik fehér papírra halvány ceruzavonalakkal rajzolj egy másik ábrát, ezt hígabb és töményebb vas(III)-klorid oldattal kend be az előbbi módon, és száradás után permetezd be a kálium-hexaciano-ferrát(II)-oldattal. Figyeld meg milyen színű lesz a kép. Ha már tudod, hogy bepermetezésre milyen színeket kapsz, akkor készíthetsz egy olyan képet is, amelynek az egyik részét réz(II)-szulfát-, a másikat vas(III)-klorid-oldattal rajzolod meg, és száradás után bepermetezed kálium-hexaciano-ferrát(II)-oldattal.

**b)** Egy másik papírra rajzolj virágokat vagy húsvéti tojást, és kend be a hígított és töményebb vas(III)-klorid-oldattal. Száradás után permetezd be ammónium-tiocianát-oldattal. Milyen színű lesz a kép?

#### Megfigyelés

**a)**

**b)**

#### Magyarázat

**a)**

**b)**

## 1. Tanulói kísérletek

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlet elvégzése veszélytelen, de a maradék oldatokat – a mérgező fémmaradványok miatt – a lefolyóba önteni tilos, gyűjtőedénybe kell üríteni.

### 1.19. Gázok és folyadékok összenyomhatósága

Gázok és folyadékok tulajdonságai.

#### **Eszközök**

injekciós fecskendő  
főzőpohár

#### **Anyagok**

víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

- a) Injekciós fecskendőbe a dugattyú mozgatásával szívjunk be levegőt, majd fogjuk be a nyílást, és nyomjuk össze a gázt! Figyeljük meg, hogy könnyen vagy nehezen megy-e.
- b) Szívjunk fel vizet a fecskendőbe, majd ujjunkkal fogjuk be a fecskendő nyílását, és próbáljuk összenyomni a vizet. Figyeljük meg, hogy könnyen vagy nehezen megy-e.

#### **Megfigyelés**

- a) Ez könnyen végrehajtható.
- b) A víz ellenáll az összenyomásnak.

#### **Magyarázat**

Gázhalmazállapotban a részecskék távol vannak egymástól és a közöttük lévő kölcsönhatás nagyon kicsi, ezért könnyen összenyomhatók. Folyadék halmazállapotban viszont a részecskék csak egymáson tudnak elgördülni, a közöttük levő távolság jóval kisebb, a kölcsönhatás erősebb, ezért nagyon nehezen összenyomhatók.

#### **Megjegyzés**

- A hidraulikus gépek működése a folyadékok összenyomhatatlanságán alapul.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlet elvégzése veszélytelen.

## Gázok és folyadékok összenyomhatósága

### **Eszközök**

injekciós fecskendő  
főzőpohár

### **Anyagok**

víz

### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** Injekciós fecskendőbe a dugattyú mozgatásával szívjál be levegőt, majd fogd be a nyílást, és nyomd össze a gázt!

**b)** Szívj fel vizet a fecskendőbe, majd ujjaddal fogd be a fecskendő nyílását, és próbáld összenyomni a vizet.

### **Megfigyelés**

### **Magyarázat**

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlet elvégzése veszélytelen.

### 1.20. Hogyan szívja be a lombik a kemény tojást?

Gázok tulajdonságai, a felmelegedő gáz kiterjed, a lehűlő pedig összehúzódik.

#### **Eszközök**

talpas gömblombik, 0,5–1 dm<sup>3</sup>-es vagy szélesebb szájú üveg csipesz

#### **Anyagok**

megtisztított kemény tojás (vízzel leöblítve)  
papírdarab, pl. fél papír zsebkendő vagy szűrőpapírdarab  
gyufa

#### **A kísérlet végrehajtása**

Gyűjtsünk meg egy összecsavart szűrőpapírdarabot vagy papír zsebkendőt, és égve dobjuk az üres lombikba, majd gyorsan helyezzük a meghámozott és vízzel lemosott kemény tojást – az elkeskenyedő végével lefelé – a lombik szájába.

#### **Megfigyelés**

A lehűlő lombik meghökkenítő gyorsasággal szívja be a tojást, ami végül nagyot koppan a lombik alján.

#### **Magyarázat**

Az égő papírdarab által felmelegszik a lombikban levő levegő, térfogata megnő, és a levegő egy része eltávozik a lombikból, tehát a lombikban az eredetinel kevesebb levegőrészecske marad. Amikor a tojással lezárt lombikban levő meleg levegő hűlni kezd, a nyomás csökken, ez okozza a szívó hatást, ami beszippantja a tojást.

#### **Megjegyzések**

- A lombikot vagy üveget úgy kell megválasztani, hogy a kemény tojás ne essen bele, hanem elkeskenyedő végével megüljön a szájában.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A papír meggyújtása és az égő papír lombikba helyezése balesetveszélyes lehet. Körültekintően dolgozzunk.

### Hogyan szívja be a lombik a kemény tojást?

#### **Eszközök**

talpas gömblombik, 0,5–1 dm<sup>3</sup>-es vagy szélesebb szájú üveg csipesz

#### **Anyagok**

megtisztított kemény tojás  
 papírdarab, pl. fél papír zsebkendő vagy szűrőpapírdarab  
 gyufa

#### **A kísérlet végrehajtása**

Gyűjts meg egy összecsavart szűrőpapírdarabot vagy papír zsebkendőt, és égve dobd az üres lombikba, majd gyorsan helyezd rá a meghámozott és vízzel lemosott kemény tojást – az elkeskenyedő végével lefelé – a lombik szájára. Mi történik?

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A papír meggyújtása és az égő papír lombikba helyezése balesetveszélyes lehet. Körültekintően dolgozz.

### 1.21. Hogyan vehetjük ki a pénzermét a víz alól száraz kézzel?

Gázok tulajdonságai.

#### **Eszközök**

Erlenmeyer-lombik, 500 cm<sup>3</sup>-es  
kristályosító csésze, 300-500 cm<sup>3</sup>-es  
melegítő eszköz  
hóálló kesztyű

#### **Anyagok**

festett víz  
pénzérme  
esetleg egy zacskó jég

#### **A kísérlet végrehajtása**

Helyezzünk pénzermét a kristályosító csésze aljára, és öntsünk rá annyi megfestett vizet, hogy éppen ellepje. Állandó mozgítás közben (a szájánál fogva és az edény alját melegítve) melegítsünk fel jól egy nagyobb Erlenmeyer-lombikot, majd szájával lefelé állítsuk a pénzdarab mellé.

#### **Megfigyelés**

A víz behatol a lombikba, ezért 2–3 perc múlva már nem fedi víz a pénzermét, így „száraz” kézzel kivehetjük azt az edényből.

#### **Magyarázat**

A lombikban levő levegő melegítés hatására kiterjed (térfogata nő), ezért egy része eltávozik a nyitott, felmelegített lombikból. Lehűléskor a kevesebb gázcsepecske a kristályosító csésze alján lévő vízzel lezárt lombikban nyomáscsökkenést okoz (szívó hatás). Ez az oka a festett víz lombikba történő behatolásának.

#### **Megjegyzés**

- Gyorsabb a folyamat, ha a lombik fenekére jéggel teli zacskót helyezünk, mert ez gyorsítja a lehűlést.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A forró lombikot hóálló kesztyűvel fogjuk meg.

### Hogyan vehetjük ki a pénzermét a víz alól száraz kézzel?

#### **Eszközök**

Erlenmeyer-lombik, 500 cm<sup>3</sup>-es  
kristályosító csésze, 300-500 cm<sup>3</sup>-es  
melegítő eszköz  
hőálló kesztyű

#### **Anyagok**

festett víz  
pénzérme  
esetleg egy zacskó jég

#### **A kísérlet végrehajtása**

Helyezz pénzermét kristályosító csésze aljára és önts rá annyi megfestett vizet, hogy éppen ellepje! Állandó mozgítás közben (a szájánál fogva és az edény alját melegítve) melegíts fel jól egy nagyobb Erlenmeyer-lombikot, majd szájával lefelé állítsd a pénzdarab mellé. (Előnyös, ha a lombik fenekére jéggel teli zacskót helyezel.) Mi történik?

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A forró lombikot hőálló kesztyűvel fogjuk meg.



### 1.22. Hova lesz a gáz a lufiból?

Ammóniagázzal töltött luftballonból kidiffundál a gáz és meglúgosítja a vizet.

#### **Eszközök**

kémcső

kémcsőfogó

kristályosító csésze, kb. 15-20 cm-es

gömlombik, 100 cm<sup>3</sup>-es, szűk szájú

Bunsen-égő vagy borszeszégő

porcelánmozsár

vegyszereskanál

#### **Anyagok**

ammónium-klorid

kalcium-oxid

indikátorpapír

víz

fenolftaleinoldat

luftballon

spárga

#### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** Porcelánmozsárban porítsunk el és keverjünk össze ammónium-kloridot és kalcium-oxidot kb. 2:1 arányban. Vegyszereskanálnyi keveréket töltsünk egy kémcsőbe. A kémcső nyílásához erősítsünk egy darab megnedvesített indikátorpapírt. Melegítsük óvatosan a kémcsövet és figyeljük meg az indikátor színének megváltozását. Nagyon óvatosan (távolról és legyezve!) meg is szagolhatjuk a fejlődött ammóniagázt.

**b)** Tegyük gömlombikba 2–3 vegyszereskanálnyi az ammónium-klorid és kalcium-oxid porkeverékből. Húzzuk a lufi száját a lombikra. Óvatosan melegítsük a lombikot. A fejlődő ammóniagáz felfújja a lufit. A megtöltött lufi átmérője kb. 15–20 cm legyen. Kötözzük le jól a lufi nyílását. Töltsünk vizet a kristályosító csészébe, és csepegtessünk bele fenolftaleinindikátort. Szorítsuk a vízbe néhány percre az ammóniagázzal megtöltött luftballont. Figyeljük meg a víz színét a lufi környezetében.

#### **Megfigyelés**

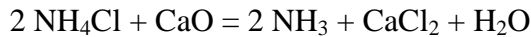
**a)** Az indikátor színe a lúgosnak megfelelő lesz. Érezhető az ammónia szúrós szaga.

**b)** Néhány perc alatt a luftballon környezetében a víz ciklámen lila lesz.

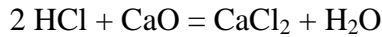


### Magyarázat

a) A porkeverék hevítése során az ammónium-kloridból gáz-halmazállapotú ammónia és kalcium-klorid keletkezik:



Ez azért történik meg, mert az erősebb bázis, a kalcium-hidroxid (ill. bázis anhidridje, a kalcium-oxid) fel tudja szabadítani az ammóniát a gyengébb bázis sójából (az ammónium-kloridból). A folyamat két lépésben is felírható:



b) A kis moláris tömegű ammóniagáz ( $M = 17 \text{ g/mol}$ ) könnyen (viszonylag nagy sebességgel) át tud diffundálni a vékony gumimembránon. Az ammóniagáz oldódik a vízben lúgos kémhatást okozva:



### Megjegyzések

- Az ammónium-klorid mindennapi neve szalmiáksó, a kalcium-oxid az égetett mész.
- A kalcium-oxid legyen minél frissebb, mert állás közben karbonátosodik.
- Célszerű a lufit előzetesen egyszer levegővel jól felfújni, hogy az esetleges merevségét csökkentjük.
- Javasoljuk, hogy a nagyobb mennyiségű ammóniafejlesztést a tanulók csoportokban végezzék.
- A luftballon egyébként más gázokat is átereszt, a felfújó lufik lassan lapossá válnak.
- Ezzel a módszerrel nagyobb mennyiségben is előállíthatunk ammóniagázt más kísérletek számára (diffúzió, szökőkút-kísérlet stb.).

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- Az ammóniagáz ingerlő, szúrós szagú. Ne hajoljunk a lombik fölé a hevítés során.
- A kalcium-oxid maró hatású.
- A gázfejlesztés után merítsük a kémcsövet, ill. a lombikot egy nagy vödör vízbe.

### Hova lesz a gáz a lufiból?

#### **Eszközök**

kémcső  
kémcsőfogó  
kristályosító csésze, kb. 15-20 cm-es  
gömbloblik, 100 cm<sup>3</sup>-es, szűk szájú  
Bunsen-égő vagy borszeszégő  
porcelánmozsár  
vegyszereskanál

#### **Anyagok**

ammónium-klorid  
kalcium-oxid  
indikátorpapír  
víz  
fenolftaleinoldat  
luftballon  
spárga

#### **A kísérlet végrehajtása**

a) Porcelánmozsárban porítsál el és keverjél össze ammónium-kloridot és kalcium-oxidot kb. 2:1 arányban. Vegyszereskanálnyi keveréket töltsél egy kémcsőbe. A kémcső nyílásához erősítsél egy darab megnedvesített indikátorpapírt. Melegítsed óvatosan a kémcsövet és figyeljed meg az indikátor színének megváltozását. Nagyon óvatosan (távolról és legyezve!) meg is szagolhatod a fejlődött ammóniagázt.

b) Tegyél egy gömbloblikba 2–3 vegyszereskanálnyi az ammónium-klorid és kalcium-oxid porkeverékből. Húzzad a lufi száját a lombikra. Óvatosan melegítsed a lombikot. A fejlődő ammóniagáz felfújja a lufit. A megtöltött lufi átmérője kb. 15–20 cm legyen. Kötözzed le jól a lufi nyílását. A gázfejlesztést a tanárod utasítása szerint csoportosan végezhetitek. Töltsél vizet a kristályosító csészébe, és csepegtessél bele fenolftaleinindikátort. Szorítsad a vízbe néhány percre az ammóniagázzal megtöltött luftballont. Figyeljed meg a víz színét a lufi környezetében.

#### **Megfigyelés**

a)

b)

#### **Magyarázat**

a)

b)

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- Az ammóniagáz ingerlő, szúrós szagú. Ne hajoljál a lombik fölé a hevítés során.
- A kalcium-oxid (égetett mész) maró hatású.

### 1.23. Hőt vesz fel és mégis önként végbemegy

Por alakú nátrium-szulfát és kálium-klorid összekeverve jól észlelhetően lehül (endoterm folyamat). Hasonlóan viselkedik a nátrium-karbonát-dekahidrát és a vas(III)-nitrát-nonahidrát keveréke is.

#### Eszközök

főzőpohár, 50 cm<sup>3</sup>-es, 2 db  
hőmérő (lehetőleg digitális)  
vegyszereskanál  
porcelánmozsár  
kémcső

#### Anyagok

nátrium-szulfát-dekahidrát ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )  
kálium-klorid  
nátrium-karbonát-dekahidrát ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )  
vas(III)-nitrát-nonahidrát [ $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ]

#### A kísérlet végrehajtása

**a)** Tegyük a főzőpohárba 2–3 vegyszereskanálnyi kristályos nátrium-szulfátot, és adjunk hozzá ugyanennyi kálium-kloridot. Mérjük meg a kiindulási hőmérsékletet. Keverjük össze az anyagokat, és mérjük közben a keverék hőmérsékletét. Olvassuk le az elért legalacsonyabb hőmérsékletet.

**b)** Tegyük a főzőpohárba 2–3 vegyszereskanálnyi kristályos nátrium-karbonátot, és adjunk hozzá ugyanennyi vas(III)-nitrátot. Mérjük meg a kiindulási hőmérsékletet. Keverjük össze az anyagokat, és mérjük közben a keverék hőmérsékletét. Olvassuk le az elért legalacsonyabb hőmérsékletet.

Elvégezhetjük a kísérletet egy kémcsőben is. Ebben az esetben betöltjük a kémcsőbe az egyik anyagot és a másikat összekeverés nélkül rátöltjük. Az érintkezési helyen a rendszer azonnal megbarnul a keletkező vas(III)-hidroxid miatt.

#### Megfigyelés

**a)** A reakciókeverék kásás állagú lesz. A szobahőmérsékletéről indulva kb. 12 °C hőmérséklet-csökkenés várható. Kézzel is jól észlelhető a lehülés.

**b)** A reakciókeverék kásás lesz, és gáz ( $\text{CO}_2$ ) fejlődik. Ha abba hagyjuk a keverést, a gázfejlődés hallhatóvá is válik. A szobahőmérsékletéről indulva kb. 20 °C hőmérséklet-csökkenés várható.

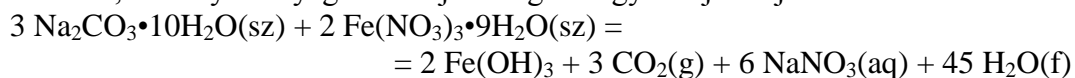


### Magyarázat

a) A reakció során víz szabadul fel a nátrium-szulfát-dekahidrát kristályrácsából, és ebben oldódnak fel a sók. A rendezett, kristályos szerkezetből a keverék rendezetlen szerkezetűvé válik. Ez a szerkezetváltozás (entrópiánövekedés, azaz a rendezett állapot megszűnése, tehát a rendezetlenség növekedése) az egyébként endoterm (azaz hőelnyelő) folyamat hajtóereje.



b) A két szilárd, kristályos anyag reakciójának igen nagy a hajtóereje.



A keverék rendezett, kristályos szerkezetből rendezetlen szerkezetűvé válik, és ezt az effektust még fokozza az, hogy gáz is fejlődik. Ez a jelentős szerkezetváltozás az egyébként endoterm folyamat hajtóereje. A kristályvíznek fontos szerepe van a reakcióban, ez szabaddá válik a folyamatban, a nátrium-nitrát ebben feloldódik. A folyamat első lépéseként vas-oxid-hidroxid keletkezik, a rosszul oldódó vas(III)-hidroxid csapadékot ad (szuszpendálódik).

### Megjegyzések

- Ha szükséges, porítsuk el a vegyszereket.
- A nátrium-szulfát-dekahidrát mindennapi neve Glauber-só, a nátrium-karbonát-dekahidráte kristálysóda.
- Különösen intenzívek a folyamatok, ha az anyagok sztöchiometrikus arányban vannak: 16,1 g nátrium-szulfát-dekahidrát és 7,9 g kálium-klorid  
6,6 g nátrium-karbonát-dekahidrát és 8,0 g vas(III)-nitrát-nonahidrát
- A Glauber-só és a kálium-klorid között lejátszódó endoterm reakciónak kémiai történeti jelentősége van. Ezzel a folyamattal mutatta be VAN'T HOFF (1852–1911, Nobel-díj 1901) Bécsben 1906-ban egy előadásában, hogy a Berthelot-féle elv – miszerint a folyamatok az energiaminimum irányában mennek végbe – téves.
- A nátrium-szulfát-dekahidrát más anyagokkal is ad endoterm folyamatot. Pl. (zárójelben a sztöchiometrikus arány esetén várható hőmérséklet-csökkenés)  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (10 °C),  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (20 °C),  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (20 °C) A nátrium-karbonát-dekahidrát is spontán endoterm reakcióba lép számos más anyaggal: pl.  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (15 °C),  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (20 °C),  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  (5-10 °C). Hasonlóan endoterm folyamat a kristályos nátrium-karbonát-dekahidrát és a citromsav szilárd fázisú reakciója is.
- A hőmérséklet csökkenését folyamatosan követhetjük úgy, hogy az egyik diák figyeli a hőmérőt, a másik feljegyzi a mért adatot. Ez kb. 10 percig tart. A diákok egyszerű grafikont is felrajzolhatnak.
- Gyakorlottabb diákokkal egy hőszigetelt edényben (hungarocellel körülvett kémcső) még a reakcióhő közelítő meghatározása is lehetséges.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kísérletben szereplő anyagok nem veszélyesek.

### Hőt vesz fel és mégis önként végbemegy

#### Eszközök

főzőpohár, 50 cm<sup>3</sup>-es, 2 db  
hőmérő (lehetőleg digitális)  
vegyszereskanál  
porcelánmozsár  
kémcső

#### Anyagok

nátrium-szulfát-dekahidrát ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )  
kálium-klorid  
nátrium-karbonát-dekahidrát ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )  
vas(III)-nitrát-nonahidrát [ $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ]

#### A kísérlet végrehajtása

a) Tegyéél a főzőpohárba 2–3 vegyszereskanálnyi kristályos nátrium-szulfátot és adjál hozzá ugyanennyi kálium-kloridot. MÉRJED MEG A KIINDULÁSI HŐMÉRSÉKLETET. Keverjed össze az anyagokat és mérjed közben a keverék hőmérsékletét, és társad segítségével folyamatosan jegyezzed fel az értékeket. Olvassad le az elért legalacsonyabb hőmérsékletet.

b) Tegyéél a főzőpohárba 2–3 vegyszereskanálnyi kristályos nátrium-karbonátot, és adjál hozzá ugyanennyi vas(III)-nitrátot. MÉRJED MEG A KIINDULÁSI HŐMÉRSÉKLETET. Keverjed össze az anyagokat és mérjed meg közben a keverék hőmérsékletét. Olvassad le az elért legalacsonyabb hőmérsékletet. Óvatosan, csendben hallgassad meg a reakció közben hallható hangot.

Elvégezheted a kísérletet egy kémcsőben is. Töltsed a kémcsőbe az egyik anyagot és a másikat összekeverés nélkül töltsed rá. Figyeljed meg a sók érintkezésénél a színváltozást.

#### Megfigyelés

a)

b)

#### Magyarázat

a)

b)

#### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kísérletben szereplő anyagok nem veszélyesek.

## 1.24. Indikátorpapír készítése a konyhában

Növényi festékanyagok felhasználásával könnyen lehet sav-bázis indikátorpapírt készíteni otthon is.

### Eszközök

főzőpohár, 200 cm<sup>3</sup>-es, 3 db  
óraüveg  
folyadéküveg  
teaszűrő  
kés, olló  
kémcső  
szűrőpapír  
tálca  
melegítő eszköz

### Anyagok

vöröskáposzta  
víz  
etil-alkohol  
kurkuma (por, tableta vagy kapszula)

### A kísérlet végrehajtása

**a)** Forraljunk vizet egy főzőpohárban. Közben vágjuk csíkokra a vöröskáposzta leveleit és helyezzük a másik főzőpohárba. Ha forr a víz, öntsük a káposztára, és fedjük le a főzőpoharat, várjuk meg a folyadék kihűlését. Ekkor szűrjük le teaszűrőn a kapott oldatot, mártsuk bele a csíkokra vágott szűrőpapírt, majd tálcára fektetve szárítsuk meg azokat. A maradék oldatot öntsük a folyadéküvegbe, és hűtőszekrényben vagy fagyaszótóban tároljuk.

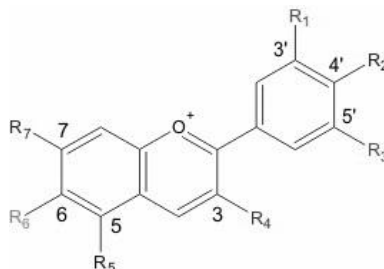
**b)** Egy kémcsőbe öntsünk 3 ujjnyi etil-alkoholt. Szórjunk ebbe kiskanálnyi kurkumaport. Feloldódásig rázogassuk a kémcsövet, majd mártsuk bele az újabb szűrőpapíresíkokat. Terítsük ki azokat is a tálcára száradni.

### Megfigyelés

- a)** A megszáradt szűrőpapír halványlila színű.  
**b)** A kurkumaoldatba mártott csíkok sárgaszínűek.

### Magyarázat

**a)** A rózsaszín, lila, bordószínű zöltségek, gyümölcsök és virágok színanyagai az antocián nevű festékanyagok, amelyek vízben oldódnak. Az antociánok általános képlete:

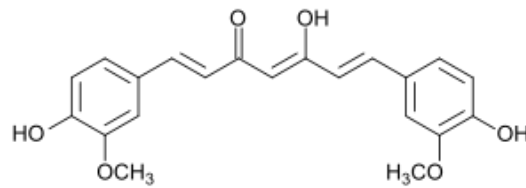


Az R-rel jelölt helyek anyagoként különbözően –H, –OH, –OCH<sub>3</sub> csoportokat jelölhetnek (https://hu.wikipedia.org/wiki/Antoci%C3%A1nok, utolsó megtekintés: 2016. 01. 08.).



## 1. Tanulói kísérletek

**b)** A kurkuma nevű, melegebb vidékeken termesztett zöldség festékanyaga a kurkumin, ami vízben nem oldódik, de alkoholban feloldható. A vegyület képlete:



(<https://hu.wikipedia.org/wiki/Kurkuma>, utolsó megtekintés: 2016. 01.08.)

### Megjegyzések

- A vöröskáposztalé mélyhűtőben hosszú ideig eltartható.
- A kurkuma főleg Indiában az egyik legelterjedtebb fűszernövény, a curry egyik fő alkotórésze. Nemcsak fűszernek, hanem gyógynövényként is felhasználják, ezért tablettá vagy kapszula formájában kapható a gyógynövényboltokban.
- Poralakban megtalálható a nagyobb élelmiszer-áruházakban, esetleg indiai sáfrány vagy sárga gyömbér felirata is lehet.
- A fenti kísérletben elkészített indikátorpapírok használata az 1.50. számú, Vizsgálódjunk a konyhában, fürdőszobában című tanulói kísérletben van leírva.
- A vöröskáposzta leve szerepel sav-bázis indikátorként az 1.26. számú, Képfestés háztartási anyagokkal című tanulói kísérletben, és a 3.5. számú, Melyik pohárban van több ecet? című kísérletterveztető feladatsorban is.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kést és az ollót figyelmesen használjuk.
- A kísérlethez használt anyagok veszélytelenek.

### Indikátorpapír készítése a konyhában

#### **Eszközök**

főzőpohár, 200 cm<sup>3</sup>-es, 3 db  
óraüveg  
folyadéküveg  
teaszűrő  
kés, olló  
kémcső  
szűrőpapír  
tálca  
melegítő eszköz

#### **Anyagok**

vöröskáposzta  
víz  
etil-alkohol  
kurkuma (por, tableta vagy kapszula)

#### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** Forralj vizet egy főzőpohárban. Közben vágd csíkokra a vöröskáposzta leveleit és helyezd a másik főzőpohárba. Ha forr a víz, óvatosan öntsd a káposztára, és fedd le a főzőpoharat az óraüveggel, várd meg a folyadék kihűlését. Ekkor szűrd le teaszűrőn a kapott oldatot, mártsd bele a csíkokra vágott szűrőpapírt, majd tálcára fektetve szárítsd meg azokat. A maradék oldatot öntsd a folyadéküvegbe, és tedd hűtőszekrénybe.

**b)** Egy kémcsőbe öntsél 3 ujjnyi etil-alkoholt. Szórj ebbe kiskanálnyi kurkumaport. Feloldódásig rázogasd a kémcsövet, majd mártsd bele az újabb szűrőpapírcsíkokat. Terítsd ki azokat is a tálcára száradni.

#### **Megfigyelés**

**a)**

**b)**

#### **Magyarázat**

**a)**

**b)**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kést és az ollót óvatosan használjuk.
- A kísérlethez használt anyagok veszélytelenek.

### 1.25. Játék? Nem, molekulaszerkezet

Szappanbuborék-modell – molekulák kialakulása.

#### **Eszközök**

átlátszó műanyag vagy üveglemez, kb. 20 × 20 cm

szívószál

lombik

nagyobb ecset

lemez nagyságú fehér papír, egymással 105°-os szöveget alkotó vonallal

#### **Anyagok**

glicerines mosogatószer-oldat (szappanoldat)

#### **A kísérlet végrehajtása**

A műanyag vagy üveglapot kenjük be az ecset segítségével vékonyan a mosogatószer-oldattal. Ezt a műveletet minden modell készítése előtt végezzük el. Mártsuk be a szívószálat az oldatba, majd érintsük a végét a lemez felületéhez és óvatosan fújunk bele. Ily módon tetszőleges sugarú, félgömb alakú buborék állítható elő. A módszer alkalmas azonos és különböző atomokból felépülő molekulák modellezésére.

#### **a) Hidrogénmolekula**

Fújunk két azonos nagyságú buborékot egymástól kb. 4–5 cm távolságba. Ez a két buborék jelképezi a két hidrogénatomot, amelyek között nincs kölcsönhatás. A szívószállal óvatosan mozdítsuk el az egyik buborékot a másik felé. Figyeljük meg, hogy mi történik egy bizonyos távolságban. Ugyanígy (csak nagyobb buborékokat fújva) modellezhetjük az oxigén (O<sub>2</sub>) vagy a nitrogén (N<sub>2</sub>), illetve bármely kétatomos molekula kialakulását is.

#### **b) Vízmolekula**

A két – egymással 105°-os szöveget bezáró – egyenessel ellátott papírlapot helyezük a szappanoldattal bekent lemez alá. A vonalak találkozási pontjára fújunk egy nagyobb buborékot, ez jelképezi a vízmolekula oxigénatomját. Majd a megrajzolt vonalak irányába egy-egy kisebb, az oxigénatommal érintkező buborékot. Ezek lesznek a „hidrogénatomok”. Ha a kialakulás folyamatát akarjuk szemléltetni, akkor a két kisebb buborékot a vonalak mentén, de az oxigénatomtól távolabb helyezük el, és közelítsük szívószállal az oxigénatom felé. Figyeljük meg, hogy mi történik.

#### **Megfigyelés**

**a)** Egy adott távolság elérésekor vonzás lép fel a két buborék között, egybeolvadnak, és kialakul a „hidrogénmolekula” (H<sub>2</sub>) háromdimenziós képe.

**b)** A buborékok összeolvadnak, és megjelenik a vízmolekula (H<sub>2</sub>O) térbeli képe.

#### **Magyarázat**

A mosogatószer lecsökkenti a víz felületi feszültségét, ezért tudunk buborékot fújni az oldatából. A glicerin növeli a buborékok tartósságát.

**a)** Ha két hidrogénatom közelít egymáshoz, akkor egy bizonyos távolságban vonzó hatások lépnek fel az egyik hidrogénatom protonja és a másik elektronja között, és fordítva. A vonzás

## 1. Tanulói kísérletek

nagysága a két atom távolságának csökkenésével nő. Ezért egy bizonyos távolság elérésekor a két atom molekulává olvad össze. Ezt a folyamatot modellezi a két buborék egybeolvadása.

**b)** A vízmolekulában a három atom nem egy egyenes mentén, hanem V-alakban helyezkedik el (a kötésszög  $105^\circ$ ). Ezt modellezzük a kísérletben.

### Megjegyzések

- A szappanoldatot úgy készítjük, hogy 50 g glicerint, 50 g folyékony mosogatószerrel és  $1 \text{ dm}^3$  desztillált vízzel elegyítünk a kísérlet bemutatása előtt legalább 3 nappal.
- Ezzel a kísérlettel a molekulák térbeli szerkezetét és kialakulásuk mechanizmusát tudjuk modellezni egyszerű, a háztartásban megtalálható anyagokkal és eszközökkel. Ez a kísérlet kiegészítő lehetőséget jelent a molekulák térbeli szerkezetének bemutatására a pálcika- és kalottmodelles szemléltetés mellett.
- Ha demonstrációs céllal végezzük a kísérletet, akkor helyezzük a lapot írásvetítőre vagy dokumentumkamera alá.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- Ne szívjuk fel a szappanoldatot a szívószállal, mert kellemetlen ízű.

### Játék? Nem, molekulaszervezet

#### Eszközök

átlátszó műanyag vagy üveglemez, kb.  $20 \times 20$  cm  
szívószál  
lombik  
nagyobb ecset  
lemez nagyságú fehér papír, egymással  $105^\circ$ -os szöget alkotó vonallal

#### Anyagok

glicerines mosószeroldat (szappanoldat)

#### A kísérlet végrehajtása

A műanyag vagy üveglapot kend be az ecset segítségével vékonyan a szappanoldattal. Ezt a műveletet minden modell készítése előtt végezd el. Mártsd be a szívószálat az oldatba, majd érintsd a végét a lemez felületéhez és óvatosan fújj bele. Ily módon tetszőleges sugarú, félgömb alakú buborék állítható elő. A módszer alkalmas azonos és különböző atomokból felépülő molekulák modellezésére.

#### a) Hidrogénmolekula ( $H_2$ )

Fújj két azonos nagyságú buborékot egymástól kb. 4–5 cm távolságba! Ez a két buborék jelképezi a két hidrogénatomot, amelyek között nincs kölcsönhatás. a szívószállal óvatosan mozdítsd el az egyik buborékot a másik felé. Mi történik egy bizonyos távolságban? Ugyanígy (csak nagyobb buborékokat fújva) modellezheted az oxigén ( $O_2$ ) vagy a nitrogén ( $N_2$ ) molekula kialakulását is.

#### b) Vízmolekula ( $H_2O$ )

A két – egymással  $105^\circ$ -os szöget bezáró – egyenessel ellátott papírlapot helyezd a szappanoldattal bekent lemez alá. A vonalak találkozási pontjára fújj egy nagyobb buborékot, ez jelképezi a vízmolekula oxigénatomját, majd a megrajzolt vonalak irányába egy-egy kisebb, az oxigénatommal érintkező buborékot. Ezek lesznek a „hidrogénatomok”. Ha a kialakulás folyamatát akarod szemléltetni, akkor a két kisebb buborékot a vonalak mentén, de az oxigénatomtól távolabb helyezd el, és szívószállal közelítsd azokat az oxigénatom felé. Mi történik?

#### Megfigyelés

#### Magyarázat

#### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- Ne szívjad fel a szappanoldatot a szívószállal, mert kellemetlen szájízt okoz.

### 1.26. Képfestés háztartási anyagokkal

A sav-bázis indikátorok segítségével a savas, illetve bázikus kémhatás értelmezése, és a háztartási anyagok kémhatásának megismerése.

#### Eszközök

üveglap, kb. 20 × 20 cm  
fültisztító pálcikák  
főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es, 4 db

#### Anyagok

vöröskáposztalével átitatott szűrőpapírlapok, kb. 20 × 20 cm  
sósav, 1 mol/dm<sup>3</sup>  
háztartási ecet, 10%-os  
nátrium-hidrogén-karbonát-oldat, 2 mol/dm<sup>3</sup>  
nátrium-hidroxid-oldat, kb. 4 mol/dm<sup>3</sup>

#### A kísérlet végrehajtása

A lila papírlapot helyezük rá az üveglapra. Vegyünk négy fültisztító pálcikát, és művészkedjünk. Minden oldathoz másik pálcikát használjunk.

- Az **S** feliratú pohárban sósav van. Mártuk bele a fültisztítót az oldatba és rajzolunk vele a papírlapra. Figyeljük meg, hogy milyen színű rajzot kapunk.
- Az **E** feliratú pohárban háztartási ecet van. Mártuk bele a fültisztítót az oldatba és rajzolunk vele a papírlapra. Figyeljük meg, hogy milyen színű rajzot kapunk.
- Az **SZ** feliratú pohárban szódabikarbóna oldata (nátrium-hidrogén-karbonát-oldat) van, Mártuk bele a fültisztítót az oldatba és rajzolunk vele a papírlapra. Figyeljük meg, hogy milyen színű rajzot kapunk.
- Az **L** feliratú pohárban lúgkőből (nátrium-hidroxid) készült oldat van, Mártuk bele a fültisztítót az oldatba és rajzolunk vele a papírlapra. Figyeljük meg, hogy milyen színű rajzot kapunk.

#### Megfigyelés

- A sósav erősen savas kémhatású erős piros színt eredményez a papíron.
- Az ecet savas kémhatású, gyengébb piros színt eredményez a papíron.
- A szódabikarbóna oldata gyengén lúgos kémhatású, zöld színt ad.
- A nátrium-hidroxid-oldat erősen lúgos kémhatású, sárgára színezzük vele a lila papírt.

#### Magyarázat

A sav-bázis indikátorok olyan vegyületek, amelyek a kémhatástól függően más és más színűek. A vöröskáposztában levő vegyületek (antociánok) savakban vörösek, vízben lilásak, lúgokban zöldön keresztül sárgáig változik a színük. A vöröskáposzta (és még sok más színes zöldség, virág és gyümölcs) festékanyagai sav-bázis indikátorként működnek, vagyis színváltozással jelzik a kémhatás (más szóval a pH) változását.

### Megjegyzések

- Ha kipróbáltuk, hogy az egyes oldatok milyen színeket eredményeznek, akkor egy új, tiszta papírra ennek tudatában szép képet festhetünk.
- A lila papírlapok úgy készülnek, hogy lereszelt vörös káposztára annyi vizet öntünk, hogy éppen ellepje, majd kb. 30 percig melegítjük (enyhén forralni is lehet). Kihűlés után leszűrjük az oldatot, és ebbe mártjuk a festeni kívánt papírlapot, amit kiterítve megszáritunk. Ha a kapott káposztaoldatot tárolni kívánjuk, akkor jól záródó edényben, hűtőszekrényben, esetleg mélyhűtőben (lefagyasztva) kell tartani és használatkor felengedni.
- A vöröskáposzta levéből úgy is készíthető sav-bázis indikátorpapír, ahogy az az 1.24. számú, Indikátorpapír készítése a konyhában című tanulói kísérletben van leírva. Vöröskáposztalevet kell használni a 3.5. számú, Melyik pohárban van több ecet? című, és a 3.2. számú, Hogyan működik a sütőpor? című kísérletterveztető feladatsorok megoldásakor is.
- A nátrium-hidrogén-karbonát hétköznapi neve szódabikarbóna, a nátrium-hidroxid hétköznapi neve lúgkő.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kísérlet elvégzése – a viszonylag tömény nátrium-hidroxid-oldat használatán kívül – veszélytelen.
- A nátrium-hidroxid-oldat használata csak védőszemüveg és védőkesztyű viselésével megengedett.
- A maradék oldatok a lefolyóba önthetők.

## Képfestés háztartási anyagokkal

### Eszközök

üveglap, kb.  $20 \times 20$  cm  
fültisztító pálcikák  
főzőpohár,  $100 \text{ cm}^3$ -es, 4 db

### Anyagok

vöröskáposztalével átitatott szűrőpapírlapok, kb.  $20 \times 20$  cm  
sósav,  $1 \text{ mol/dm}^3$   
háztartási ecet, 10%-os  
nátrium-hidrogén-karbonát,  $2 \text{ mol/dm}^3$   
nátrium-hidroxid-oldat,  $4 \text{ mol/dm}^3$

### A kísérlet végrehajtása

A lila papírlapot helyezd rá egy üveglapra. Készíts elő négy fültisztító pálcikát, és művészkedj! Minden oldathoz másik pálcikát használj.

- a) Az **S** feliratú pohárban sósav van. Mártsd bele a fültisztítót az oldatba és rajzolj vele a papírlapra. Milyen színű rajzot kapsz?
- b) Az **E** feliratú pohárban háztartási ecet van. Mártsd bele a fültisztítót az oldatba és rajzolj vele a papírlapra. Milyen színű rajzot kapsz?
- c) Az **SZ** feliratú pohárban szódabikarbóna (nátrium-hidrogén-karbonát) oldata van, Mártsd bele a fültisztítót az oldatba és rajzolj vele a papírlapra. Milyen színű rajzot kapsz?
- d) Az **L** feliratú pohárban lúgkőből (nátrium-hidroxid) készült oldat van, Mártsd bele a fültisztítót az oldatba és rajzolj vele a papírlapra. Milyen színű rajzot kapsz?

### Megfigyelés

a)

b)

c)

d)



### Magyarázat

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlet elvégzése – a viszonylag tömény nátrium-hidroxid-oldat használatán kívül – veszélytelen.
- A nátrium-hidroxid-oldat használata csak védőszemüveg és védőkesztyű viselésével megengedett.
- A maradék oldatok a lefolyóba önthetők.

### 1.27. Meleged van? Én fázom. Cseréljünk!

A kémiai reakciók energiaviszonyai, egy hőtermelő (exoterm) folyamat fedezi a hőelnyelő (endoterm) folyamat hőigényét.

#### Eszközök

kémcső  
talpas gömblombik vagy Erlenmeyer-lombik, 500 cm<sup>3</sup>-es  
vegyszereskanál  
óraüveg  
üvegbot  
esetleg Bunsen-állvány díóval és lombikfogóval

#### Anyagok

nátrium-hidroxid  
jód  
glicerinnel  
víz  
vatta

#### A kísérlet végrehajtása

Rögzítsük a lombikot állványba. A kémcső külső falát kenjük be vékonyan glicerinnel, majd óvatosan forgassuk meg egy nagyobb óraüvegre elhelyezett jódkristályokban. Így elérhetjük, hogy a kémcső külső falára néhány kisebb jódkristály ragadjon. Szórjunk a kémcsőbe kb. egy kiskanálnyi szilárd nátrium-hidroxid-pasztillát. Vatta (vagy lehet dugó is) segítségével rögzítsük a kémcsövet a lombik nyakába úgy, hogy a lombikba nyúljon be. Töltsünk a kémcsőben lévő nátrium-hidroxidra annyi vizet, hogy félig legyen a kémcső. Keverjük meg üvegbottal a kémcső tartalmát. Figyeljük meg, hogy mi történik.

#### Megfigyelés

1–2 perc múlva a lombikot lila jódgőz tölti meg.



#### Magyarázat

A nátrium-hidroxid vízben való oldódása exoterm folyamat, az oldáshő értéke:  $-42,3$  kJ/mol. A jód melegítés hatására szublimál. Ez endoterm átalakulás, hiszen a kristályrácsból ki kell szakítani a jódmolekulákat. A nátrium-hidroxid oldódásakor felszabaduló hő fedezi a szublimációhoz szükséges hőt.

### **Megjegyzés**

- A jód szublimációjának bemutatása egyszerűen is elvégezhető. Főzőpohár aljára teszünk pár jódkristályt. A poharat vízzel teli kis gömblombikkal lezárjuk és a rendszert agyagos dróthálóval ellátott vasháromlára helyezzük. Óvatos melegítés hatására a jód szublimál, a pohár lila jódgőzökkel telik meg, és egy részük szilárd formában kiválik a hideg vízzel teli gömblombik alján.

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A nátrium-hidroxid maró hatású, kézzel ne nyúljunk hozzá. A védőszemüveg és védőkesztyű használata kötelező.
- A jódgőzt ne szippantsuk be.
- A kísérleti maradékot gyűjtőedénybe helyezzük el.

### Meleged van? Én fázom. Cseréljünk!

#### **Eszközök**

kémcső  
talpas gömblombik vagy Erlenmeyer lombik, 500 cm<sup>3</sup>-es  
vegyszereskanál  
óraüveg  
üvegbot  
esetleg Bunsen-állvány díóval és lombikfogóval

#### **Anyagok**

nátrium-hidroxid  
jód  
glicerin  
víz  
vatta

#### **A kísérlet végrehajtása**

A kémcső külső falát kend be vékonyan glicerinnel, majd óvatosan forgasd meg egy nagyobb óraüvegre elhelyezett jódkristályokban. Így elérheted, hogy a kémcső külső falára néhány kisebb jódkristály ragadjon. Szórj a kémcsőbe kb. egy kiskanálnyi szilárd nátrium-hidroxid-pasztillát. Vatta (vagy lehet dugó is) segítségével rögzítsd a kémcsövet a lombik nyakába úgy, hogy benyúljon a lombikba. Tölts a kémcsőben lévő nátrium-hidroxidra annyi vizet, hogy félig legyen a kémcső. Keverd meg óvatosan üvegbottal a kémcső tartalmát. Figyeld meg, hogy mi történik.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A nátrium-hidroxid maró hatású, kézzel ne nyúljunk hozzá. A védőszemüveg és védőkesztyű használata kötelező.
- A jódgőzt ne szippantsuk be.
- A kísérleti maradékot gyűjtőedénybe helyezzük el.

### 1.28. Miből áll a víz?

Bontsunk vizet!

#### Eszközök

átlátszó műanyagpohár, 150–200 cm<sup>3</sup>-es  
rajzszög, 2 db  
9 V-os elem

#### Anyagok

nátrium-szulfát-oldat, 0,1 mol/dm<sup>3</sup>

#### A kísérlet végrehajtása

Szúrjuk át a pohár alját egymástól kb. 0,5–1 cm távolságban a két rajzszöggel úgy, hogy hegyes végük a pohár belseje felé mutasson. Töltsük meg a poharat kb. 1/3 részéig a nátrium-szulfát-oldattal. Szorítsuk a pohár alján levő két rajzszög fejéhez a 9 V-os elem pozitív, illetve negatív sarkát, és figyeljük meg, hogy mi történik. Hasonlítsuk össze a két rajzszög hegyénél végbemenő változások mértékét is.

#### Megfigyelés

A rajzszögek csúcsainál folyamatos buborékképződést, gázfejlődést figyelhetünk meg. A negatív saroknál sokkal sűrűbb a gázbuborékok képződése, több (kb. kétszer annyi) gáz fejlődik, mint a pozitív sarokhoz szorított rajzszög csúcsánál.



#### Magyarázat

A víz oxigénből és hidrogénből áll. A vízmolekulában a hidrogén- és oxigénatomok számaránya 2:1. Az elektromos energia hatására a víz alkotóelemeire, hidrogénre és oxigénre bomlik. Az atomok számarányának megfelelően a víz bomlásakor kétszer akkora térfogatú hidrogén keletkezik, mint oxigén. Ezért látunk sokkal erőteljesebb (intenzívebb) gázfejlődést azon a csúcson, amelyik a negatív sarokhoz van kapcsolva. Itt keletkezik a hidrogéngáz. Bár az oxigén és hidrogén kimutatása a kísérletben a keletkező durranógáz kis mennyisége miatt még mosogatószer hozzáadása után sem lehetséges, egyéb tulajdonságaik (gázhalmazállapot, színtelen, szagtalan stb.) jól megfigyelhetők.

### Megjegyzés

- Bár általános iskolában az elektrolízis nem tananyag, a víz összetétele, alkotóelemei és a kémiai reakciók energiaviszonyai igen. Ezért ez a látványos és nagyon egyszerűen, veszélymentesen elvégezhető kísérlet nagyon hasznos lehet. Bemutatható a kémiai elem (hidrogén és oxigén), a vegyület (víz), illetve a keverék (a hidrogén és az oxigén elegye) fogalmak tanításakor is.
- Középiskolában már érdemes sav-bázis indikátorral (a legjobb az univerzál-indikátoroldat) megfestett vizet elektrolizálni, hogy tapasztalható legyen az elektródok környékén történő kémhatásváltozás is.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kísérlet elvégzése veszélytelen, a hulladék a lefolyóba önthető.

### Miből áll a víz?

#### Eszközök

átlátszó műanyagpohár, 150–200 cm<sup>3</sup>-es  
rajzszög, 2 db  
9 V-os elem

#### Anyagok

nátrium-szulfát-oldat 0,1 mol/dm<sup>3</sup>

#### A kísérlet végrehajtása

Szúrd át a pohár alját egymástól kb. 0,5–1 cm távolságban a két rajzszöggel úgy, hogy hegyes végük a pohár belseje felé mutasson. Töltsd meg a poharat kb. 1/3 részéig a nátrium-szulfát-oldattal. Szorítsd a pohár alján levő két rajzszög fejéhez a 9 V-os elem pozitív, illetve negatív sarkát, és figyeld meg, hogy mi történik. Hasonlítsd össze a két rajzszög hegyénél végbemenő változások mértékét is.

#### Megfigyelés

#### Magyarázat

#### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kísérlet elvégzése veszélytelen, a hulladék a lefolyóba önthető.

### 1.29. Miért használunk élesztőt a kelt tésztához?

Összehasonlítjuk az élesztővel és az élesztő nélkül készült tésztákat.

#### **Eszközök**

főzőpohár, 1000 cm<sup>3</sup>-es

főzőpohár, 200 cm<sup>3</sup>-es

főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es, 2 db

üvegbot

hőmérő

gyúródeszka

kanál

vízforraló vagy Bunsen-égő, vasháromláb és kerámiabevonatos drótháló

#### **Anyagok**

kristálycukor

búzaliszt

élesztő

víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

Oldjunk fel kb. 200 cm<sup>3</sup> vízben egy evőkanálnyi cukrot és osszuk az oldatot kétfelé. Az egyik felében oszlassunk el kb. 2 dkg élesztőt. Készítsünk a cukros víz és az élesztős-cukros víz segítségével a lisztből alapos átgyúrással egy-egy azonos méretű gombócot. Jelöljük meg valamelyik gombócot oly módon, hogy vízbe téve is megkülönböztethetők maradjanak. Tegyük mindkét gombócot egy nagy főzőpohárban lévő 40 °C-os vízbe, és ügyeljünk arra, hogy a víz állandóan kb. 40 °C-os maradjon. Türelmesen figyeljük meg a gombócok viselkedését.

#### **Megfigyelés**

Néhány perc elteltével az élesztős gombóc a víz felszínére emelkedik, a másik a pohár alján marad.

#### **Magyarázat**

A tésztához a készítéskor cukrot (répacukrot vagy nádcukrot, azaz szacharózt) adtunk, ami egy diszacharid. Ezt az élő szervezetek szőlőcukorra (glükóz) és gyümölcscukorra (fruktóz) tudják bontani, amelyek monoszacharidok. A gyümölcscukor pedig át tud alakulni (izomerizálódik) szőlőcukorrá. Továbbá a lisztben lévő amiláz enzim a keményítőt (ami szőlőcukor egységekből felépülő poliszacharid) is szőlőcukorrá bontja. Az élesztő a szőlőcukrot szén-dioxidra és alkoholra bontja. A bruttó folyamat egyenlete:



Ezt nevezzük a tészta megkelésének (tulajdonképpen erjedés, idegen szóval fermentáció). A fejlődő szén-dioxid csökkenti a tészta sűrűségét (növeli a térfogatát), így az a víz felszínére emelkedhet.

Általános iskolában ebből az tanítható, hogy a tésztában keletkező szőlőcukrot az élesztő az alkoholos erjedés nevű folyamatban szén-dioxidra és alkoholra bontja. A szén-dioxid-gáztól „kel meg” a tészta. Kémiai értelemben hasonló folyamat történik az édes gyümölcsök erjesztésekor is a mustban, ill. a cefrében (szintén mikroorganizmusok hatására). Ez történik a borhamisításkor is, amikor cukorból, élesztőből és vízből készül az alkoholos oldat.



### **Megjegyzések**

- A tésztát alaposan meg kell gyúrni, mert különben a gombócok széteshetnek a vízben.
- Ha a gombóc a főzőpohárban leragadna, óvatosan lökjük meg egy kanállal vagy üvegbottal.
- A két gombóc megkülönböztetése történhet például úgy, hogy az élesztőt tartalmazó tetejére egy csöpp ételfestéket teszünk.

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben szereplő anyagok nem veszélyesek.

### Miért használunk élesztőt a kelt tésztához?

#### **Eszközök**

főzőpohár, 1000 cm<sup>3</sup>-es

főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es, 2 db

üvegbot

hőmérő

gyúródeszka

kanál

vízforraló vagy Bunsen-égő, vasháromláb és kerámiabevonatos drótháló

#### **Anyagok**

kristálycukor

búzaliszt

élesztő

víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

Oldjunk fel kb. 200 cm<sup>3</sup> vízben egy evőkanálnyi cukrot és osszuk az oldatot kétfelé. Az egyik felében oszlassunk el kb. 2 dkg élesztőt. Készítsél a cukros víz, illetve az élesztős-cukros víz segítségével a lisztből alapos átgúrással egy-egy azonos méretű gombócot. Jelöld meg valamelyik gombócot oly módon, hogy vízbe téve is megkülönböztethetők maradjanak. Tegyed mindkét gombócot egy nagy főzőpohárban lévő 40 °C-os vízbe, és ügyeljél arra, hogy a víz állandóan kb. 40 °C-os maradjon. Türelmesen figyeljed meg a gombócok viselkedését.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben szereplő anyagok nem veszélyesek.

### 1.30. Miért nem hizlal a light kóla?

Kóla és light kóla szőlőcukor-tartalmának vizsgálata Fehling-próbával.

#### **Eszközök**

kémcső, 2 db  
cseppentő, 3 db  
kémcsőfogó  
Bunsen-égő

#### **Anyagok**

Fehling(I)-oldat  
Fehling(II)-oldat  
kóla  
kóla light

#### **A kísérlet végrehajtása**

Mindkét kémcsőbe töltünk 2 ujjnyi Fehling(I)-oldatot, majd cseppenként adjunk hozzá Fehling(II)-oldatot addig, amíg a kezdetben leváló csapadék mélykék színnel feloldódik. (Az elkészült reagensek  $\text{Cu}^{2+}$ -ionokat tartarátkomplex formájában tartalmaznak, lúgos közegben.) Az első kémcsőhöz adjunk egy cseppentőnyit a kólából, a másodikba ugyanannyit a kóla lightből. Kémcsőfogó csipeszbe fogva mindkét kémcső tartalmát forraljuk 2–3 percig. Hasonlítsuk össze a végeredményeket.

#### **Megfigyelés**

A kólát tartalmazó oldat színe hevítéskor először zöldre változik (az eredeti kék és a képződő narancsszín keveredése miatt), majd rövid forralás után már a vörös színű réz(I)-oxid színe dominál. A kóla lightot tartalmazó kémcsőben nem látunk színváltozást.

#### **Magyarázat**

Általános iskolában csak annyit mondjunk, hogy a kólában lévő szőlőcukor mutatja a Fehling-próbát, a kóla light-ban lévő édesítőszer pedig nem. Az édesítőszerből nem nyer energiát a szervezet, ezért nem is hizlal.

A szerves kémia tanításakor a következő részletesebb magyarázat adható: gyártás során a kólát kukoricakeményítő hidrolízisével nyert cukorral édesítik. A hidrolízis során jelentős mennyiségű szőlőcukor (glükózszirup) is képződik, ezt mutatjuk ki a Fehling-próbával. A szőlőcukor formilcsoportja a  $\text{Cu}^{2+}$ -ionokat  $\text{Cu}^+$ -ionokká redukálja, miközben karboxilcsoporttá oxidálódik. A kóla lightot cukor helyett édesítőszerrel, gyakran aszpartámmal édesítik, ami nem a cukrok, hanem a dipeptidek közé tartozik, így energiataralma lényegesen kisebb. Az aszpartám oxidálható (redukáló hatású) formilcsoportot nem tartalmaz, így nem mutat pozitív Fehling-próbát.

#### **Megjegyzések**

- 1 dl kóla 11,2 g cukrot tartalmaz, ami majdnem 4 db kockacukornak felel meg, és a energiataralma 193 kJ.
- A Fehling(I)-oldat készítése: 7 g kristályos réz(II)-szulfátot oldjunk fel 100 cm<sup>3</sup> desztillált vízben. A Fehling(II)-oldat készítése: 37 g kálium-nátrium-tartarátot és 10 g nátrium-hidroxidot oldjunk fel 100 cm<sup>3</sup> desztillált vízben.

## 1. Tanulói kísérletek

- A Fehling-próba használható a tejcukor kimutatására is, amint az az 1.12. számú, Élet, erő egészség című tanulói kísérletben is olvasható. Ott szerepel a fönti reakció egyszerűsített egyenlete is.

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- Forraláskor figyeljünk arra, hogy az oldat ne fusson ki, és ne fröccsenjen emberre.
- A rézionok mérgezőek, ezért a kísérlet maradványait tilos a lefolyóba önteni, a „Szervetlen hulladék” feliratú gyűjtőbe kell kiüríteni a kémcsövek tartalmát.

### Miért nem hisz a light kóla?

#### **Eszközök**

kémcső, 2 db  
cseppentő, 3 db  
kémcsőfogó  
Bunsen-égő

#### **Anyagok**

Fehling(I)-oldat  
Fehling(II)-oldat  
kóla  
kóla light

#### **A kísérlet végrehajtása**

Mindkét kémcsőbe tölts 2 ujjnyi Fehling(I)-oldatot, majd cseppenként adj hozzá Fehling(II)-oldatot addig, amíg a kezdetben leváló csapadék mélykék színnel feloldódik. Az elkészült reagensek  $\text{Cu}^{2+}$ -ionokat tartalmaznak. Az első kémcsőhöz adjál egy cseppentőnyit a kólából, a másodikba ugyanannyit a kóla lightből. Kémcsőfogó csipeszbe fogva mindkét kémcső tartalmát forrald 2–3 percig. Hasonlítsd össze a végeredményeket.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- Forraláskor figyelj arra, hogy az oldat ne fusson ki, és ne fröccsenjen rád vagy a társadra.
- A rézionok mérgezőek, ezért a kísérlet maradékait tilos a lefolyóba önteni, a „Szervetlen hulladék” feliratú gyűjtőbe kell kiüríteni a kémcsövek tartalmát.

### 1.31. Miért okozhat viszketést az óra vagy a fémbizsu?

Fém tárgyak nikkelkibocsátásának vizsgálata.

#### **Eszközök**

cseppentő, 2 db  
üveglap  
vatta

#### **Anyagok**

fém tárgyak, amiket vizsgálnak (pl. olló, ékszer stb.)  
dimetil-glioxim alkoholos oldata,  $w = 1\%$   
ammóniaoldat,  $w = 10\%$

#### **A kísérlet végrehajtása**

Helyezzük a vizsgálandó fém tárgyat az üveglapra, cseppentsünk rá szorosan egymás mellé 1 csepp dimetil-glioxim- és 1 csepp ammóniaoldatot. Majd dörzsöljük vattával a fém felületét ott, ahova cseppentettünk, kb. fél percig. Jegyezzük le, mit tapasztalunk. Minden fém tárgyat vizsgáljunk meg.

#### **Megfigyelés**

Valószínűleg mindenkinél lesz olyan fém tárgy, amin nem történik változás, és lesz olyan, ahol a dörzsölés után a vatta rózsaszín (vagy málna színű) lesz.

#### **Magyarázat**

Általános iskolában elég annyit mondani a tanulóknak, hogy a nikkellionok nagyon érzékeny színreakciót adnak ezzel a vegyülettel.

Középiskolában – ha jut rá idő –, megmagyarázhatjuk, hogy a nikkellion – mint a legtöbb d-mezőbeli fém – megfelelő ligandumokkal komplexeket képez. A nikkellion két molekula dimetil-glioximmal képezett komplexe felelős a megjelenő színért.

Előfordulhat, hogy a vizsgált ötvözet tartalmaz nikkelt, de nem kibocsátható formában, ezért még ez az érzékeny vizsgálat sem mutatja ki. Régebben gyártott fém tárgyak esetében nagyobb a valószínűsége, hogy ki lehet mutatni a nikkeltartalmat.

#### **Megjegyzések**

- A vas és a króm is reagál a dimetil-glioximmal, és ez zavarhatja a próbát. Ezért, ha barna folt képződik a vattán, akkor a vizsgálat előtt cseppentsünk a vizsgálandó helyre  $w = 20\%$ -os citromsavoldatot, azzal dörzsöljük meg a fémeket, és utána végezzük el a próbát. A vas és a króm szintelen komplexet képez a citromsavval, így a citromsavas bedörzsölés a zavaró hatást kiküszöböli.
- A fémek okozta bőrrallergiáért a két fő bűnös: a nikkelt és a króm.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben olyan kis koncentrációk fordulnak elő, hogy a használt vattadarabkákat a szemetes kosárba lehet dobni.

### Miért okozhat viszketést az óra vagy a fémbizsu?

#### **Eszközök**

cseppentő, 2 db  
üveglap  
vatta

#### **Anyagok**

fém tárgyak, amiket vizsgálunk (pl. olló, ékszer stb.)  
dimetil-glioxim alkoholos oldata,  $w = 1\%$   
ammóniaoldat,  $w = 10\%$

#### **A kísérlet végrehajtása**

Helyezd a vizsgálandó fémtárgyat az üveglapra, cseppents rá szorosan egymás mellé 1 csepp dimetil-glioxim- és 1 csepp ammóniaoldatot. Majd dörzsöld vattával a fém felületét ott, ahova cseppentettél, kb. fél percig. Jegyzed le, mit tapasztalsz. Minden fémtárgyat vizsgálj meg!

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben olyan kis koncentrációk fordulnak elő, hogy a használt vattadarabkákat a szemetes kosárba lehet dobni.

### 1.32. Miért úszik a zsilettpenge a vízben?

Folyadékok felületi feszültségének vizsgálata.

#### **Eszközök**

zsilettpenge, 3 db  
kristályosító csésze, 3 db (mélyebb üvegtál is jó)  
fogvájó, 2 db  
fültisztító pálcika  
üvegcád (lehet nagyobb műanyagtál is)  
olló

#### **Anyagok**

víz  
aceton (körömlakklemosó)  
benzin  
őrölt bors (helyette hintőpor is lehet)  
folyékony mosogatószer  
papír

#### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** Állítsuk sorba a 3 kristályosító csészét, az elsőbe töltsünk kb. 5 cm magasságig vizet, a másodikba acetont, a harmadikba benzint. Mindhárom folyadék felületére óvatosan helyezzünk el egy-egy zsilettpengét. Jegyezzük fel, mit tapasztalunk.

**b)** Egy kristályosító tálba (vagy mélytányérba) öntsünk vizet. Szórjuk be a felületét őrölt borssal (vagy hintőporral). A fültisztító pálcika végét mártsuk folyékony mosogatószerbe, és ezzel érintsük meg a borsréteg közepét. Mit tapasztalunk?

**c)** Egy kristályosító tálba (vagy mélytányérba) öntsünk vizet. Helyezzünk el a víz felszínén 2 fogvájót egymással párhuzamosan, kb. 3 cm távolságban. Mártsuk a fültisztítót folyékony mosogatószerbe, és finoman érintsük meg a vizet a két fogvájó között. Mit látunk?

**d)** Vágjunk ki papírból egy csónakformát, amelynek a hátsó felén bevágás van. Üvegcádba töltsünk vizet (nagyobb műanyagtál is lehet), egyik végén tegyük vízre a csónak formájú papírdarabot. Mártsuk folyékony mosogatószerbe a fültisztítót, és érintsük meg vele a víz felszínét a csónak hátsó bevágásában.

**e)** Rajzoljunk különböző vastagságú papírokra virágot, és vágjuk ki azokat. Hajtogassuk be a szirmokat, majd helyezzük víz felszínére a virágokat. Figyeljük meg, mi történik.

#### **Megfigyelés**

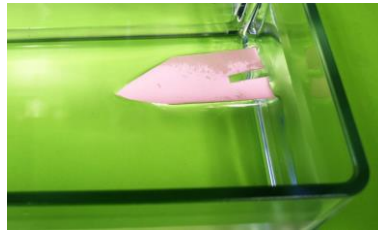
**a)** A zsilettpenge a víz felszínén fennmarad, az acetonban és a benzinben elsüllyed.

**b)** Mosogatószer hatására az őrölt bors feltja szétszalad az edény széle felé.

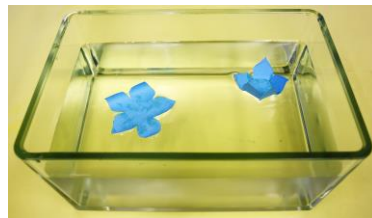
**c)** Mosogatószer hatására a két párhuzamos fogvájó eltávolodik egymástól.

**d)** Mosogatószer hatására a csónak elindul és úszik előre.





e) A virágok „kinyílnak” a vízben, leggyorsabban a szűrőpapírból készített.



### Magyarázat

a) Minél erősebb kölcsönhatás van egy folyadék molekulái között, annál nagyobb a felületi feszültsége. A zsiletpenge azért úszik a vízben, mert a víznek nagy a felületi feszültsége, molekulái között erős kölcsönhatás van. Ez a kölcsönhatás kisebb a benzin- és az acetonszűrőpapírból készített virágok között.

9. osztályban ez a magyarázat kiegészíthető a következővel: a dipólus vízmolekulák között dipól-dipól kölcsönhatás érvényesül, továbbá hidrogénkötések is kialakulnak, vagyis jelentősek a másodrendű kötőerők, ezért erős kölcsönhatás működik. Ezzel szemben a benzin és az acetonszűrőpapírból készített virágok között csak nagyon gyenge (diszperziós) kölcsönhatás van.

b), c), d) A mosogatószer lecsökkenti a vízmolekulák közötti kölcsönhatást, így csökken a felületi feszültség is. A szerves kémiában szó esik a mosogatószer amfipatikus molekuláiról is.

e) A papírban láthatatlan csövecskék vannak, ide behatol a víz, és a szirmok kimerevednek, „kinyílnak”, majd lehajlanak.

### Megjegyzések

- Javasoljuk a kísérlet összehangolását a fizika tananyagával, illetve tanmenetével.
- A felületi feszültség változásán alapul az 1.5. számú, A tej kalandja az ételfestékekkel című tanulói kísérlet is.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A benzin és az acetonszűrőpapírból készített virágok tűzveszélyes folyadék, ne legyen égő láng a közelben.
- A maradék szerves folyadékokat tilos a lefolyóba önteni, a „Halogénmentes szerves hulladék” feliratú gyűjtőben kell összegyűjteni.

### Miért úszik a zsilettpenge a vízben?

#### **Eszközök**

zsilettpenge, 3 db  
kristályosító csésze, 3 db (mélyebb üvegtál is jó)  
fogvájó, 2 db  
fültisztító pálcika  
üvegcád (lehet nagyobb műanyagtál is)  
olló

#### **Anyagok**

víz  
aceton (körömlakk lemosó)  
benzin  
őrölt bors (helyette hintőpor is lehet)  
folyékony mosogatószer  
papír

#### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** Állítsd sorba a 3 kristályosító csészét, az elsőbe tölts kb. 5 cm magasságig vizet, a másodikba acetont a harmadikba benzint. Mindhárom folyadék felületére óvatosan helyezz el egy-egy zsilettpengét. Jegyezd fel, mit tapasztalsz.

**b)** Egy kristályosító tálba (vagy mélytányérba) önts vizet. Szórd be a felületét őrölt borssal (vagy hintőporral). A fültisztító pálcika végét mártsd folyékony mosogatószerbe, és ezzel érintsd meg a borsréteg közepét. Mit tapasztalsz?

**c)** Egy kristályosító tálba (vagy mélytányérba) önts vizet. Helyezz el a víz felszínén 2 fogvájót egymással párhuzamosan, kb. 3 cm távolságban. Mártsd a fültisztítót folyékony mosogatószerbe, és finoman érintsd meg a vizet a két fogvájó között. Mit látunk?

**d)** Vágj ki papírból egy csónakformát, amelynek a hátsó felén bevágás van. Üvegcádba tölts vizet (nagyobb műanyagtál is lehet), egyik végén tedd vízre a csónak formájú papírdarabot. Mártsd folyékony mosogatószerbe a fültisztítót, és érintsd meg vele a víz felszínét a csónak hátsó bevágásában.

**e)** Rajzolj különböző vastagságú papírokra virágot, és vágd ki azokat. Hajtogasd be a szirmokat, majd helyezd víz felszínére a virágokat. Figyeld meg, mi történik.

#### **Megfigyelés**

**a)**

**b)**

c)

d)

e)

### Magyarázat

a)

b), c), d)

e)

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A benzin és az aceton tűzveszélyes folyadék, ne legyen égő láng a közelben!
- A maradék szerves folyadékokat tilos a lefolyóba önteni, a „Halogénmentes szerves hulladék” feliratú gyűjtőben kell összegyűjteni.

### 1.33. Mi fújja fel a lufit?

A felmelegedő gáz kiterjed, a lehülő pedig összehúzódik. A gázcseppkék az egyik esetben távolabb, a másikban közelebb kerülnek egymástól.

#### **Eszközök**

luftballon

melegítő eszköz (pl. Bunsen-égő, vasháromláb és kerámiabevonatos drótháló)

edény a víz melegítéséhez

üres borosüveg

#### **Anyagok**

víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

Üres borosüveg nyílását zárjuk le egy nem felfújt luftballonnal. Állítsuk az üveget egy vízzel teli edénybe és folyamatosan melegítsük a vizet, amíg forrni nem kezd. (Jó, ha a vízfürdő egészen a borosüveg nyakáig ér, de akkor be kell fogni az üveg nyakát, hogy ne boruljon föl.) Figyeljük meg, hogy mit tapasztalunk. Ezután hagyjuk hűlni a vizet (esetleg állítsuk az edényt hideg vízbe a gyorsabb lehűlés érdekében), és jegyezzük fel a tapasztaltakat! (Magát a borosüveget nem szabad hideg vízbe állítani, mert elpattanhat.)

#### **Megfigyelés**

Melegítéskor az üvegen levő luftballon felfújódik, lehűléskor pedig összelapul.

#### **Magyarázat**

Melegítés hatására a gázok térfogata megnő, lehűléskor pedig csökken. A borosüvegben levő levegő melegítés hatására kiterjed, és felfújja az üveget lezáró luftballont. Lehűléskor a levegő összehúzódik, így a luftballon összelapul.

#### **Megjegyzések**

- A gáztörvények nem részei az általános iskolai tananyagnak, de a gázhalmazállapot és a gázok egyes tulajdonságai (részecskék közötti kölcsönhatás, hőmérsékletváltozás hatására térfogatváltozás stb.) igen, ezért a kísérlet jól motivál.
- Ezt az összefüggést használják ki a hőlégballonok használatakor is.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A melegítő eszköz és a forró víz kezelésére vigyázzunk. Ne fogjuk meg a forró edényeket, várjuk meg, amíg kihűlnek.
- A vizet a lefolyóba öntsük.

### Mi fújja fel a lufit?

#### **Eszközök**

luftballon

melegítő eszköz (pl. Bunsen-égő, vasháromláb és kerámiabevonatos drótháló)

edény a víz melegítéséhez

üres borosüveg

#### **Anyagok**

víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

Üres borosüveg nyílását zárjad le egy nem felfújt luftballonnal. Állítsad az üveget egy vízzel teli edénybe és folyamatosan melegítsd a vizet, amíg forrni nem kezd. (Jó, ha a vízfürdő egészen a borosüveg nyakáig ér, de akkor be kell fogni az üveg nyakát, hogy ne boruljon föl.) Figyeljed meg, hogy mit tapasztalsz. Ezután hagyjad hűlni a vizet (esetleg állítsad az edényt hideg vízbe a gyorsabb lehűlés érdekében), és jegyezzed fel a tapasztaltakat! (Magát a borosüveget nem szabad hideg vízbe állítani, mert elpattanhat.)

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A melegítő eszköz és a forró víz kezelésére vigyázzunk. Ne fogjuk meg a forró edényeket, várjuk meg, amíg kihűlnek.
- A vizet a lefolyóba öntsük.

### 1.34. Minden anyagot megköt a zeolit?

A metilénkéket erősen megköt a zeolit, a metilvöröset gyengébben, így az lemosható róla.

#### **Eszközök**

főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es, 4 db

üvegbot, 2 db

vegyszereskanál

tölcsér, 2 db

szűrőállvány és szűrőkarika 2 tölcsér számára

csepegtető, 2 db

#### **Anyagok**

zeolit

metilénkék vizes oldata,  $w = 1\%$

metilvörös vizes oldata,  $w = 1\%$

szűrőpapír

desztillált víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

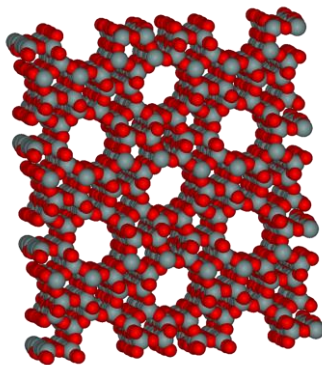
Egy-egy főzőpohárba tegyünk kb. 10 g (két vegyszereskanál) zeolitot és nedvesítsük meg vízzel. Adjunk az egyik pohárba kb. 1 cm<sup>3</sup> metilénkéket, a másikba 1 cm<sup>3</sup> metilvöröset. Keverjük jól össze a poharak tartalmát üvegbottal. Töltsük mindkét pohár tartalmát egy-egy szűrőre. Mossuk át desztillált vízzel mindkét tölcsér tartalmát, és fogjuk fel a mosó folyadékot egy-egy főzőpohárban.

#### **Megfigyelés**

A festékek hozzáadása után az egyik pohárban lévő zeolit kék színű, a másikban lévő vörös színű lesz. Ez a szín megmarad a tölcsérbe töltés után is. Az átmosás után azonban a metilénkék a zeoliton marad, a lecsöpögő mosófolyadék alig kékül meg. A metilvörös viszont nagy mértékben lemosható a zeolitról.

#### **Magyarázat**

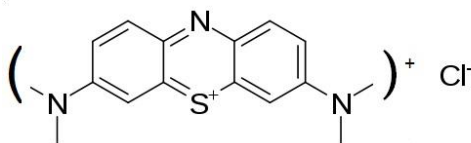
A zeolitok víztartalmú alumoszilikát ásványok, az átlagos képletük:  $X(\text{Al,Si})\text{O}_3 \cdot n(\text{H}_2\text{O})$ , ahol X lehet: Na, Ca, Li, K, Ba, Mg, Sr, és a H<sub>2</sub>O-tartalom is változik. A víztartalom jelentős része hőkezeléssel könnyen eltávolítható. Ekkor a zeolit molekulárcsában üregek, lyukacsok képződnek, amelyek molekulaszűrőként működnek. A molekulárcs negatív töltésű, amelyhez rendszerint pozitív ionok, leggyakrabban nátriumionok kötődnek. Ezek más ionra cserélhetők le. A zeolitokat molekulaszűrőként, vízlágyításra, ioncserélőként, szagelszívó anyagként és nedvességmegkötésre használják.



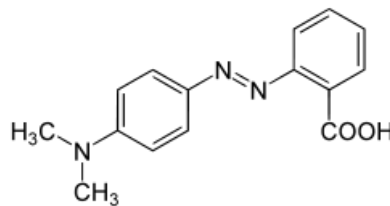
A zeolit szerkezete

(<https://hu.wikipedia.org/wiki/Zeolitsoport#/media/File:Zeolite-ZSM-5-3D-vdW.png>, utolsó megtekintés: 2016. 01.02.)

A metilénkék színt adó molekularésze pozitív ion, ezért kicserélődik a zeolit nátriumionjával, és ott megkötve marad. A metilvörös színt adó molekularésze összességében negatív töltésű ion, mivel az alábbi ábra jobb oldalán látható szerkezeti képlet karboxilcsoportot tartalmaz, aminek a disszociációja nagyobb mértékű, mint a dimetil-amino-csoport protonfelvétele. Ezért a metilvörös csak gyenge van der Waals-kötéssel marad – kismértékben – megkötve a zeolitrácson.



Metilénkék



Metilvörös

(<http://www.stressmarq.com/Resources/Hsp70-Modulators/Methylene-Blue.aspx> alapján,  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Methyl\\_red](https://en.wikipedia.org/wiki/Methyl_red), utolsó megtekintés: 2016. 01.30.)

### Megjegyzés

- A zeolit könnyen beszerezhető, macskaalomként, utak csúszásmentesítésére és még számos más célra forgalmazzák. A nagyobb szemcséket célszerű apró szemcsévé, porrá törni.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kísérletben szereplő anyagok nem veszélyesek.

### Minden anyagot megköt a zeolit?

#### **Eszközök**

főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es, 4 db  
üvegbot, 2 db  
vegyszereskanál  
tölcsér, 2 db  
szűrőállvány és szűrőkarika 2 tölcsér számára  
csepegtető, 2 db

#### **Anyagok**

zeolit  
metilénkék vizes oldata,  $w = 1\%$   
metilvörös vizes oldata,  $w = 1\%$   
szűrőpapír  
desztillált víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

Egy-egy főzőpohárba tegyél kb. 10 g (két vegyszereskanál) zeolitot, és nedvesítsd meg vízzel. Adjál az egyik pohárba kb. 1 cm<sup>3</sup> metilénkéket, a másikba 1 cm<sup>3</sup> metilvöröset. Keverjed jól össze a poharak tartalmát üvegbottal. Töltsd mindkét pohár tartalmát egy-egy szűrőre. Mossad át desztillált vízzel mindkét tölcsér tartalmát, és fogjad fel a mosó folyadékot egy-egy főzőpohárban.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben szereplő anyagok nem veszélyesek.



### 1.35. Mivel van jódozva a jódozott só?

Kimutatjuk, hogy a jódozott asztali sóban rendszerint jodát formában van a jód.

#### **Eszközök**

főzőpohár vagy kémcső  
vegyszereskanál  
üvegbot  
cseppentő

#### **Anyagok**

kálium-jodid  
sósav,  $w = 25\%$   
keményítőoldat,  $w = 0,2\%$   
jódozott asztali só  
desztillált víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

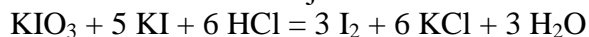
Oldjunk fel  $10\text{ cm}^3$  vízben egy vegyszereskanálnyi jódozott asztali sót. Adjunk hozzá  $1\text{--}2\text{ cm}^3$  keményítőoldatot és 3 csepp sósavat. Végül tegyünk hozzá néhány kristály kálium-jodidot. Keverjük jól össze a reakcióelegyet. Figyeljük meg az oldat színét.

#### **Megfigyelés**

A vizsgált anyag esetleg megkékül.

#### **Magyarázat**

A konyhasó jodtartalmát a reakcióban kék elszíneződés jelzi. A jodid és a jodát között savas közegben a következő reakció játszódik le:



A jód a keményítővel kék színű komplexet ad. Amennyiben a konyhasó nincs jódozva, vagy kálium-jodiddal van jódozva, nincs színreakció.

#### **Megjegyzések**

- A jód az élelmezésben esszenciális nyomelem. Általában jódhiányos a táplálkozás, ezért gyakran adagolnak az étkezési konyhasóhoz jodot jodát formájában. Ezt a konyhasó csomagolásán feltüntetik.
- A jódozott konyhasóban rendszerint nem kálium-jodid, hanem kálium-jodát van. A kálium-jodid ugyanis idővel megbarnulhat a kiváló jódtól (mivel a környezetében lévő oxidálószerrek hatására könnyen oxidálódik), és ez rontaná az élelmiszer élvezeti értékét.
- Amennyiben a jódozott só kálium-jodiddal van adalékolva, a fenti reakció szerint a kék elszíneződés elmarad. Ez esetben viszont kálium-jodáttal mutatható ki a jodidtartalom.
- Célszerű a kísérletet nem jódozott konyhasóval is elvégezni (vakpróba). Az ilyen anyag egyik módon sem mutat reakciót. Ennek kapcsán bevezethető (a természettudományos vizsgálatok során fontos) kontrollkísérlet fogalma.
- A keményítőoldatot frissen kel készíteni.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A  $w = 25\%$  sósav erősen maró hatású, ezért célszerű, ha csak a tanár használja a tanulókísérletnél is.
- A kísérletben szereplő többi anyag nem veszélyes.

### Mivel van jódozva a jódozott só?

#### **Eszközök**

főzőpohár vagy a nagy kémcső  
vegyszereskanál  
üvegbot  
cseppentő

#### **Anyagok**

kálium-jodid  
sósav,  $w = 25\%$   
keményítőoldat,  $w = 0,2\%$   
jódozott asztali só  
nem jódozott asztali só  
desztillált víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

Oldjál fel  $10\text{ cm}^3$  vízben egy vegyszereskanálnyi jódozott asztali sót. Adjál hozzá  $1\text{--}2\text{ cm}^3$  keményítőoldatot és 3 csepp sósavat (ez utóbbit a tanárod segítségével). Végül tegyél hozzá néhány kristály kálium-jodidot. Keverjed jól össze a reakcióelegyet. Figyeljed meg az oldat színét.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A  $w = 25\%$  sósav erősen maró hatású, ezért célszerű, ha csak a tanárod használja a kísérletnél.
- A kísérletben szereplő többi anyag nem veszélyes.

### 1.36. Mosószer vadgesztenyéből (mosódió?)

Vadgesztenye terméséből természetes mosószert extrahálunk, ami nem érzékeny a víz keménységére.

#### **Eszközök**

kémcső dugóval  
kémcsőállvány  
főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es  
vasháromláb  
kerámiabevonatú drótháló  
Bunsen-égő  
kés (esetleg konyhai reszelő)  
vegyszereskanál  
hőmérő

#### **Anyagok**

vadgesztenye termése  
kalcium-klorid  
víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

Távolítsuk el a vadgesztenye termésének héját, és vágjuk a magot egészen apró darabokra (esetleg reszeljük le konyhai reszelőn). Főzőpohárban melegítsünk fel vizet kb. 70 °C-ra. Tegyük egy kémcsőbe egy vegyszereskanálnyi gesztenyereszeléket, és öntsük le a meleg vízzel. Hagyjuk lehűlni a folyadékot (kb. 10 perc), zárjuk le a kémcsövet a dugóval, és erősen rázzuk össze. Tegyük a folyadékba késhegynyi kalcium-kloridot, és ismét erősen rázzuk össze a kémcső tartalmát. Hasonlítsuk össze a habképződést a két esetben.

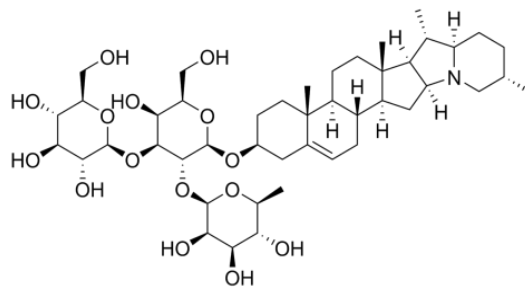
#### **Megfigyelés**

A kémcsőben erős habképződés figyelhető meg. A kalcium-klorid hozzáadása után is erősen habzik az oldat.

#### **Magyarázat**

Általános iskolában elegendő azt mondani, hogy a vadgesztenyében olyan kettős oldékonyságú molekulák vannak, amelyeknek van egy „vízbarát” és egy „zsírbarát” része is. Ebben hasonlítanak a szappan részecskéihez, de a szappantól eltérően ezek nem képeznek a kalciumionokkal csapadékot. Az ilyen kettős oldékonyságú részecskék elősegítik a habképződést és a zsíros szennyeződéseket képesek vizes oldatba vinni.

A habképződés oka a vadgesztenye viszonylag magas szaponintartalma (kb. 10%). A szaponinok természetes anyagok, pentaciklusos triterpének. Legtöbbször glikozidok formájában fordulnak elő, ezek aglikonját szapogeninnek nevezik.



A szaponin szerkezete

(<https://hu.wikipedia.org/wiki/Szaponinok>, utolsó megtekintés: 2016. 01. 08.)

A szaponinok felületaktív anyagok, csökkentik a víz felületi feszültségét, vízzel rázva habzanak. Ennek oka, hogy a molekulának van vízbarát (poláris) és zsírbarát (apoláris) része, mint a szappan részecskéinek vagy a mosószerekben lévő tenzideknek. A szokásos szappannal ellentétben a szaponinoldat kalciumionokat tartalmazó oldatban is habzik, mivel nem képez csapadékot a kalciumionokkal. A poláris rész a sok, disszociációra képes (disszociálabilis) fenolos hidroxilcsoportot tartalmazó vég. A legtöbb szaponin hemolizál: közvetlenül a vérbe kerülve hatásukra a vörösvértestek szétesnek, a festékanyaguk a plazmába áramlik. A szaponinok számos más növényben is megtalálhatóak (pl. ginzeng, szójabab, szappanfű stb.).

### Megjegyzések

- Tanulságos, ha szappanoldattal is megfigyeljük a kalcium-klorid hatását.
- A szaponin szó a latin „sapo” (szappan) szóból származik.
- A vadgesztenye termésének reszelékét természetbarát mosószerek is ajánlják, bár a hatékonysága kérdéses. Hasonlóan működik a kereskedelemben kapható mosódió is.
- A 3.9. számú, Szeret – nem szeret? című feladatsorban is szerepelnek a fenti kísérlet magyarázata során alkalmazott kulcsfogalmak.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kísérletben szereplő anyagok nem veszélyesek.
- A késsel való munkánál ügyelni kell a biztonságra.

### Mosószer vadgesztenyéből (mosódió?)

#### **Eszközök**

kémcső dugóval  
kémcsőállvány  
főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es  
vasháromláb  
kerámiabevonatú drótháló  
Bunsen-égő  
kés (esetleg konyhai reszelő)  
vegyszereskanál  
hőmérő

#### **Anyagok**

vadgesztenye termése  
kalcium-klorid  
víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

Távolítsad el a vadgesztenye termésének héját, és vágjad a magot egészen apró darabokra (esetleg reszeljed le konyhai reszelőn). Főzőpohárban melegítsél fel vizet kb. 70 °C-ra. Tegyél egy kémcsőbe egy vegyszereskanálnyi gesztenyereszeléket, és öntséd le a meleg vízzel. Hagyjad lehűlni a folyadékot (kb. 10 perc), zárjad le a kémcsövet a dugóval, és erősen rázzad össze. Tegyél a folyadékba késhegynyi kalcium-kloridot, és ismét erősen rázzad össze a kémcső tartalmát. Hasonlítsd össze a habképződést a két esetben.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben szereplő anyagok nem veszélyesek.
- A késsel való munkánál ügyelni kell a biztonságra.

### 1.37. Növények savtartalmának vizsgálata

A kísérlet az élelmiszerek tulajdonságainak tanításánál alkalmazható.

#### **Eszközök**

főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es, 2 db

kémcső, 3 db

Bunsen-égő

kémcsőállvány

vasháromláb

agyagos drótháló

cseppentő, 5 db

kémcsőfogó

#### **Anyagok**

hagymalé

sóskalé

ezüst-nitrát-oldat, 0,1 mol/dm<sup>3</sup>

ammóniaoldat, 2 mol/dm<sup>3</sup>

sósav, 2 mol/dm<sup>3</sup>

kálium-permanganát-oldat, híg (kb. 0,001 mol/dm<sup>3</sup>)

telített meszes víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** Készítsünk ezüsttükör-reagenst. Kémcsőbe öntsünk egy ujjnyi ezüst-nitrát-oldatot és addig csepegtessünk hozzá ammóniaoldatot, amíg a kezdetben kiváló csapadék fel nem oldódik. Ezután csepegtessünk hozzá kb. fél cseppentőnyi hagymalevet és melegítsük az oldatot. Figyeljük meg, hogy mit tapasztalunk.

**b)** Kémcsőbe öntsünk két ujjnyi sóskalevet és adjunk hozzá meszes vizet. Figyeljük meg a változást.

**c)** Kémcsőbe öntsünk kétujjnyi sóskalevet, egy-két csepp sósavval savanyítsuk tovább és adjunk hozzá fél cseppentőnyi híg kálium-permanganát-oldatot. Figyeljük meg, hogy mit tapasztalunk.

#### **Megfigyelés**

**a)** Az oldat megfeketedik.

**b)** Az oldatból fehér csapadék válik ki.

**c)** A kálium-permanganát lila színe eltűnik.

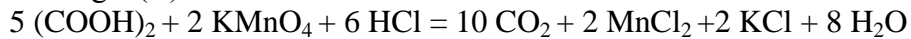
#### **Magyarázat**

**a)** Főzéskor a hagymából hangyasav oldódik ki, ami mutatja az ezüsttükör-próbát.

**b)** A sóskalé oxálsavat tartalmaz, a keletkező kalcium-oxalát fehér csapadék.

## 1. Tanulói kísérletek

c) A sóskakivonatban levő oxálsav savas közegben redukálja a kálium-permanganátot, szintelen mangán(II)-ion keletkezik.



### Megjegyzések

- Hagymalé készítése. Tisztítsunk meg egy kis fej hagymát, vágjuk apróra, főzzük kevés vízzel 10 percig, majd hűtsük le és szűrjük meg.
- Sóskalé készítése. Kb. 10 dkg sóskát vágjunk apróra és kevés vízben 1–2 percig főzzük. Lehűlés után szűrjük meg.
- A hagymalében a hangyasavon kívül természetesen más redukálószer is lehet.
- Az ezüstitükör-próba az 1.12. számú, Élet, erő egészség című kísérletben is szerepel (a tejcukor kimutatására).
- A kálium-permanganát és az oxálsav (vagy hidrogén-peroxid) savas közegben lejátszódó reakciója az 1.4. számú, A sokszínű mangán című, valamint a 1.10. számú, Ég vagy nem ég, pezseg vagy nem pezseg? című tanulói kísérletekben is szerepel.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- Vigyázzunk a Bunsen-égő használatára.
- Melegítéskor a kémcső szája sohase nézzen személy felé.
- A kísérleti maradékokat gyűjtőedénybe tesszük.

## Növények savtartalmának vizsgálata

### **Eszközök**

főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es, 2 db  
kémcső, 3 db  
Bunsen-égő  
kémcsőállvány  
vasháromláb  
agyagos drótháló  
cseppentő, 5 db  
kémcsőfogók

### **Anyagok**

hagymalé  
sóskalé  
ezüst-nitrát-oldat, 0,1 mol/dm<sup>3</sup>  
ammóniaoldat, 2 mol/dm<sup>3</sup>  
sósav, 2 mol/dm<sup>3</sup>  
kálium-permanganát-oldat, híg (kb. 0,001 mol/dm<sup>3</sup>)  
telített meszes víz

### **A kísérlet végrehajtása**

- a) Készíts ezüstitűkőr-reagenst. Kémcsőbe önts egy ujjnyi ezüst-nitrát-oldatot, és addig csepegtess hozzá ammóniaoldatot, amíg a kezdetben kiváló csapadék fel nem oldódik. Ezután csepegtess hozzá kb. fél cseppentőnyi hagymalevet és melegítsd az oldatot. Mit tapasztalsz?
- b) Kémcsőbe önts két ujjnyi sóskalevet és adj hozzá meszes vizet. Figyeld meg a változást!
- c) Kémcsőbe önts kétujjnyi sóskalevet, egy-két csepp sósavval savanyítsd tovább, és adj hozzá fél cseppentőnyi híg kálium-permanganát-oldatot. Mit tapasztalsz?

### **Megfigyelés**

a)

b)

c)

### **Magyarázat**

a)



b)

c)

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- Vigyázzunk a Bunsen-égő használatára.
- Melegítéskor a kémcső szája sohase nézzen személy felé.
- A kísérleti maradékokat gyűjtőedénybe tesszük.

### 1.38. Olajjal és margarinnal nemcsak főzni lehet

Olaj és víz elegyedésének, valamint margarinok víztartalmának vizsgálata.

#### **Eszközök**

főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es, 2 db  
cseppentő  
kémcső  
kanál  
mérőhenger, 25 cm<sup>3</sup>-es, 3 db  
hűtőszekrény mélyhűtővel  
vízfürdő  
digitális mérleg  
kés

#### **Anyagok**

nátrium-hidroxid-oldat, 4 mol/dm<sup>3</sup> (tintával vagy ételfestékkel megfestve)  
víz  
étolaj  
tojássárgája  
többféle margarin

#### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** Töltsünk a két főzőpohárba kb. félig vizet. A második pohárba töltsünk a víz fölé kb. 1 cm vastagságú étolajréteget. Csepegtessünk mindkét pohárba tintával megfestett nátrium-hidroxid-oldatot. Figyeljük meg és jegyezzük le a tapasztalatokat.

**b)** Öntsünk egy kémcsőbe kevés (kb. ½ cm magasságig) vizet, majd adjunk hozzá ugyanennyi étolajat. Rázzuk össze a kémcső tartalmát, majd várjunk 2 percet. Jegyezzük fel, mit tapasztalunk. Adjunk a kémcső tartalmához kb. egy negyed tojássárgáját, és rázzuk össze erélyesen. Mit tapasztalunk?

**c)** Mérjük le 10–10 grammot mindegyik vizsgálandó margarinból, majd vágjuk fel azokat olyan kis kockákra, amelyek beférnek a mérőhengerekbe. Tegyük mélyhűtőbe a margarinmintákat legalább 1 órára, vagy a hűtőszekrénybe 1 éjszakára. A mélyhűtött margarin darabkákat szórjuk egy-egy 25 cm<sup>3</sup>-es mérőhengerbe. A mérőhengereket helyezzük 70–80 °C-os vízfürdőbe néhány percre. Hasonlítsuk össze a megolvadt mintákat.

#### **Megfigyelés**

**a)** A színezett nátrium-hidroxid-oldat cseppjei az első pohárban elegyednek a vízzel és megfestik azt. A második pohárban az olajrétegen áthaladó színezett nátrium-hidroxid-cseppek nem elegyednek a vízzel, a pohár alján gyűlnek össze.

**b)** Összerázás hatására a víz és az olaj elkeveredik, de kb. 2 perc múlva újra két fázis lesz a kémcsőben. Fölül van az olaj, alul a víz. Tojássárgájával összerázva már nem különül el az olaj és a víz, egy fázis lesz a kémcsőben.

**c)** Célszerű a tanárnak előre megvizsgálni a margarínokat, mert a különböző márkák esetében lehetnek eltérések. Leggyakrabban két fázisra válnak szét a margarínok, jelentős különbség

lehet az alsó – víznek látszó – és a felső fázis térfogata között. Előfordul azonban az is, hogy egy víz-olaj típusú emulziós réteg is megjelenik.

### Magyarázat

a) A  $4 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat sűrűsége jelentősen nagyobb, mint a vízé, így a cseppek lefelé haladnak, és elegyednek a vízzel. Az étolaj sűrűsége kisebb ( $0,92 \text{ g/cm}^3$  körüli érték), mint a vízé, ezért a víz fölött van a pohárban. A nátrium-hidroxid-cseppek felületén olajfilm képződik, ezért ezek a cseppek nem elegyednek a vízzel.

b) Az olaj rázás hatására apró cseppeket képezve eloszlik a vízben, így emulzió képződik, de rázás után a két anyag szétválik, és ismét két fázis lesz. A tojás sárgája a vízzel és az olajjal is kapcsolatba lép, ezért megakadályozza a két anyag szétválását. Az ilyen anyagot emulgeálószernek nevezzük. Ezek kettős oldékonyságú (amfipatikus) molekulákból állnak vagy ionos részt tartalmaznak, ezért poláris (vízbarát) és apoláris (zsírbarát) részecskékkel is kapcsolatba lépnek.

c) A különböző margarinok különböző mennyiségű vizet tartalmaznak, és az emulgeálószer mennyisége is különböző lehet, ezért sokféle végeredményt kaphatnak a tanulók. Az szabály, hogy a light feliratúnak legalább 50%-kal több vizet kell tartalmaznia.

### Megjegyzések

- Ha nincs elegendő mérőhenger, akkor az szélesebb típusú kémcsövekkel helyettesíthető, mert elegendő a fázisok térfogatának az arányát megfigyelni.
- A vízbarát (poláris), zsírbarát (apoláris) és kettős oldékonyságú (amfipatikus) részecskékről az 1.5. számú, A tej kalandja az ételfestékekkel című és az 1.12. számú, Élet, erő egészség című tanulói kísérlet magyarázatában is esik szó. Ugyanezek a kulcsfogalmak használhatók a 2.6. számú, Mire képes a mosogatószer? című tanári kísérletben, továbbá a 3.9. Szeret – nem szeret? kísérletterveztető feladatsor megoldásakor. A Magyar Kémikusok Lapja 2015. decemberi számában ([http://www.mkl.mke.org.hu/images/stories/downloads/2015/2015\\_12.pdf](http://www.mkl.mke.org.hu/images/stories/downloads/2015/2015_12.pdf), utolsó megtekintés: 2017. 02.06.) megjelent Karácsonyi kísérletek – nem csak kémiatanároknak című cikkben leírt, otthon készíthető lávalámpa működésének magyarázata is hasonló.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- Az elhasznált olajat (a háztartásokban is) célszerű külön edényben gyűjteni, és az erre kijelölt helyen leadni.

### Olajjal és margarinnal nemcsak főzni lehet

#### **Eszközök**

főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es, 2 db  
cseppentő  
kémcső  
kanál  
mérőhenger, 25 cm<sup>3</sup>-es, 3 db  
hűtőszekrény mélyhűtővel  
vízfürdő  
digitális mérleg  
kés

#### **Anyagok**

nátrium-hidroxid-oldat, 4 mol/dm<sup>3</sup> (tintával megfestve)  
víz  
étolaj  
tojássárgája  
többféle margarin

#### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** Töltsél a két főzőpohárba kb. félig vizet. A második pohárba tölts a víz fölé kb. 1 cm vastagságú étolajréteget. Csepegtess mindkét pohárba tintával megfestett nátrium-hidroxid-oldatot. Figyeld meg és jegyezd le a tapasztalatokat.

**b)** Önts egy kémcsőbe kevés (kb. ½ cm magasságig) vizet, majd adj hozzá ugyanennyi étolajat. Rázd össze a kémcső tartalmát, majd várj 2 percet. Jegyezd fel, mit tapasztalsz. Adj a kémcső tartalmához kb. egy negyed tojássárgáját, és rázd össze erélyesen. Mit tapasztalsz?

**c)** Mérj le 10–10 grammot mindegyik vizsgálandó margarinból, majd vágd fel azokat olyan kis kockákra, amelyek beférnek a mérőhengerekbe. Tedd mélyhűtőbe a margarinmintákat legalább 1 órára. A mélyhűtött margarindarabkákat szórd egy-egy mérőhengerbe. A mérőhengereket helyezd 70–80 °C-os vízfürdőbe néhány percre. Hasonlítsd össze a megolvadt mintákat.

#### **Megfigyelés**

**a)**

**b)**

**c)**

### Magyarázat

a)

b)

c)

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- Az elhasznált olajat (a háztartásokban is) célszerű külön edényben gyűjteni, és az erre kijelölt helyen leadni.

### 1.39. Oxigén a mosószerből

Az ún. oximosószerből (mosóporból) hevítéssel oxigént állítunk elő.

#### **Eszközök**

kémcső

kémcsőfogó

Bunsen-égő vagy borszeszégő

vegyszereskanál

#### **Anyagok**

oximosószer (poralakú)

gyújtópálca

#### **A kísérlet végrehajtása**

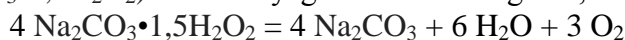
3–4 vegyszereskanálnyi oximosószerrel töltünk egy kémcsőbe. Melegítjük erősen a kémcsövet, majd megfelelő idő múlva tartunk parázsló gyújtópalcát a kémcső nyílásához.

#### **Megfigyelés**

A parázsló gyújtópálca meggyullad, ezzel jelezve, hogy oxigén fejlődött.

#### **Magyarázat**

Az oximosószer hatóanyaga a nátrium-karbonát-peroxohidrát (nátrium-perkarbonát,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}_2$ ). Ez az anyag hevítéskor oxigénre, nátrium-karbonátra és vízre bomlik:



#### **Megjegyzések**

- Nátrium-perkarbonáttal egyszerűen állíthatunk elő oxigént a szokásosan használt, olykor veszélyes anyagok felhasználása helyett ( $\text{HgO}$ ,  $\text{KMnO}_4$ ).
- Bizonyos mosóporok tenzideket is tartalmaznak. Ezek nem alkalmasak az oxigénfejlesztésre. A megfelelő típust a csomagoláson feltüntetett összetételből állapíthatjuk meg. A terméknek legalább 30% oxigéntartalmú fehérítőszert kell tartalmaznia.
- A kísérlethez tiszta nátrium-perkarbonát is használható.
- Mosáskor a nátrium-perkarbonát vízben oldva nátrium-karbonátra és hidrogén-peroxidra bomlik. Ez utóbbi vízre és oxigénre bomlik, és így fejt ki a színtelenítő hatást  
$$2 \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}_2 = 2 \text{Na}_2\text{CO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}_2$$
- A hidrogén-peroxid oxidáló, fertőtlenítő hatásáról az 2.8. számú, Torokfájásra mézes teát! című tanári kísérlet magyarázata során esik szó.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben szereplő anyagok nem veszélyesek, de a melegítéskor természetesen be kell tartani a vonatkozó tűz- és balesetvédelmi szabályokat.

## Oxigén a mosószerből

### **Eszközök**

kémcső  
kémcsőfogó  
Bunsen-égő vagy borszeszégő  
vegyszerkanál

### **Anyagok**

oximosószer (poralakú)  
gyújtópálca

### **A kísérlet végrehajtása**

3–4 vegyszereskanálnyi oximosószerrel töltsél egy kémcsőbe. Melegítsed erősen a kémcsövet, majd megfelelő idő múlva tartsál parázsló gyújtópalcát a kémcső nyílásához.

### **Megfigyelés**

### **Magyarázat**

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben szereplő anyagok nem veszélyesek, de a melegítéskor természetesen be kell tartani a vonatkozó tűz- és balesetvédelmi szabályokat.

### 1.40. Réztisztítás forrasztáskor

A rézfelületek tisztítására használt ammónium-klorid hatását vizsgáljuk meg.

#### Eszközök

Bunsen-égő  
tégelyfogó  
hőálló felület

#### Anyagok

ammónium-klorid  
rézlemez, kb. 2×5 cm

#### A kísérlet végrehajtása

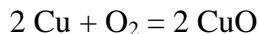
Hajlítsuk meg a rézlemezt U-alakban (azért, hogy az ammónium-klorid ne hulljon le róla). Tégelyfogó segítségével tartsuk a lemezt Bunsen-égő lángjába, amíg a rézlemezen fekete oxidos bevonat nem képződik. Hőálló felületre téve hűtsük le a lemezt (ezt siettethetjük a lemez legyezésével), majd tegyünk rá egy késhegynyi ammónium-kloridot. Melegítsük meg ismét a lemezt, amíg a só el nem párolog.

#### Megfigyelés

A rézlemez az első hevítésnél megfeketedik. Az ammónium-kloridos hevítésénél a réz színe ismét láthatóvá válik, közben a Bunsen-égő lángja zöldes színű lesz.

#### Magyarázat

A hevítésnél a réz felülete reagál a levegő oxigénjével, és fekete színű réz(II)-oxid keletkezik:

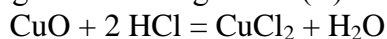


Melléktermékként sötétvörös réz(I)-oxid ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) is képződik.

A hevítés során az ammónium-klorid gáz-halmazállapotú hidrogén-kloridra és ammóniára bomlik:



A hidrogén-klorid reagál a réz(II)-oxiddal és réz(II)-klorid keletkezik:



A réz(II)-klorid szublimál, ennek következménye a Bunsen-égő zöldes lángja. Visszamarad a tiszta rézfelület.

#### Megjegyzések

- Az ammónium-klorid mindennapi neve szalmiáksó. Ezt gyakran használják tisztítószernek a háztartásban. Ennek során az ammónia a réz- és ezüsttárgyak felületén keletkezett vegyületeket aminkomplexek formájában távolítja el.
- Az ammónium-kloridot használják a forrasztásánál is, vele tisztítják meg az oxidos rézfelületét, hogy a forrasztóon jól tapadjon. A só a páka melegíti fel. Lágyszerforrasztáshoz a gyakorlatban legjobban bevált szer az ammónium-klorid és a cink-klorid elegye. Ezek meglehetősen radikális korrozív anyagok, amelyeket a forrasztás után maradéktalanul el kell távolítani. Az elektronikai forrasztáskor általában fenyőgyantát (kolofónium) használnak. A gyantából, a forrasztás hőfokán elbomolva, kellemes illatok mellett gyenge sav képződik, amely a forrasztás során a dezoxidációt elvégezve maradéktalanul eltűnik, így a felületről nem szükséges külön eltávolítani.



### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- Ne hajoljunk a lemez fölé a hevítés során.
- A kísérlet során képződő réz-klorid az egészségre káros, ezért a kísérletet csak jól szellőző helyen szabad elvégezni.

### Réztisztítás forrasztáskor

#### **Eszközök**

Bunsen-égő  
tégelyfogó  
hőálló felület

#### **Anyagok**

ammónium-klorid  
rézlemez (kb. 2×5 cm)

#### **A kísérlet végrehajtása**

Hajlítsd meg a rézlemezt U-alakban (azért, hogy az ammónium-klorid ne hulljon le róla). Tégelyfogó segítségével tartsd a lemezt Bunsen-égő lángjába, amíg a rézlemezen fekete oxidos bevonat nem képződik. Hőálló felületre téve hűtsd le a lemezt (ezt siettetheted a lemez legyezésével), majd tegyél rá egy késhegynyi ammónium-kloridot. Melegítsd meg ismét a lemezt, amíg a só el nem párolog.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlet során képződő réz(II)-klorid az egészségre káros, ezért a kísérletet csak jól szellőző helyen szabad elvégezni.
- Ne hajoljál a lemez fölé a hevítés során.

### 1.41. Szép reakciók egy kis tálkában

Csapadékképződési reakciók [réz(II)-hidroxid, réz(II)-hexaciano-ferrát, kalcium-karbonát] látványosan és egyszerűen elvégezhetők Perti-csészében.

#### Eszközök

Petri-csésze, 3 db

spatula vagy vegyszereskanál, 5 db

csipesz

írásvetítő (ha tanári bemutató kísérletként végezzük)

#### Anyagok

réz(II)-klorid

nátrium-hidroxid

kálium-hexaciano-ferrát  $\{K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O\}$

kalcium-klorid

nátrium-karbonát-dekahidrát

desztillált víz

#### A kísérlet végrehajtása

**a)** Egy Petri-csészébe töltünk vizet kb.  $\frac{1}{2}$ –1 cm magasságban és helyezük azt egy fehér papírra. A csésze egyik széléhez a vízbe tegyük egy késhegynyi réz(II)-kloridot, az átellenben lévő szélére a vízbe csipesszel(!) egy pasztilla nátrium-hidroxidot. Ügyeljünk arra, hogy a vizet ne bolygassuk meg, és a későbbiekben se érje azt rázkódás. Figyeljük meg az edényt néhány percen keresztül.

**b)** Egy Petri-csészébe töltünk vizet kb.  $\frac{1}{2}$ –1 cm magasságban és helyezük azt egy fehér papírra. A csésze egyik széléhez a vízbe tegyük egy késhegynyi réz(II)-kloridot, az átellenben lévő szélére a vízbe egy késhegynyi kálium-hexaciano-ferrátot. Ügyeljünk arra, hogy a vizet ne bolygassuk meg, és a későbbiekben se érje azt rázkódás. Figyeljük meg hosszabban a jelenséget.

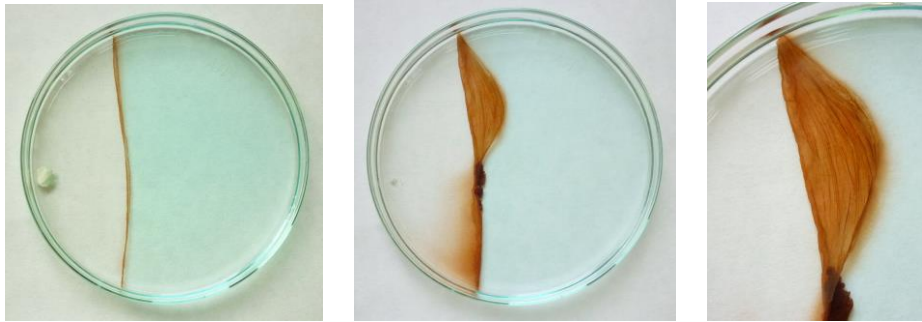
**c)** Egy Petri-csészébe töltünk vizet kb.  $\frac{1}{2}$ –1 cm magasságban és helyezük azt egy fekete lapra. A csésze egyik széléhez a vízbe tegyük egy késhegynyi kalcium-kloridot, az átellenben lévő szélére a vízbe egy késhegynyi nátrium-karbonátot. Ügyeljünk arra, hogy a vizet ne bolygassuk meg, és a későbbiekben se érje azt rázkódás. Figyeljük meg az edényt néhány percen keresztül.

#### Megfigyelés

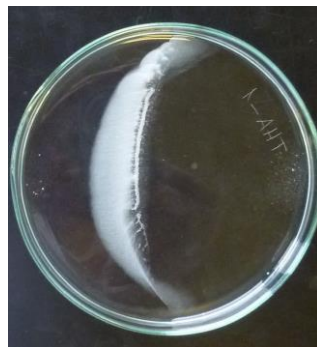
**a)** Már kb. 1–2 perc után megfigyelhetjük a tál közepe táján a világoskék színű csapadék képződését.

**b)** Már kb. 2 perc után megfigyelhetjük a tál közepe táján a reakciópartnerekből egy barna, sarló alakú membrán képződését. A továbbiakban (kb. 10–15 perc alatt) ez a membrán újra és újra felszakad, és újabb hasonló térbeli alakzatok képződnek a reakciótermékből.

## 1. Tanulói kísérletek

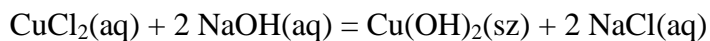


c) Néhány perc alatt az edény középső részén fehér csapadék képződik.



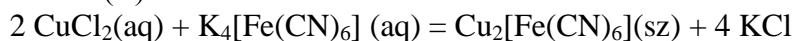
### Magyarázat

a) A rézsó, valamint a nátrium-hidroxid oldódik, és az ionok diffundálnak a vízbe. A szilárd anyag közelében tömény oldat képződik. Ennek nagy a sűrűsége, ezért az edény aljára süllyed és a tálka közepe felé mozog (konvekció). Ott ahol a két oldat találkozik, réz-hidroxid-csapadék keletkezik:



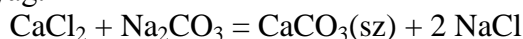
A csapadék általában a rézsó helyéhez közelebb keletkezik.

b) A rézsó és a kálium-hexaciano-ferrát oldódik a vízben. A víz és az oldatok sűrűségkülönbsége miatt az oldatok középre áramlanak. Ott, ahol a két oldat találkozik, oldhatatlan réz(II)-hexaciano-ferrát keletkezik



A vízben oldhatatlan anyag féligáteresztő membránt képez, amelyen a vízmolekulák át tudnak hatolni a réz(II)-kloridos rész felé (ozmózis). Ezen az oldalon nagyobb ozmózisnyomás alakul ki, ez felszakítja a hártyát. Az újabb átáramlás után új membrán keletkezik. Ez a jelenség többször megismétlődik. A jelenség némileg hasonló „a vegyész virágoskertje” néven ismert kísérlethez.

c) A sók gyorsan oldódnak, a szilárd anyag közelében tömény oldat képződik. Ennek nagy a sűrűsége, ezért az edény aljára süllyed és a tálka közepe felé mozog. Itt találkozik és reagál a két anyag:



### Megjegyzések

- Rézsó helyett más nehézfém sóval is elvégezhetjük a kísérletet (pl. vas-, nikkell-, mangánsóval).

## 1. Tanulói kísérletek

- A kísérlet ólom-nitráttal és kálium jodiddal is elvégezhető. Ez esetben a folyamat különösen látványos, mert a színtelen anyagok (oldatok) érintkezésénél sárga csapadék keletkezik.
- A kísérletek tanulókísérletek, de elvégezhetők tanári demonstrációs kísérletként is írásvetítővel történő kivetítéssel. Ilyen esetben azonban a látványos színek kevésbé jól látszanak. Demonstráció esetén célszerűbb a dokumentumkamera használata.
- A kálium-hexaciano-ferrát köznapi neve sárga vérlúgsó.
- A **b)** kísérletet vas(III)-kloriddal is végre lehet hajtani [réz(II)-klorid helyett], ekkor a reakcióban berlini kék keletkezik.
- Réz(II)-hexaciano-ferrát keletkezik az 1.18. számú, Festőművészek előre! című tanulói kísérletben is.
- A nátrium-karbonát köznapi neve kristályszóda (mosószóda).
- A kalcium-klorid és a nátrium-karbonát csapadékképződési reakciója szerepel a 3.3. számú, a Kemény vizek lágyítása című kísérletterveztető feladatsorban is.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A nehézfémek mérgezőek és környezetszennyezőek. A hulladékot nehézfémgyűjtőben kell gyűjteni.
- Az ólomsók erősen mérgezőek, az ólom-jodidos kísérletet csak tanár végezheti el.
- A szilárd nátrium-hidroxid erősen maró veszélyes anyag.

### Szép reakciók egy kis tálkában

#### Eszközök

Petri-csésze, 3 db  
spatula vagy vegyszereskanál, 5 db  
csipesz

#### Anyagok

réz(II)-klorid ( $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )  
nátrium-hidroxid  
kálium-hexaciano-ferrát  $\{\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}\}$   
kalcium-klorid  
nátrium-karbonát-dekahidrát  
desztillált víz

#### A kísérlet végrehajtása

a) Egy Petri-csészébe töltsél vizet kb.  $\frac{1}{2}$ –1 cm magasságban és helyezzé az egy fehér papírra. A csésze egyik széléhez a vízbe tegyél egy késhegynyi réz(II)-kloridot, az átellenben lévő szélére a vízbe csipesszel(!) egy pasztilla nátrium-hidroxidot. Ügyeljél arra, hogy a vizet ne bolygassad meg, és a későbbiekben se érje az rázkódás. Figyeljed meg az edényt néhány percen keresztül.

b) Egy Petri-csészébe töltsél vizet kb.  $\frac{1}{2}$ –1 cm magasságban és helyezzé az egy fehér papírra. A csésze egyik széléhez a vízbe tegyél egy késhegynyi réz(II)-kloridot, az átellenben lévő szélére a vízbe egy késhegynyi kálium-hexaciano-ferrátot. Ügyeljél arra, hogy a vizet ne bolygassad meg, és a későbbiekben se érje az rázkódás. Figyeljed meg hosszabban a jelenséget.

c) Egy Petri-csészébe töltsünk vizet kb.  $\frac{1}{2}$ –1 cm magasságban és helyezzük az egy fekete lapra. A csésze egyik széléhez a vízbe tegyünk egy késhegynyi kalcium-kloridot, az átellenben lévő szélére a vízbe egy késhegynyi nátrium-karbonátot. Ügyeljünk arra, hogy a vizet ne bolygassuk meg, és a későbbiekben se érje az rázkódás. Figyeljük meg az edényt néhány percen keresztül.

#### Megfigyelés

a)

b)

c)

### Magyarázat

a)

b)

c)

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A nehézfém-sók mérgezőek. A hulladékot nehézfémgyűjtőbe kell gyűjteni.
- A szilárd nátrium-hidroxid nagyon maró veszélyes anyag. Csak csipesszel szabad megfogni.

### 1.42. Tavasszal a fák kizöldülnek

Színváltozás vízvesztés hatására. A vízburokkal körülvett kobaltionok rózsaszínűek, a vízburok nélküliek, kékek.

#### **Eszközök**

főzőpohár, kb. 100 cm<sup>3</sup>-es  
ecset  
papírlap  
hajszárító

#### **Anyagok**

vas(III)-klorid- (1 mol/dm<sup>3</sup>) és kobalt(II)-klorid- (1 mol/dm<sup>3</sup>) oldatok 1:1 térfogatarányú elegye  
barna ceruza vagy zsírkréta

#### **A kísérlet végrehajtása**

Rajzoljunk a papírlapra barna ceruzával vagy zsírkrétával egy vastagabb fatörzset. Mártsuk az ecsetet az oldatelegybe és fessünk lombkoronát a papírra rajzolt fatörzs fölé. Figyeljük meg a lombkorona színét. Ezután melegítsük a rajzot hajszárítóval és figyeljük meg a színváltozást.

#### **Megfigyelés**

A lombkorona barnássárga színű, mintha őszi lomb lenne. Néhány perces melegítés hatására „kitavasodik”, a lombkorona színe zöldre változik.

#### **Magyarázat**

A vízburokkal körülvett (hidratált) vas(III)-ionok színe sárgásbarna, a vízburokkal körülvett (hidratált) kobalt(II)-ionoké rózsaszín. A vízburok (hidrátburok) nélküli kobaltionoké kék. A keverékoldat – és így a nedves lombkorona – színe is barnásvörös. Melegítés hatására a vízburokkal körülvett (hidratált) kobaltionok vízvesztése megy végbe, és az így kialakult kék szín a vas(III)-ionok sárgásbarna színével együtt zöld színt ad.

#### **Megjegyzések**

- A kísérlet a kristályvíztartalmú sók tanulásakor, a vízvesztés és a szín kapcsolatára (tágabb értelemben pedig az összetétel, illetve a szerkezet és a tulajdonságok közötti összefüggések demonstrálásra) mutatható be. Érdekesebb, mintha csak kristályvíztartalmú réz(II)-szulfátot, vagy kobalt-kloridot hevítenénk. A vízburokkal körülvett (hidratált) és vízburok nélküli ionok színekülönbségének magyarázatához is felhasználható.
- Ezt a kísérletet először PARACELTUS mutatta be, elkápráztatva a korabeli szalonok közönségét.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlet elvégzése veszélytelen, de a maradék oldatot (a mérgező fémmaradványok miatt) tilos a lefolyóba önteni, gyűjtő edénybe kell elhelyezni. Legjobb azonban, ha egy zárt edényben eltesszük a következő felhasználásig.
- Vigyázzunk az elektromos hajszárító használatára.



### Tavasszal a fák kizöldülnek

#### **Eszközök**

főzőpohár, kb. 100 cm<sup>3</sup>-es  
ecset  
papírlap  
hajszárító

#### **Anyagok**

vas(III)-klorid- (1 mol/dm<sup>3</sup>) és kobalt(II)-klorid- (1 mol/dm<sup>3</sup>) oldatok 1:1 térfogatarányú  
elegye  
barna ceruza vagy zsírkréta

#### **A kísérlet végrehajtása**

Rajzolj a papírlapra barna ceruzával vagy zsírkrétaival egy vastagabb fatörzset. Mártsd az ecsetet a oldatelegybe és fess lombkoronát a papírra rajzolt fatörzs fölé. Figyeld meg a lombkorona színét. Ezután melegítsd a rajzot hajszárítóval és figyeld meg a színváltozást.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlet elvégzése veszélytelen, de a maradék oldatot (a mérgező fémmaradványok miatt) tilos a lefolyóba önteni, gyűjtő edénybe kell elhelyezni. Legjobb azonban, ha egy zárt edényben eltesszük a következő felhasználásig.
- Vigyázz az elektromos hajszárító használatára!

### 1.43. Titkosírás citrommal

A kísérlet a hő hatására végbemenő vízelvonási folyamatok demonstrálására használható.

#### **Eszközök**

ecset  
pohár  
elektromos vasaló  
asztal vagy falap  
olló

#### **Anyagok**

citromlé  
füzetlap vagy szűrőpapír

#### **A kísérlet végrehajtása**

Vágjunk ki egy tetszés szerinti nagyságú papírlapot. Helyezzük az asztalra vagy egy falapra, és az ecsetet a citromlébe mártva írjunk a papírlapra. Száradás után az írás eltűnik. Ezután közepesen meleg vasalóval vasaljuk át a papírlapot oly módon, hogy a vasalót jól nyomjuk rá a lapra. Figyeljük meg, hogy mi történik.

#### **Megfigyelés**

Az írás a papírlapon barnás-feketén kirajzolódik.

#### **Magyarázat**

A papír cellulózt és keményítőt is tartalmaz. Ezek a vegyületek szénből, hidrogénből és oxigénből állnak. A két vegyület molekuláiban az oxigén és a hidrogénatomok számaránya 1:2 (mint a vízben). Ezért kapták a többi, hasonló összetételű vegyülettel együtt a „szénhidrát” nevet, amikor még nem ismerték a molekuláik szerkezetét. A citromlében levő savak bomlási folyamatot indítanak el a cellulózban és a keményítőben (monoszaharidokká való szétesés, azaz savas hidrolízis). A keletkező kisebb egységek (monoszacharidok) vízvesztéssel való szenesedése pedig alacsonyabb hőmérsékleten is lezajlik, mint a (poliszacharid) cellulózé és a keményítőé. Ezért látjuk a citromlével készített írást barnás-feketén.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlet elvégzése veszélytelen, csak a vasaló használatára kell vigyázni.

### Titkosírás citrommal

#### **Eszközök**

ecset  
pohár  
elektromos vasaló  
asztal vagy falap  
olló

#### **Anyagok**

citromlé  
füzetlap vagy szűrőpapír

#### **A kísérlet végrehajtása**

Vágj ki egy tetszés szerinti nagyságú papírlapot. Helyezd az asztalra vagy egy falapra és az ecsetet a citromlébe mártva írd a papírlapra. Száradás után az írás eltűnik. Ezután közepesen meleg vasalóval vasald át a papírlapot oly módon, hogy a vasalót jól nyomd rá a lapra. Figyeld meg, hogy mi történik.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlet elvégzése veszélytelen, csak a vasaló használatára kell vigyázni.

### 1.44. Tűzijáték a narancshéjjal

Narancshéjból az illóolajat gyertyalángba fecskendezzük, az olaj meggyullad.

#### Eszközök

gyertya  
kés

#### Anyagok

narancshéj  
gyufa

#### A kísérlet végrehajtása

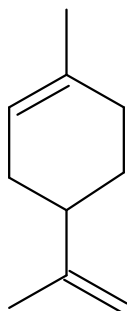
Fejtsünk le egy kb. 2 × 3 cm méretű narancshéjat. Gyűjtsuk meg a gyertyát. Hajlítsuk meg és erősen nyomjuk össze a narancshéjat a gyertyaláng közelében.

#### Megfigyelés

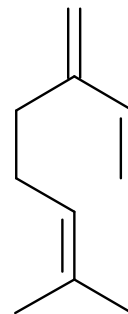
A narancshéjat meghajlítva abból az illóolajok kilövellnek, és a gyertyalángon keresztül kis lángcsóvákat adnak.

#### Magyarázat

A narancshéj sok illóolajat tartalmaz, ennek mintegy 90%-a limonén, de az olaj tartalmaz még mircént és 1,6%-ban különböző aldehideket is. Ezek az anyagok éghetőek.



Limonén



Mircén

([http://www.ped.muni.cz/wchem/sm/dp/davidova/www\\_ucitele1/limonen.gif](http://www.ped.muni.cz/wchem/sm/dp/davidova/www_ucitele1/limonen.gif) és [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Myrcene\\_beta\\_acsv.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Myrcene_beta_acsv.svg), utolsó megtekintés: 2016. 01.30.)

A limonén a terpének közé tartozó szerves vegyület, narancsszagú színtelen folyadék, a citrusfélék általában nagy mennyiségben tartalmazzák. A mircén szintén egy monoterpén, a növényi illóolajok egyik komponense.

#### Megjegyzés

- Célszerű előre kiválasztani a nagy olajtartalmú narancshéjat. A tapasztalat szerint a kísérlet mandarinnal kevésbé sikerül.

#### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kísérletben szereplő anyagok nem veszélyesek.

## Tűzijáték a narancshéjjal

### **Eszközök**

gyertya  
kés

### **Anyagok**

narancshéj  
gyufa

### **A kísérlet végrehajtása**

Fejtsél le egy darab narancshéjat. Gyűjtsd meg a gyertyát. Hajlítsd meg és erősen nyomjad össze a narancshéjat a gyertyaláng közelében.

### **Megfigyelés**

### **Magyarázat**

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben szereplő anyagok nem veszélyesek.

### 1.45. Ujjlenyomatot készítünk

Kálium-hexaciano-ferrát és vas(III)-klorid segítségével ujjlenyomatot készítünk.

#### **Eszközök**

főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es, 2 db  
vegyszereskanál

#### **Anyagok**

vas(III)-klorid  
kálium-hexaciano-ferrát  
víz  
vatta  
fehér papírlap

#### **A kísérlet végrehajtása**

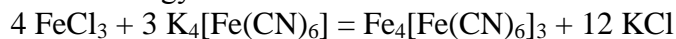
Az egyik főzőpohárban oldjunk fel kb. 80 cm<sup>3</sup> vízben kb. 1 g kálium-hexaciano-ferrátot, a másikban ugyancsak 80 cm<sup>3</sup> vízben kb. 0,1 g vas(III)-kloridot. Húzzunk a fehér papírlapra egy kb. 5 cm széles csíkot kálium-hexaciano-ferrát-oldatba mártott vattacsomaggal, és hagyjuk megszáradni. Kenjük be az ujjunkat egy másik vattadarab segítségével vas-klorid-oldattal és enyhén szorítsuk a papírra. Ismételjük ezt meg mindegyik ujjunkkal.

#### **Megfigyelés**

Az ujjlenyomatok kék színben megjelennek a papíron.

#### **Magyarázat**

A vas(III)-klorid és a kálium-hexaciano-ferrát reagál egymással, és a vízben oldhatatlan berlini kék nevű vegyületet keletkezik



#### **Megjegyzések**

- A kálium-hexaciano-ferrát köznapi neve sárga vérlúgsó  $\{\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}\}$ .
- A vas(III)-klorid kristályvizes formában kerül forgalomba  $(\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$ .
- A  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  vegyület (a „berlini kék”) az 1.18. számú, Festőművészek előre! című tanulói kísérletben is szerepel.
- Szép ujjlenyomatot több más módszerrel is elő lehet állítani (kormozott üveglemezzel, jód szublimációjával, ninhidrines reakcióval stb.)

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben szereplő anyagok nem veszélyesek.

### Ujjlenyomatot készítünk

#### **Eszközök**

főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es, 2 db  
vegyszereskanál

#### **Anyagok**

vas(III)-klorid  
kálium-hexaciano-ferrát  
víz  
vatta  
fehér papírlap

#### **A kísérlet végrehajtása**

Az egyik főzőpohárban oldjál fel kb. 80 cm<sup>3</sup> vízben kb. 1 g kálium-hexaciano-ferrátot, a másikban ugyancsak 80 cm<sup>3</sup> vízben kb. 0,1 g vas(III)-kloridot. Húzzál a fehér papírlapra egy kb. 5 cm széles csíkot kálium-hexaciano-ferrát-oldatba mártott vattacsomaggal, és hagyd megszáradni. Kenjed be az ujjadat egy másik vattadarab segítségével vas-klorid-oldattal és enyhén szorítsd a papírra. Ismételd ezt meg mindegyik ujjaddal.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben szereplő anyagok nem veszélyesek.

### 1.46. Üres a lombik?

A gázok tulajdonságai.

#### **Eszközök**

üveg vagy lombik, 1 dm<sup>3</sup>-es  
az üvegbe illő kétfuratú gumidugó  
tölcsér  
meghajlított üvegcső  
főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es

#### **Anyagok**

szappanoldat vagy mosogatószer-oldat  
víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

Zárjuk le az „üres” (folyadékot nem tartalmazó) üveget vagy lombikot a kétfuratú gumidugóval, amelybe a tölcsért és a meghajlított üvegcsövet erősítettük. Az üvegcső alá helyezzük el a szappanoldattal 2/3-ad részig megtöltött főzőpoharat úgy, hogy a cső vége beleérjen a szappanoldatba. Öntsünk az üvegbe a tölcséren át lassan és folyamatosan vizet.

#### **Megfigyelés**

A vízöntéssel párhuzamosan a szappanoldatban folyamatosan buborékok képződnek.



#### **Magyarázat**

A beleöntött víz kiszorítja a lombikot megtöltő levegőt, ami a csövön keresztül távozik és felfújja a szappanoldatot. Buborékok képződnek, éppen úgy mintha szájjal fújnánk a szappanoldatba levegőt.

#### **Megjegyzés**

- Fontos, hogy a dugó szorosan illeszkedjen az üveg nyakához.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlet elvégzése veszélytelen.



### Üres a lombik?

#### **Eszközök**

üveg vagy lombik, 1 dm<sup>3</sup>-es  
az üvegbe illő kétfuratú gumidugó  
tölcsér  
meghajlított üvegcső  
főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es

#### **Anyagok**

szappanoldat vagy mosogatószer-oldat  
víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

Zárd le az „üres” (folyadékot nem tartalmazó) üveget vagy lombikot a kétfuratú gumidugóval, amelybe a tölcsért és a meghajlított üvegcsövet erősítettük. Az üvegcső alá helyezd el a szappanoldattal 2/3-ad részig megtöltött főzőpoharat úgy, hogy a cső vége beleérjen a szappanoldatba. Önts az üvegbe a tölcséren át lassan és folyamatosan vizet.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlet elvégzése veszélytelen.

### 1.47. Üveglapok közt mézcsepp, mi lesz belőle?

A méz nehezen folyó tulajdonságát felhasználva hópehelyhez, ágas-bogas fához hasonló alakzatok rajzolása üveglapok közé helyezett mézzel.

#### **Eszközök**

üveglap, 2 db  
kés  
esetleg írásvetítő  
vegyszereskanál  
cseppentő

#### **Anyagok**

méz

#### **A kísérlet végrehajtása**

Tegyünk egy üveglapra kis vegyszereskanálnyi mézet, majd egy másik üveglapot úgy szorítsunk a laphoz, hogy a méz vékony réteget képezve szétterüljön. Ezután késsel kicsit emeljük meg a felső üveglap sarkát, és figyeljük meg a változást.

#### **Megfigyelés**

Ha az oldalak felől behatoló levegő a mézzel találkozik, ágas-bogas – fához hasonló – szimmetrikus mintázat rajzolódik ki.

#### **Magyarázat**

Ha két üveglap között nehezen folyó folyadékot (pl. mézet) tartunk, és a felső üveglap megemelésével levegőt juttatunk a méz fölé, akkor a méz és a levegő részecskéi között gyengébb a kölcsönhatás, mint a mézben lévő részecskék között, ezért a méz elágazó felületet alakít ki. A felületnek azon részei, amelyek kicsit jobban kidudorodnak a környezetüknél, gyorsabban fognak nőni, mint a környezetükben levő többi rész, ezért még jobban kidudorodnak. A jelenség a felület mentén egyszerre több helyen is lejátszódik, ez a bonyolult geometria magyarázata. Minél nagyobb a két, egymással érintkező anyag részecskéi közötti erőhatás nagyságának különbsége, annál gazdagabb mintázatot lehet kapni. Ezeket fraktáloknak is nevezzük.

#### **Megjegyzések**

- A fenti kísérlethez hasonlóan, felületek ragasztásakor vagy átlátszó ragasztószalag feltépesekor is meg lehet figyelni a szimmetrikus ágas-bogas mintázat kialakulását.
- A kísérlet eredménye szebben látszik, ha az üveglapokat írásvetítőre helyezzük, és alulról megvilágítjuk.
- A hópehelyek is fraktálok. A természetben nagyon sok fraktáljelenséget figyelhetünk meg.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlet elvégzése veszélytelen, de ügyelni kell arra, hogy a késsel senki se vágja meg magát.

### Üveglapok közt mézcsepp, mi lesz belőle?

#### **Eszközök**

üveglap, 2 db  
kés  
esetleg írásvetítő  
vegyszereskanál  
cseppentő

#### **Anyagok**

méz

#### **A kísérlet végrehajtása**

Tegyél egy üveglapra kis vegyszereskanálnyi mézet, majd egy másik üveglapot úgy szoríts a laphoz, hogy a méz vékony réteget képezve szétterüljön. Ezután késsel kicsit emeld meg a felső üveglap sarkát és figyeld meg a változást.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlet elvégzése veszélytelen, de ügyelni kell arra, hogy a késsel senki se vágja meg magát.

### 1.48. Van-e réz a pénzermékben?

Ammóniaoldatos vattával kimutatjuk a pénzermék réztartalmát.

#### **Eszközök**

óraüveg  
cseppentő

#### **Anyagok**

ammóniaoldat,  $w = 25\%$   
etanol  
pénzérme  
vatta (vagy papír zsebkendő)

#### **A kísérlet végrehajtása**

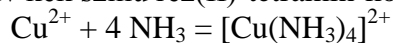
Tisztítsuk meg a pénzermét etanolos vattával (zsírtalanítás), majd szárítsuk meg. Cseppentsünk egy másik vattadarabra (vagy papír zsebkendőre) kevés ammóniaoldatot, és dörzsöljük meg ezzel a megtisztított pénzermét. Nézzük meg a vatta (papír zsebkendő) színét.

#### **Megfigyelés**

Ha az érme rezet tartalmaz, a vatta (papír zsebkendő) kék lesz.

#### **Magyarázat**

A rezet akár tiszta állapotban, akár ötvözetben ki lehet mutatni a tárgyak felületén. A tárgy felülete mindig kissé oxidálva van, azaz kevés réz(II)-ion is jelen van. Ez ammóniával intenzív kék színű réz(II)-tetramin-komplexet ad:



#### **Megjegyzések**

- Az 1.31. számú, Miért okozhat viszketést az óra vagy a fémbizsu? című kísérletben is színes fémkomplex képződésével mutatható ki a fémtárgyak nikkeltartalma.
- A forgalomban lévő magyar pénzermék összetétele:  
5 Ft és 20 Ft: 75% Cu, 21% Zn, 4% Ni  
10 Ft és 50 Ft: 75% Cu, 25% Ni  
A kísérlet elvégezhető az 1, 2 és 5 eurocentes érmékkel is.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- Az ammóniaoldat maró hatású, és erős, szúrós ammóniaszaga van. Óvatosan kell vele bánni.

### Van-e réz a pénzérmekekben?

#### **Eszközök**

óraüveg  
cseppentő

#### **Anyagok**

ammóniaoldat,  $w = 25\%$   
etanol  
pénzérme  
vatta (vagy papír zsebkendő)

#### **A kísérlet végrehajtása**

Tisztítsd meg a pénzérmet etanolos vattával (zsírtalanítás), majd szárítsd meg. Cseppentsél egy másik vattadarabra (vagy papír zsebkendőre) kevés ammóniaoldatot, és dörzsöld meg ezzel a megtisztított pénzérmet. Nézzed meg a vatta (papír zsebkendő) színét.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- Az ammóniaoldat maró hatású, és erős, szúrós ammóniaszaga van. Óvatosan kell vele bánni.

### 1.49. Varázsírás

Az ammónia lúgos kémhatása és a réz(II)-ionokkal képezett komplexionok kialakulása eredményezi, hogy a felirat élénk színűvé válását.

#### **Eszközök**

olló  
ecset, 2 db  
üveglap  
porlasztó flakon

#### **Anyagok**

szűrőpapír (vagy füzetlap)  
fenolftaleinindikátor alkoholos oldata  
híg réz(II)-szulfát-oldat (nagyon halvány kék legyen)  
ammóniaoldat, 2 mol/dm<sup>3</sup>

#### **A kísérlet végrehajtása**

Vágjunk ki a szűrőpapírból kb. 20 × 20 cm-es lapot, és az ecsetek segítségével készítsük el a feliratot a fenolftalein- és a réz(II)-szulfát-oldattal. Szárítsuk meg a papírt, helyezzük rá az üveglapra, és óvatosan permetezzük meg a flakonba töltött ammóniaoldattal.

#### **Megfigyelés**

A fenolftaleinnel készített felirat (rajz) lilásvörös, a réz(II)-szulfáttal írt szöveg szép kék színnel jelenik meg.

#### **Magyarázat**

A lila szín az ammóniaoldat lúgos kémhatását jelzi. Az intenzív kék színért pedig a [Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]<sup>2+</sup>-ionok a felelősek.

#### **Megjegyzések**

- A híg réz-szulfát-oldat világoskék színű, ezért ha van, célszerű világoskék lapra készíteni a feliratot.
- Az előhívást végezhetjük úgy is, hogy kristályosító csészében melegítjük az ammóniaoldatot, a lapot pedig a szájára tesszük.
- Érdekes lehet ezt a kísérletet az 1.43. számú, Titkosírás citrommal című kísérlettel párhuzamosan elvégeztetni.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlet elvégzése veszélytelen, de a maradék réz(II)-szulfát-oldatot a gyűjtőedénybe kell üríteni.

## Varázsírás

### **Eszközök**

olló  
ecset, 2 db  
üveglap  
porlasztó flakon

### **Anyagok**

szűrőpapír (vagy füzetlap)  
fenolftaleinindikátor alkoholos oldata  
híg réz(II)-szulfát-oldat (nagyon halvány kék legyen)  
ammóniaoldat, 2 mol/dm<sup>3</sup>

### **A kísérlet végrehajtása**

Vágjál ki a szűrőpapírból kb. 20 × 20 cm-es lapot, és az ecsetek segítségével készítsd el a felíratot a fenolftalein- és a réz(II)-szulfát-oldattal. Szárítsad meg a papírt, helyezd rá az üveglapra, és óvatosan permetezd meg a flakonba töltött ammóniaoldattal.

### **Megfigyelés**

### **Magyarázat**

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlet elvégzése veszélytelen, de a maradék réz(II)-szulfát-oldatot a gyűjtőedénybe kell üríteni.

### 1.50. Vizsgálódjunk a konyhában, fürdőszobában

A házilag készített indikátorpapírral határozzák meg a tanulók az élelmiszerek és a tisztítószerek kémhatását.

#### **Eszközök**

vöröskáposztaleves indikátorpapír  
kurkumás indikátorpapír  
óraüvegek (annyi darab, ahány anyagot vizsgálnak)  
vegyszereskanál  
törlőruha  
ceruza vagy toll

#### **Anyagok**

ecet  
citromlé  
szódabikarbóna  
C-vitamin  
háztartási sósav  
vízkőoldó  
szalmiákszesz  
üvegtisztító  
szappanoldat  
tűzhelytisztító stb.  
víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

Állítsunk sorba annyi óraüveget, ahány féle anyag kémhatását vizsgálni szeretnénk, majd helyezünk kanálhegynyi – folyadékok esetében öntsünk kis foltnyi – anyagot az óraüvegekre. Ne felejtjük el minden anyag után leöblíteni és megtörölni a kanalat. Mindig azonnal írjuk fel az óraüveg elé helyezett kis cédulára, hogy mit tettünk rá. Érintsünk meg mindig anyagot egy-egy vöröskáposztával készült indikátorcsíkkal először szárazon, majd a megvizezett indikátorpapírral. Tegyük le a vizsgálat után az indikátorpapírt az óraüveg mögé. Ugyanezt végezzük el a kurkumaoldattal színezett csíkokkal is.

#### **Megfigyelés**

Az ecet, a citromlé, a sósav és a vízkőoldó hatására a vöröskáposztalével festett indikátorpapír színe pirosra változik. A szilárd C-vitamin hatására nem történik változás, de a nedves indikátorpapír itt is pirosra változik. A szilárd szódabikarbóna hatására a száraz vöröskáposztaleves indikátorpapír nem változik, de ha a megvizezett szűrőpapírt tesszük rá, akkor néhány másodperc alatt annak a színe halványzöldre változik. A szappanoldat, a szalmiákszesz az üveg- és a tűzhelytisztító is zöldre, illetve sárgára változtatja az eredetileg lila színű papírt. A kurkumaoldatos indikátorpapír színe a savas oldatokban nem változik, a lúgos tisztítószerek és a szódabikarbóna hatására vörösbarra lesz.

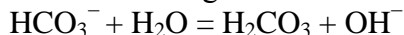
#### **Magyarázat**

A sav-bázis indikátorok olyan szerves vegyületek, amelyek disszociált, illetve molekuláris formája eltérő színű. A disszociáció egyensúlyra vezető folyamat, az egyensúly a hozzáadott savval vagy lúggal eltolható, ezért következik be a színváltozás. Savas kémhatást az oxóniumion ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) hidroxidionokénál ( $\text{OH}^-$ ) nagyobb koncentrációja eredményez, a



## 1. Tanulói kísérletek

hidroxidionok ( $\text{OH}^-$ ) oxóniumionénál ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) nagyobb koncentrációja pedig lúgos kémhatást. A szódabikarbóna ( $\text{NaHCO}_3$ ) lúgos kémhatása a só hidrolízisével magyarázható, a gyenge savból származó hidrogén-karbonát-ion protont vesz fel a vízmolekulától:



A hidrolízis fogalma viszont csak a 9. osztályos tananyagban szerepel. Ezért általános iskolában csak érdekességként tanítható, hogy vannak olyan sók, amelyek oldata nem semleges kémhatású.

### Megjegyzések

- Ha a háztartási anyagokat festőpaletta vagy kiürült gyógyszeres filmtabletta tartó mélyedéseiben adjuk oda a diákoknak, akkor kisebb a veszélye annak, hogy összekeverednek egymással, vagy a diákok ölébe folynak.
- A fenti kísérletben használt indikátorpapírok készítése az 1.24. számú, Indikátorpapír készítése a konyhában című kísérletben van leírva.
- A vöröskáposzta leve szerepel sav-bázis indikátorként az 1.26. számú, Képfestés háztartási anyagokkal című tanulói kísérletben, valamint a 3.5. számú, Melyik pohárban van több ecet? című és a 3.2. Hogyan működik a sütőpor? című kísérletterveztető feladatsorokban is.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kísérletek maradványai a lefolyóba önthetők, illetve a szemetes kosárba dobhatók.

### Vizsgálódjunk a konyhában, fürdőszobában

#### **Eszközök**

vöröskáposztaleves indikátorpapír  
kurkumás indikátorpapír  
óraüvegek (annyi darab, ahány anyagot vizsgáltok)  
vegyszereskanál  
törlőruha  
ceruza vagy toll

#### **Anyagok**

ecet  
citromlé  
szódabikarbóna  
C-vitamin  
háztartási sósav  
vízkőoldó  
szalmiákszesz  
üvegtisztító  
szappanoldat  
tűzhelytisztító stb.  
víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

Állíts sorba annyi óraüveget, ahány féle anyag kémhatását vizsgálni szeretnéd, majd helyezz kanálhegynyi – folyadékok esetében öntsél kis foltnyi – anyagot az óraüvegekre. Ne felejtse el minden anyag után leöblíteni és megtörölni a kanalat. Mindig azonnal írd fel az óraüveg elé helyezett kis cédulára, hogy mit tettél rá. Érints meg minden anyagot egy-egy vöröskáposztával készült indikátorcsíkkal először szárazon, majd a megvizezett indikátorpapírral. Tedd le a vizsgálat után az indikátorpapírt az óraüveg mögé. Ugyanezt végezd el a kurkumaoldattal színezett csíkokkal is.

#### **Megfigyelés**

#### **Magyarázat**

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletek maradványai a lefolyóba önthetők, illetve a szemetes kosárba dobhatók.

## 2. Tanári bemutató kísérletek

### 2.1. Aladdin és a csodalámpa

Mikor varázsolhatjuk elő a szellemet a palackból? Igazából nap mint nap szükség lenne rá, de motivációs célból a kísérletet a hőfejlődéssel járó (exoterm) reakcióknál, vagy az oxigén és vegyületeinél érdemes bemutatni.

#### **Eszközök**

átlátszatlan, csiszolt dugós edény (pl. egy nagyobb, sötét porüveg)  
szűrőpapír  
zsinór  
porcelán dörzsmozsár, törővel  
vegyszereskanál  
mérőhenger, 50 cm<sup>3</sup>

#### **Anyagok**

hidrogén-peroxid-oldat, 30%-os  
kálium-jodid

#### **A kísérlet végrehajtása**

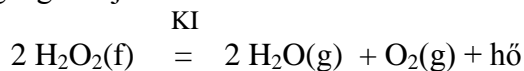
Porítsuk el a kálium-jodidot dörzsmozsárban. Öntsünk 30–40 cm<sup>3</sup> hidrogén-peroxid-oldatot az edénybe. Egy vegyszereskanálnyi kálium-jodid-port „csomagoljunk be” a szűrőpapírba, majd kössük meg jó erősen a zsinórral. Helyezzük a csomagot belül úgy az edény nyakához, hogy a dugó tartsa a zsinórt, de a csomag ne látszódjék az üvegen kívül. Amikor eltávolítjuk a dugót, a csomag belehullik a hidrogén-peroxid-oldatba. Figyeljük meg, hogy mit tapasztalunk.

#### **Megfigyelés**

Néhány másodpercen belül a „palackból”, sűrű, fehér gőz áramlik ki, akár egy dzsinn is elbújhat benne.

#### **Magyarázat**

A kálium-jodid katalizálja a hidrogén-peroxid bomlását, exoterm reakció megy végbe, vízgőz és oxigéngáz fejlődik.



#### **Megjegyzések**

- Biztosan lesznek néhányan, akik lelkesen felkapják a fejüket és idézgetik a moziban látott rajzfilm általuk legérdekesebbnek tartott részeit. Ki nem szeretett volna otthoni használatra egy olyan szellemet, aki minden kívánságot teljesít? Főként akkor, ha az a szellem olyan látványosan kerül elő a palackjából, ahogyan azt az Aladdin rozsdás lámpájából előbújó dzsinn teszi. Ha szellemet nem is, a látványt kémiaórán is megteremthetjük.

## 2. Tanári bemutató kísérletek

- Ugyanezen a reakción alapul „Az elefánt fogkrémje” néven közismert kísérlet is. Azt azonban egy nagy mérőhengerben érdemes kivitelezni, és mosogatószert, valamint színes ételfestéket is kell tenni bele. Erről, az ugyancsak roppant látványos kísérletről az interneten számos videofelvétel is megtekinthető.
- A kísérlet középiskolában a katalízis tanításakor is bemutatható.

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A koncentrált hidrogén-peroxid maró hatású, ezért óvatosan használjuk, hogy bőrünkre ne kerüljön.

### 2.2. Jegelve forr a víz

A forráspont és a nyomás kapcsolata, gáztörvények.

#### **Eszközök**

gömb lombik, 1 dm<sup>3</sup>-es (jól záró gumidugóval)  
vasállvány lombikfogóval (vagy megfelelő méretű szűrőkarikával)  
melegítő eszköz  
polietilén zacskó  
tálca  
hőálló kesztyű

#### **Anyagok**

horzsakő  
jég  
víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

Töltsünk a lombikba kb. 200 cm<sup>3</sup> vizet, szórjunk bele 4-5 szem horzsakövet, majd forraljuk a vizet mintegy 10 percig. Vegyük le a melegítőeszköztől, és a forrás megszűnése után zárjuk le a lombikot a gumidugóval. Ezután szájával lefelé fordítva fogjuk állványba az edényt, és a lombik (így felülre kerülő) aljára helyezzük el a jéggel megtöltött polietilén zacskót.

#### **Megfigyelés**

A vízben egy-két percen belül buborékok jelennek meg, forrni kezd, és néhány percig forrásban is marad.



#### **Magyarázat**

A forráspont az a hőmérséklet, amelyen a folyadék gőzének nyomása a fölötte lévő gőztér nyomásával egyenlővé válik. A forráspont értéke tehát függ a gőztér nyomásától: minél nagyobb ez a nyomás, annál magasabb a forráspont. A víz forráspontja 0,1 MPa nyomáson 100 °C. A gőztér nyomását a kísérlet során a lombikban a víz fölött lévő levegő és a vízgőz együttesen alakítja ki. Amikor a lezárt lombikban lévő gőzteret jéggel hűtjük, a vízgőz egy része lecsapódik, és emiatt a vízzel érintkező gőztér nyomása lecsökken. Ennek eredményeként a folyadék (víz) molekulái alacsonyabb hőmérsékleten is ki tudnak lépni a gőztérbe, tehát a víz 100 °C-nál alacsonyabb hőmérsékleten forr.

### Megjegyzések

- Középiskolában a kísérlet magyarázatokor azt is hangsúlyozni kell, hogy a forrás (mint minden halmazállapot-változás) egyensúlyi (egyensúlyban végbemenő) folyamat. Tehát a vízmolekulák visszalépése a gőztérből a folyadékba minden hőmérsékleten folyamatosan megtörténik. Egyensúlyban az időegység alatt a gőztérből a folyadékba lépő vízmolekulák száma és a folyadékból a gőztérbe lépő vízmolekulák száma megegyezik.
- A nagyon magas hegyekben (pl. Himalája) nehézségeket okoz a bablevesben a bab puhára főzése, mivel – a tengerszinthez képest alacsonyabb nyomás miatt – a víz már 100 °C-nál jóval alacsonyabb hőmérsékleten forr.
- A kuktafazék az a főzőeszköz, amelyikben az ellentétes hatást (vagyis azt, hogy nagyobb nyomáson magasabb a forráspont) használjuk ki, ezért ebben az ételek hamarabb és jól megpuhulnak, mint a nyitott fazékban.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A forró lombikot kizárólag hőálló kesztyűvel fogjuk meg és helyezzük (aljával felfelé) a szűrőkarikába.

### 2.3. Kémiai hőszugárzó

A kísérlet a kémiai reakciók energiaviszonyait, a hőtermelő (exoterm) reakciót demonstrálja.

#### Eszközök

beosztásos főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es  
hőmérő  
üvegbot  
vegyszereskanál, 2 db

#### Anyagok

réz(II)-klorid, kristályos (CuCl<sub>2</sub>•2H<sub>2</sub>O)  
alumíniumpor  
víz

#### A kísérlet végrehajtása

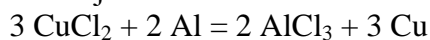
Keverjük össze három kis vegyszerkanálnyi kristályos réz(II)-kloridot egy kiskanálnyi alumíniumporral és szórjuk a főzőpohárba. Állítsuk bele a hőmérőt és olvassuk le a kezdő hőmérsékletet. Ezután öntsünk a keverékre 5 cm<sup>3</sup> vizet és olvassuk le többször – kis időközönként – a hőmérsékletet.

#### Megfigyelés

Heves reakció indul meg, a keverék hőmérséklete néhány perc alatt fokozatosan kb. 60 °C-ra emelkedik, és a keverék megbarnul.

#### Magyarázat:

A pohárban lejátszódó kémiai reakció nagy hőfejlődéssel jár, erősen exoterm folyamat.



#### Megjegyzések

- A keverék megbarnulását a kivált fémréz vörösesbarna színe okozza.
- Az 1.9. számú, Égetett mész reakciója vízzel című tanulói kísérlet során szintén erősen exoterm reakció játszódik le.

#### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kísérlet a heves reakció, a felszabaduló nagymennyiségű hő miatt veszélyes lehet, égési sérüléseket okozhat, ezért tanári kísérletnek ajánljuk.
- A kísérleti hulladék a mérgező hatású réz(II)-ionok miatt megfelelő gyűjtőedénybe helyezendő.

### 2.4. Látványos katalitikus reakció

Ebben a kísérletben színváltozás jelzi, hogy a katalizátor részt vesz a reakcióban, majd az újabb színváltozás mutatja, hogy a reakció után a kiindulási formává alakul vissza.

#### **Eszközök**

főzőpohár, 500 cm<sup>3</sup>-es  
digitális mérleg  
vegyszereskanál  
mérőhengerek, 100 és 10 cm<sup>3</sup>-es  
Bunsen-égő  
vasháromláb  
agyagos drótháló  
tálca

#### **Anyagok**

kálium-nátrium-tartarát  
hidrogén-peroxid, 30%-os  
kobalt(II)-klorid  
víz

#### **A kísérlet végrehajtása**

150 cm<sup>3</sup> desztillált vízben oldjunk fel 0,4 g kobalt(II)-kloridot és 8 g kálium-nátrium-tartarátot. Melegítsük fel az oldatot 60–70 °C-ra. Nem szükséges hőmérővel ellenőrizni a hőmérsékletet, mert ha kézzel jó melegnek érezzük a pohár falát, de még nem éget, akkor sikerülni fog a kísérlet. Öntsünk a halvány rózsaszín oldathoz 5 cm<sup>3</sup> 30%-os hidrogén-peroxid-oldatot. Figyeltessük meg a változásokat. Újabb néhány cm<sup>3</sup> hidrogén-peroxid hozzáadásával a jelenség megismételhető.

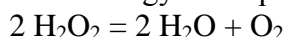
#### **Megfigyelés**

A kiindulási oldatelegy halvány rózsaszín, a kobalt(II)-ionoknak köszönhetően. 1–2 perc alatt ez a szín szürkére, barnásra, végül zöldre változik, miközben élénk pezsgés indul meg. Majd újabb 1–2 perc múlva a pezsgés mértéke csökken, illetve megszűnik, és az oldat színe fokozatosan visszaváltozik az eredeti rózsaszínre.

#### **Magyarázat**

A kobalt(II)-ionok katalizátorként vesznek részt a reakcióban. A hidrogén-peroxid a kobalt(II)-ionokat kobalt(III)-ionokká oxidálja, ezek a tartarátionokkal komplexionokat képeznek, ezért látjuk a zöld színt. Ezek a komplex ionok katalizálják a hidrogén-peroxid bomlását. Eközben a kobalt(III)-ionok visszaalakulnak kobalt(II)-ionokká, mint azt a rózsaszín szín is mutatja.

A katalizátor fogalma és maga a katalízis sem szerepel az általános iskolai tananyagban. Ugyanakkor a bemutatott kísérletekben látják a tanulók, hogy egyes folyamatok nagyon gyorsan, míg mások lassabban mennek végbe. Továbbá bizonyára hallanak az autókban alkalmazott katalizátorokról is. Ezért a kémiai reakciók lassításának vagy gyorsításának módjairól szóló tananyagrészhöz javasoljuk bemutatni ezt a látványos kísérletet. A tanulóknak is elmondható magyarázat pedig ez lehet. A hidrogén-peroxid vízre és oxigénre bomlik:





## 2. Tanári bemutató kísérletek

Ezt a kémiai reakciót sokféle anyag tudja gyorsítani. Ebben a kísérletben a rózsaszín kobaltvegyület teszi ezt. Eközben a kobaltvegyület maga is változásokon megy át, amit a színek változása mutat. A folyamat végén a hidrogén-peroxid bomlását gyorsító rózsaszínű kobaltvegyületet újra visszkapjuk.

### Megjegyzések

- A kálium-nátrium-tartarát köznapi neve: Seignette-só. Ezt a vegyületet használjuk a Fehling(II)-oldat elkészítéséhez is (pl. az 1.12. számú, „Élet, erő egészség” és az 1.30. számú, Miért nem hizlal a light kóla? című tanulói kísérletekben). Azokban az esetekben azonban a  $\text{Cu}^{2+}$ -ionokkal képez komplexet.
- Célszerű tálcára helyezni a poharat, mert ha a pezsgés túl élénk, a folyadék kifuthat.
- Ha a még meleg oldathoz újabb 4-5  $\text{cm}^3$  tömény hidrogén-peroxid-oldatot adunk, akkor a jelenség újra megfigyelhető.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A maradék oldatot – kobaltionok mérgező hatása miatt – a „Szervetlen hulladékok” feliratú gyűjtőbe öntsük.

### 2.5. Miben különböznek az olajok és zsírok?

A kísérlettel azt szemléltetjük, hogy a zsírok és olajok szerkezete különböző, ezért eltérő a reakciókészségük is brómmal vagy más halogénekkal szemben.

#### **Eszközök**

Erlenmeyer-lombik dugóval, 500 cm<sup>3</sup>-es, 3 db  
kémcső, 3 db  
digitális mérleg  
vegyszereskanál, 2 db  
óraüveg, 2 db  
cseppentő  
vízfürdő  
óra

#### **Anyagok**

étolaj  
libazsír (vagy kacsazsír)  
disznózsír  
kálium-bromid  
kálium-bromát  
kénsav, koncentrált

#### **A kísérlet végrehajtása**

Mérjük le az óra előtt 1 g kálium-bromidot és 0,3 g kálium-bromátot, majd ezeket az óraüvegen alaposan keverjük össze és szórjuk az Erlenmeyer-lombikba. Ezt ismétljük meg még kétszer. Egy-egy kémcsőbe mérjük ki 5-5 g étolajat, libazsírt, illetve disznózsírt.

Az órán a kísérlet bemutatása előtt kb. 10 perccel készítsünk 80–90 °C-os vízfürdőt, és állítsuk a forró vízbe a 3 kémcsövet. A kísérlet bemutatására akkor kerülhet sor, ha a zsiradékok megolvadtak.

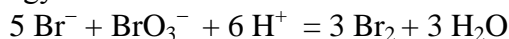
Lehetőleg elszívó fülke alatt az Erlenmeyer-lombikokban lévő kálium-bromid és kálium-bromát keverékéhez adjunk 4–4 csepp koncentrált kénsavat, és a lombikokat azonnal zárjuk le a dugókkal. Ha a barna színű brómgőz megtöltötte a lombikokat, egyszerre öntsük a 3 zsiradékot a 3 lombikba, ismét zárjuk le azokat, és figyeljük a gáztér színének a halványodását és mérjük meg az addig eltelt időt.

#### **Megfigyelés**

Leggyorsabban az olajat tartalmazó lombikban tűnik el a bróm színe, majd a libazsír, végül a disznózsír hatására is elhalványodik és eltűnik a barna szín.

#### **Magyarázat**

Kálium-bromidból és kálium-bromátból állítjuk elő a lombikokban a brómot. A folyamat reakcióegyenlete:



A zsírok és nem illó olajok a glicerinnel nagyobb (10-28), páros szénatomszámú, telített és telítetlen karbonsavakkal képezett észterei. A szobahőmérsékleten szilárd zsiradékokban több a telített, az olajokban pedig a telítetlen szénláncú sav. Például a marhafaggyú zsiradékában 54 tömegszázalék, a napraforgóolajében csak 13 tömegszázalék a telített karbonsav. A telítetlen kötés egyik jellemző reakciója az addíció. A brómhoz hasonlóan a jóddal is addíciós reakcióba lépnek a telítetlen zsírsavak.

## 2. Tanári bemutató kísérletek

A gyakorlatban a zsiradékok telítetlenségét a *jódszámmal* szokták jellemezni. A jódszám a 100 g zsiradék által megkötött jód grammokban megadott tömege. Egy példa: a lenolajban az összes zsírsav felét a háromszorosan telítetlen linolénsav ( $C_{17}H_{29}COOH$ ) képezi, ezért a jódszáma a 200-at is elérheti.

Ez a részletesebb magyarázat csak a középiskolai szerves kémiai ismeretek birtokában adható. De tekintettel arra, hogy az általános iskolában is fontos az életközeli, mindennapi kémiai ismeretek nyújtása, és az egyszeres és a kétszeres kovalens kötés szerepel a tananyagban, ezért a következő magyarázatot javasoljuk. A zsírok és az olajok között az a legfontosabb különbség, hogy az olajokban több kettős kötés van, mint a zsírokból. Emiatt az olajok szobahőmérsékleten folyékonyak, a zsírok pedig szilárdak. A két szénatom közötti kettős kötések reagálni tudnak az elemi brómmal. Az olajokban több kettős kötés van, ezért azok hamarabb fogyasztják el a rendelkezésre álló brómot, mint a zsírok.

### Megjegyzések

- A kísérletet csak házi készítésű zsírokkal érdemes elvégezni, mert a boltban vásárolt zsírokkal nem a várt eredményt kapjuk. Ennek oka valószínűleg a bolti zsírokból lévő avasodásgátló anyagokban keresendő. Ezek ugyanis szintén reakcióba léphetnek az elemi brómmal. Ezért a bolti zsírok esetében ugyanolyan gyors elszíntelenedés tapasztalható, mint az olaj esetében.
- A kísérlet az élelmiszereink kémiai tulajdonságainak tárgyalásakor mutatható be.
- Ha nincs elszívó fülke a tanteremben, akkor az óra végén célszerű bemutatni a kísérletet.
- Ha van elemi bróm és brómpipetta a szertárban, akkor 2-2 csepp bróm becseppentése a lombikokba, sokkal gyorsabb előkészítést tesz lehetővé.
- Ha viszont nincs elemi brómunk, akkor az ismertetett eljárással (több kiindulási anyagból) brómos víz is készíthető, ami alkalmas a szerves kémiai kísérletekhez.
- Szakköri foglalkozásra ajánljuk a szappanfőzést, ami különböző zsírokból, olajokból kiindulva változatos eredményeket ad.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A koncentrált kénsavat kizárólag a tanár kezelheti.
- Az edények tisztítása is nagy gondosságot igényel az esetleg nyomokban megmaradó bróm miatt. Ehhez a nátrium-tioszulfát használata ajánlott, amely bromiddá redukálja az elemi brómot.

### 2.6. Mire képes a mosogatószer?

A kísérlet látványosan szemlélteti, hogy a mosogatószer részecskéi kölcsönhatásba lépnek az olaj és a víz részecskéivel is.

#### **Eszközök**

mérőlombik, kb. 50 cm<sup>3</sup>-es (a nyakán hosszabb zsinórral)  
mérőhenger, 1000 vagy 2000 cm<sup>3</sup>-es  
főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es  
üvegbot

#### **Anyagok**

étolaj  
szudánvörös (helyette paprikapor is lehet)  
víz  
folyékony mosogatószer

#### **A kísérlet végrehajtása**

Töltsünk a főzőpohárba valamivel több olajat, mint a mérőlombik térfogata. Üvegbottal kevergetve fessük meg szudánvörös-indikátorral (de ha az nincs, piros paprika is jó). Töltsük teljesen tele a mérőlombikot a megfestett olajjal, a mérőhengert pedig majdnem teljesen tele vízzel. A zsinórt fogva engedjük le a mérőlombikot a vízzel telt hengerbe. Töltsünk egy jó adag mosogatószert középen a víz felszínére. Állítsunk a henger mögé egy olyan színű papírlapot, ami jól segíti a megfigyelést. Várjunk néhány percet.

#### **Megfigyelés**

Az olaj nem elegyedik a vízzel, így benne marad a vízbe leengedett mérőlombikban. Ahogy eléri a mosogatószer az olajat, az vékony csíkokban megindul a víz felszínére. Végeredményben a lombik teljesen kiürül, a víz felszínén pedig összegyűlik a vörösre festett olaj.

#### **Magyarázat**

Az olaj főként glicerideket tartalmaz, amelyek a zsírsavak glicerinnel képzett észterei, és közel apoláris (zsírbarát) molekulák. Ezért nem elegyedik az olaj a poláris molekulákból álló vízzel. A mosogatószerek kettős oldékonyságú (amfipatikus) molekulákból állnak, ami azt jelenti, hogy van zsírbarát (apoláris) részük, ami az olajmolekulákkal lép kapcsolatba, és vízbarát (poláris) részük, ami pedig a vízmolekulákkal lép kölcsönhatásba. Így ezek a molekulák mintegy „kihúzzák” az olajmolekulákat az edényből. Mivel az olajnak kisebb a sűrűsége, mint a víznek, így a víz felszínéig meg sem állnak.

Általános iskolában ajánlott az idegen szavak és a csak középiskolában tanítandó fogalmak használatának kerülése. Erre szolgálnak a fenti szövegben a „zsírbarát” (vagy helyette „zsiroidékony”), illetve „vízbarát” (vagy helyette „vízoldékony”) és a „kettős oldékonyságú” kifejezések, amelyek az „apoláris”, a „poláris” és az „amfipatikus” szavak helyett használhatók.

A magyarázat az alábbi módon még tovább egyszerűsíthető. A „hasonló a hasonlóban oldódik jól” elv alapján az olaj és a víz nem elegyedik egymással, mert nem hasonló a részecskéik szerkezete. Ezért a víz nem engedi ki az olajat a mérőlombikból. Hiszen a víz részecskéi nem akarják beengedni maguk közé az olaj részecskéit. Az olaj részecskéi sem szívesen kerülnének a víz részecskéi közé. A mosogatószer részecskéi azonban kettős oldékonyságúak: van egy vízoldható és egy zsíroidható részük is. A vízoldható részüket a vízbe, a zsíroidható

## 2. Tanári bemutató kísérletek

részüket pedig az olajba nyújtva, biztosítani tudják, hogy az olaj és a víz részecskéi elegyedjenek egymással. Így az olaj részecskéi már bekerülhetnek a víz részecskéi közé. Mivel pedig az olaj sűrűsége kisebb a víz sűrűségénél, az olaj részecskéi meg sem állnak a víz felszínéig.

### Megjegyzések

- Kombinálhatjuk a kísérletet azzal, hogy beleengedünk egy jégkockát a mérőhengerbe. Azt fogjuk tapasztalni, hogy jégkocka először lebeg az olajban, majd lesüllyed a vízbe, majd újra felemelkedik, és ez többször megismétlődik.
- A jég sűrűsége kisebb, mint a vízé:  $0,92 \text{ g/cm}^3$ . Az étolaj sűrűsége változó, de  $0,92$  és  $1,00 \text{ g/cm}^3$  közé esik, ezért az olajréteg a víz fölött helyezkedik el. Amikor a jég olvadni kezd, és vízburok vonja be a jégkockát, akkor a jégkocka és a víz együttes sűrűsége már nagyobb, mint az olajé, ezért az olvadó jégkocka lesüllyed. A vízben leválik róla a vízburok, ezért ismét felemelkedik.
- A fenti kísérlet magyarázata rokonságot mutat az 1.5. számú, A tej kalandja az ételfestékekkel című, és az 1.38. számú, Olajjal és margarinnal nemcsak főzni lehet című tanulói kísérletekével, valamint a 3.9. Szeret – nem szeret? kísérletterveztető feladatsorával.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- Az olajat természetesen nem önthetjük a lefolyóba, a „Halogénmentes szerves hulladékok” feliratú gyűjtőbe kell önteni.

### 2.7. Szilárd anyagok is reagálnak?

A kálium-hidrogén-szulfát és a nátrium-hidroxid szilárd állapotban is reagál egymással hőfelszabadulás közben.

#### **Eszközök**

főzőpohár, 50 cm<sup>3</sup>-es  
hőmérő, lehetőleg digitális  
vegyszereskanál  
porcelán mozsár

#### **Anyagok**

kálium-hidrogén-szulfát  
nátrium-hidroxid

#### **A kísérlet végrehajtása**

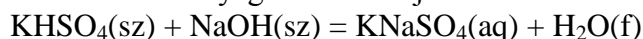
Porítsunk el kevés (1–2 vegyszeres kanálnyi) száraz (!) nátrium-hidroxidot. Tegyük egy vegyszereskanálnyi a főzőpohárba, és tegyük hozzá 3 vegyszereskanálnyi ugyancsak jól elporított kálium-hidrogén-szulfátot. Mérjük meg a kezdeti hőmérsékletet, majd keverjük jól össze. Néhány percig figyeljük a hőmérséklet változását.

#### **Megfigyelés**

A reakciókeverék kásás állagú lesz. A szobahőmérsékletre indulva kb. 10–15 °C hőmérséklet-emelkedés várható. Ez néhány perc alatt bekövetkezik.

#### **Magyarázat**

Ez egy szilárd fázisú anyagok között lejátszódó exoterm reakció:



A folyamat hajtóereje egyrészt az energiaminimumra való törekvés (hőfelszabadulás) másrészt a szerkezeti változás (a kristályosan rendezett állapotból a kevésbé rendezett oldat állapotba való átmenet, a rendeződéscsökkenés, azaz az entrópiánövekedés).

#### **Megjegyzés**

- A nátrium-hidroxid higroszkópos anyag. A kísérlet csak száraz nátrium-hidroxiddal végezhető el balesetmentesen. Szilárd, de nyirkos vegyszer esetén a reakció rendkívül hevessé válhat.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A nátrium-hidroxid veszélyes, maró hatású anyag. A kísérletet csak a tanár végezheti el (gumikesztyűben és természetesen védőszemüvegben).
- A kálium-hidrogén-szulfát nem helyettesíthető NaHSO<sub>4</sub>-tal, mert ez utóbbi kristályvíztartalmú is lehet. Ilyen esetben a reakció a kristályvízben való oldódás következtében veszélyesen felgyorsulhat, és a hőmérséklet akár 70–80 °C-ra is megemelkedhet.
- A kísérlet végén a hulladékok erős vízárammal engedjük le a lefolyóba.

### 2.8. Torokfájásra mézes teát!

A méz bomlásakor keletkező hidrogén-peroxid kimutatása, fertőtlenítő, baktériumölő hatása; a gyógyító élelmiszerek.

#### Eszközök

kémcsövek  
hőmérő  
üvegbot  
vegyszereskanál  
cseppentő  
kémcsőállvány

#### Anyagok

méz  
koncentrált kénsav  
kálium-dikromát-oldat, 0,1 mol/dm<sup>3</sup>  
víz

#### A kísérlet végrehajtása

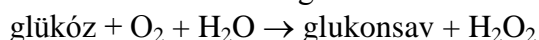
Készítsünk 10–10 cm<sup>3</sup> különböző hőmérsékletű (kb. 20, 40, 60 °C-os) teát vagy vizet. Öntsük a három különböző hőmérsékletű folyadékot egy-egy kémcsőbe, majd mindegyikben keverjük a vízhez kb. 1–2 kanálnyi mézet (mindegyikhez ugyanannyit). Savanyítsuk meg az oldatokat néhány csepp koncentrált kénsavval, majd adjunk hozzá 2–3 cm<sup>3</sup> kálium-dikromát-oldatot. Figyeljük meg a változást.

#### Megfigyelés

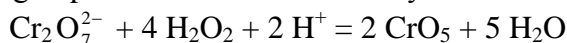
A kémcsövekben fokozatos színváltozásokat tapasztalunk narancssárgából sötétedő zöldes-barnás színárnyalatokon keresztül az oldatok sötétkék színűvé változnak. A színváltozás a 40 °C-os oldatban játszódik le a leghamarabb, majd a 60 °C -os oldatban. A 20 °C-os oldat színváltozása a leglassúbb, és nem is éri el azt az intenzív sötétkék szint, amit a másik két oldatnál tapasztalunk.

#### Magyarázat

Az oldatokban lévő mézből a glükóz-oxidáz nevű enzim hatására hidrogén-peroxid fejlődik.



A hidrogén-peroxid-koncentráció arányos a kék szín intenzitásával, mivel a



reakció során keletkezett CrO<sub>5</sub> (króm-pentoxid) kék színű, és ennek intenzitása a hidrogén-peroxid mennyiségével arányos króm-pentoxid-koncentrációtól függ. Az enzim különböző hőmérsékleten különböző intenzitással termeli a hidrogén-peroxidot. Leghatékonyabban 37 °C-on működik, és 80 °C felett leáll a hidrogén-peroxid termelése. A kezdeti hidrogén-peroxid koncentráció a 40 °C-os vízben volt a legmagasabb, ezért itt a leggyorsabb a színváltozás. A 60 °C-os oldatban a fokozatos lehűléssel nőtt a hidrogén-peroxid mennyisége, majd a 37 °C-ot elérve maximális értékre változott, melynek hatására az oldatok lassan sötétkék színűek lettek. A 20 °C-os (kb. szobahőmérsékletű) oldat lassan sötétedett és nem érte el a másik két mintánál tapasztalt intenzív sötétkék szint, mivel az oldat nem melegedett szobahőmérsékletnél magasabb hőmérsékletre, így a maximális hidrogén-peroxid-koncentráció nem alakulhatott ki.

### Megjegyzések

- A hiperoltabletta a hidrogén-peroxidnak karbamiddal alkotott szilárd zárványvegyülete. Vízben oldva hidrogén-peroxid szabadul fel, ennek bomlása során keletkező oxigén baktériumölő hatású. A mézes tea egyik hatóanyaga szintén a hidrogén-peroxid. A méz fő kémiai összetevői: glükóz, fruktóz, víz, maltóz, egyéb háromértékű cukrok és más szénhidrátok, szacharóz, ásványi anyagok, vitaminok, enzimek (invertáz, amiláz, glükóz-oxidáz, kataláz, foszfatáz). A glükóz-oxidáz enzim katalizálja a glükóz oxidációját.
- A méz régóta népi gyógyításra is használt élelmiszer. A mézet régen baktériumölő hatása miatt az orvostudomány is felhasználta sebgyógyításra, fertőtlenítésre. Bebizonyították, hogy már Kr. e. kb. 2500-ban az emberek sebek gyógyítására és könnyebb égési sérülések kezelésére használták a mézet. Az I. világháború alatt a fronton az orvosok a sérült katonák gyógyítására mézzel és halzsírral átitatott gézt használtak.
- A hidrogén-peroxid színtelenítő hatásáról az 1.39. számú, Oxigén a mosószerből című tanulói kísérlet megjegyzései között esik szó.

### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A krómtartalom miatt a kísérleti maradékot a lefolyóba tilos kiönteni, gyűjtőedénybe kell kerülnie.
- Nagyon óvatosan dolgozzunk, mert a kálium-dikromát veszélyes mérgező, és a kénsavas kálium-dikromát erősen maró, oxidáló, roncsoló hatású.



### 2.9. Üdítőital-szökőkút

A kísérlet a gázok oldódásának hőmérsékletfüggését demonstrálja.

#### **Eszközök**

hosszú és vastag fémcsavar vagy fémcső darab  
fémcsipesz  
nagy műanyag tálca  
Bunsen-égő vagy konyhai gázégő  
hűtőszekrény

#### **Anyagok**

1,5 vagy 2 literes szénsavas üdítőitalt tartalmazó lezárt műanyagflakon

#### **A kísérlet végrehajtása**

A hűtőszekrényből kivett, zárt, hideg üdítő palackot állítsuk rá egy peremes, nagy műanyag tálcára. Hevítsük fel a fémcsavart vagy a fémcső darabot, és az üdítő üveg tetejét lecsavarva pottyantsuk bele a hideg üdítőbe. Figyeljük meg, hogy mi történik.

#### **Megfigyelés**

A flakomból gyönyörű üdítőital szökőkút tör elő.

#### **Magyarázat**

A felhevített csavar vagy fémcső darab felmelegíti a szénsavas üdítőitalt. A hőmérséklet emelkedésével csökken a szén-dioxid-gáz vízben való oldhatósága, ezért szén-dioxid-molekulák lépnek ki az oldatfázisból a gáztérbe, miközben vízmolekulákat ragadnak magukkal. Ez az oka a szökőkútszerű jelenségnek.

#### **Megjegyzések**

- A kísérlet a gázok vízben való oldhatóságának hőmérsékletfüggését mutatja be.
- Kérdéseket tehetünk fel a köznapi életben tapasztaltakra vonatkozólag. Mi történik és miért, ha egy meleg nyári napon kirándulunk, megszomjazunk és kinyitjuk a magunkkal hozott szénsavas üdítőitalt tartalmazó üveget? Mi történik és miért, ha a vendéglőben olyan, már kissé romlott majonézt vagy kecsapot nyitunk ki, amelyet a pincér rövid idővel azelőtt a hűtőszekrényből vett ki és tett az asztalra?

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A forró csődarabot kizárólag fémcsipesz segítségével fogjuk meg.
- A megmaradt üdítő a lefolyóba önthető.

### 2.10. Varázspoharak

Néhány cseppnyi vegyszer is megváltoztathatja a kémhatást vagy kiválthat színváltozással járó reakciót.

#### Eszközök

főzőpoharak, 100 cm<sup>3</sup>-es, 5 db  
cseppentő, 5 db

#### Anyagok

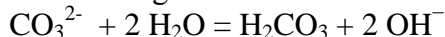
fenolftaleinoldat  
nátrium-karbonát-oldat, 5 g/100 cm<sup>3</sup>-es  
vas(III)-klorid-oldat, 50 g/100 cm<sup>3</sup>-es  
ammónium-tiocianát-oldat, 30 g/100 cm<sup>3</sup>-es  
kálium-hexaciano-ferrát(II)-oldat, 5 g/100 cm<sup>3</sup>-es  
víz

#### A kísérlet végrehajtása

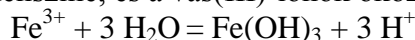
Az 1. főzőpoharat öntsük majdnem tele vízzel, majd cseppentsünk bele 3 csepp fenolftaleinoldatot. A 2. pohárba cseppentsünk 5 csepp szódaoldatot, a 3. pohárba 10 csepp vas(III)-klorid-oldatot, a 4. pohárba 10 csepp ammónium-tiocianát-oldatot, az 5. pohárba pedig 10 csepp kálium-hexaciano-ferrát(II)-oldatot. Állítsuk sorba az öt főzőpoharat egy fehér lap előtt. Az elsőben szintelen folyadék van, a többi látszólag üres. A „varázslat” úgy szól, hogy a „vizet” az 1. pohárból átöntjük a 2. pohárba, ahol az „málnaszörppé” változik, majd továbböntjük a 3. pohárba, ahol „tea” lesz belőle, a 4. pohárban „vörösborra” változik, az 5. pohárban pedig sötétkék „tinta” lesz belőle.

#### Magyarázat

A 2. pohárban a lúgosan hidrolizáló szóda okozza a fenolftalein ciklámenszínét:



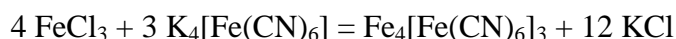
A 3. pohárban lévő vas(III)-klorid savasan hidrolizál, ezért tűnik el a fenolftalein ciklámenszíne, és a vas(III)-ionok okozta sárga szín jelenik meg:



A 4. pohárban a vas(III)-ionok a tiocianationokkal vörös színeződést adnak:



Az utolsó pohárban a ferri-ferro-cianid vegyület (berlini kék) alakul ki, ezért látjuk a sötétkék színt:



Általános iskolában a kísérlet bemutatását természetesen részletesebb magyarázat és reakcióegyenletek nélkül, inkább a kémia színességének és érdekességének illusztrálásaként javasoljuk. A savak és lúgok kémhatásának szemléltetése és a fenolftaleinindikátor viszont szerepel a tananyagban. Ezzel a kísérlettel kapcsolatosan – főként az érdeklődők számára – meg lehet említeni, hogy a sók vizes oldatának a kémhatása is lehet lúgos, illetve savas.

#### Megjegyzések

- Vas(III)-kloridból csak tömény sósav hozzáadásával készíthető nem zavaros oldat (a Fe<sup>3+</sup>-ionok hidrolízise miatt). A lúgosan hidrolizáló szódával természetesen az oldatban lévő sósav is reagál.

## 2. Tanári bemutató kísérletek

- Ez a kísérlet tulajdonképpen az 1.8. számú, Bűvészkedés három pohár „vízzel” című tanulói kísérlet továbbfejlesztett változatának tekinthető.
- A  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  vegyület (berlini kék) az 1.18. számú, Festőművészek előre! című, valamint az 1.45. számú, Ujjlenyomatot készítünk című tanulói kísérletekben is szerepel.
- A 3.7. számú, Mennyire vasas az ivóvíz? című kísérletben a tanulók a vízminta vas(III)-ion-tartalmát a tiocianát-ionnal való vörös színreakciója alapján határozhatják meg.
- Ha 4. és az 5. pohárban nagyon mély színárnyalatú oldatot kapunk, akkor érdemes ezeket eleve nagyobb főzőpohárban elkészíteni, és utána meghígítani desztillált vízzel. Háromszoros hígítás után jobban látszódik az oldatok színe.

### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A maradék oldatokat a szervesetlen hulladékok feliratú gyűjtőedénybe kell önteni.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához

#### Bevezetés a csoportos tanulói kísérletterveztető feladatlapokhoz

Az utóbbi években Magyarországon is terjed a csoportos tanulói kísérletterveztetés gondolata. Az önálló tudományos igényű kutatásokat modellező, az angol nyelvű szakirodalomban manapság leggyakrabban „*inquiry-based science education*” (IBSE) összefoglaló néven említett oktatási módszerek alkalmazásakor a diákok szellemileg és fizikailag is aktív szerepbe kerülnek. Ez (a vonatkozó szakirodalom szerint) bizonyos feltételek teljesülése esetén segíti a természettudományos műveltség fejlődését, valamint az érdeklődés felkeltését és fenntartását is.

Az IBSE széleskörű bevezetését és (ezen belül magyarországi) alkalmazását azonban az első tapasztalatok alapján sokféle nehézség akadályozza. Ezért az „Országos Koordinációval a Pedagógusképzés Megújításáért” című, az ELTÉ-n 2014–2015 során megvalósított TÁMOP projekt keretében az IBSE bevételek vizsgálatával kapcsolatos empirikus kutatást végeztünk. Ennek eredményei szerint már az is kimutathatóan jó hatással van a tanulók természettudományos gondolkodására, ha a hagyományos tanulókísérletek egy vagy több lépését nekik kell megtervezni. Ezért a jelen jegyzet e fejezetében több olyan, az IBSE elveire épülő feladatsort is közlünk, amelyek véleményünk szerint közvetlenül is alkalmazhatók. Másrészt ezek egyúttal mintaként szolgálhatnak a további hasonló feladatlapok elkészítéséhez. Az itt közölt munkák első változatai vagy ötletei több esetben is az ELTE TTK-n a Magyar Génius Projekt, illetve a Tehetséghidak Program keretében szervezett kémiatanár továbbképzések résztvevőitől származnak. Az eredeti munkák és esetenként az átdolgozott (rövidített) változataik a következő webcímről tölthetők le: <http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/index.html> (utolsó megtekintés: 2016. 01. 10.)

E feladatsorokra fokozottan érvényes az, hogy a tanárnak kell eldöntenie, mennyi és milyen segítséget nyújt diákjainak a megoldás során. A munka könnyítése érdekében a tanári változatok tartalmazzák ugyanazokat a szövegeket, amelyek a tanulói feladatlapokon szerepelnek. Így ugyanis a tanár munka közben pontosan látja, mit olvasnak a tanulók. Természetesen ezen feladatlapok doc formátumú változatai igény szerint átszerkeszthetők. A nyílt végű (többféle jó megoldást is lehetővé tévő) kísérlettervező feladatok többféle képességet fejlesztenek, mint a zárt végűek (amelyeknek csak egy jó megoldása van). Azonban figyelembe kell venni, hogy a nyílt végű IBSE feladatok kivitelezése a normál tanórai keretek között már csak azért is körülményes, mert adott esetben a felhasznált eszközöket és/vagy anyagokat is a tanulók választhatják meg. Ezért az ilyen jellegű feladatokat inkább szakkörre, otthoni munkához vagy különféle projektekhez ajánljuk.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához

Az IBST módszer újdonságára való tekintettel az alábbiakban megadunk néhány speciálisan e témával foglalkozó irodalmat.

- Szalay Luca: Tanulói kísérlettervezés a kémiaórákon, a „Természettudomány tanítása korszerűen és vonzóan” c. konferencia (Budapest, ELTE, 2011. aug. 23-25.) előadásainak és poszterbemutatóinak szerkesztett anyaga, 525-530. old., [http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/teljes\\_kotet.pdf](http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/teljes_kotet.pdf) (utolsó megtekintés: 2016. 01. 10.)
- Luca Szalay: Promoting inquiry-based teaching of chemistry. LUMAT (2015), 3(3), 327-340., <http://luma.fi/lumat-en/3878> (utolsó megtekintés: 2015. 08. 20.)
- Szalay Luca: Mire jó a tanulói kísérlettervezés? Az ELTE Tanárképző Központ által 2014. nov. 10–11-re szervezett, „Tudós tanárok, tanár tudósok – Konferencia a minőségi tanárképzésről” című, tudományos szimpózium előadásainak szerkesztett anyaga. (megjelenés alatt)
- Luca Szalay, Zoltán Tóth, Using Inquiry-Based Approaches in Traditional Practical Activities, 6th Eurovariety in Chemistry Education, Chemistry Education for Responsible Citizenship and Employability, Tartu, 2015
- Szalay Luca: A természettudományos megismerés és a kutatásalapú tanulás, in: A kémiatanítás módszertana. ELTE, Budapest, 2015, 127-132. old. [http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiatanitas\\_modszertana\\_jegyzet.pdf](http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiatanitas_modszertana_jegyzet.pdf) (utolsó megtekintés: 2016. 01. 12.)
- <http://www.inquiryinaction.org/> (utolsó megtekintés: 2016. 01. 07.)
- <http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/index.html> (utolsó megtekintés: 2015. 12. 24.)

### 3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához

#### 3.1. Hamupipőke és más történetek

Egy keverék összetevői szétválasztásának megtervezése és kivitelezése.

##### **Eszközök (tanulócsoportonként)**

óraüveg, 3 db  
főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es  
üvegbot  
tölcsér  
meghajtogatott szűrőpapír, 2 db  
szűrőállvány és szűrőkarika  
Bunsen-égő vagy borszeszégő  
mágnes  
papír zsebkendő  
vasháromláb  
kerámias drótháló  
bepárlótál  
csipesz

##### **Anyagok**

réz(II)-szulfát (rézgálic)  
vaspor  
homok

##### **A kísérlet végrehajtása**

Hamupipőke meséjében a gonosz mostoha szándékosan összekeverte a lencsét hamuval és más szeméttel, és abból kellett a szegény kis árvának az ehető lencsét újra kiválogatnia. Tanultátok, hogy az anyagok többsége nem kémiailag tiszta formában, hanem (a gonosz mostoha ármánykodása nélkül is) keverékekben fordul elő. Azonban nekünk gyakran csak a keverék egyik vagy néhány összetevőjére van szükségünk.

**Feladat:** Egy főzőpohárban a következő három anyagból álló porkeveréket találjátok:

1. homok      2. rézgálic      3. vaspor.

Beszélgétek meg, hogy eltérő fizikai tulajdonságaik alapján, milyen szétválasztási műveleteket, milyen sorrendben elvégezve tudátok kinyerni minél többféle összetevőt és minél tisztábban ebből a keverékből, a tálcátokon lévő eszközök és anyagok felhasználásával. Írjátok le a kísérletek tervét, majd jóváhagyás után végezzétek is el azokat. Utána jegyezzétek le a megfigyeléseket és a magyarázatokat is.

A tanulócsoportok által megtervezendő kísérletek.

**a)** A mágnes segítségével kiemeljük a vasport a keverékből, és az egyik óraüvegre tesszük. (Célszerű ehhez a mágneset előbb papír zsebkendővel beburkolni, mert így a tiszta óraüveg fölé téve, majd a mágneset a papír zsebkendőből kivéve, a vaspor az óraüvegre hullik. Enélkül viszont nagyon nehéz a vasport a mágnestről lekaparni. Mivel a vaspor ilyenkor a többi összetevőből is magával ragad néhány apró szemcsét, érdemes ezt a műveletet néhányszor megismételni úgy, hogy a vasport átemeljük egy másik óraüvegre, és az előző óraüvegen maradt egyéb összetevők porát mindig visszaöntjük a főzőpohárban maradt többi összetevőhöz.)

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

**b)** A főzőpohárban maradt két összetevőből álló keverékhez kevés vizet adunk, és üvegbottal jól elkeverjük, majd felmelegítjük. Annyi vizet kell adni hozzá, hogy a meleg oldatban az összes kék kristály feloldódjon. (Ha a kék réz(II)-szulfát kristályok szemmel jól láthatók, akkor elképzelhető, hogy a diákok meg fogják próbálni ezeket még a feloldás előtt csipesszel kiválogatni.)

**c)** A főzőpohár tartalmát szűrjük, majd a szilárd anyagot még egyszer vagy kétszer kevés meleg vízzel mossuk. A szűrőpapíron maradt anyagot a szűrőpapírral együtt csipesszel egy óraüvegre emeljük és hagyjuk megszáradni. (A következő órán a száraz szűrőpapírról a kiszűrt szilárd anyag lekaparható.) A szűrletet főzőpohárban felfogjuk.

**d)** A szűrletet bepárlótálban Bunsen-égővel vagy borszeszégővel kerámiás dróthálón melegítve az eredeti térfogatának egy kis részére bepároljuk. (Célszerű ezt addig végezni, amíg az első kicsi kék kristályok megjelennek az edény falán, közvetlenül a folyadékfelszín fölött. Vízfürdőt alkalmazva lassabb, de kíméletesebb a bepárlás.) Utána hagyjuk lehűlni, és állni a következő tanóráig, amikor majd szűrjük, mossuk és szárítjuk a kristályos réz(II)-szulfátot.

#### Megfigyelés

**a)** A mágnessel a vaspór a másik óraüvegre átemelhető. Szemmel láthatóan magával ragad egy keveset a többi szilárd anyagból is. Ezért a műveletet néhányszor meg kell ismételni úgy, hogy a második óraüvegen maradt nem mágneses szemcséket visszaöntjük az eredeti keverékhez.

**b)** Meleg vízzel összekeverve a maradék két összetevőt, világoskék oldat keletkezik, amelyben a homok a főzőpohár aljára süllyed.

**c)** Szűréskor a homok a szűrőpapírra kerül, amelyről száradás után lekaparható.

**d)** A világoskék szűrletet alaposan bepárolva, néhány napos állás után kék színű kristályok válnak ki belőle.

#### Magyarázat

**a)** A három összetevő közül csak a vas mágneses tulajdonságú, tehát ez mágnessel kiemelhető a keverékből. (Az ipari hulladékból is így válogatják ki, csak ott elektromágnezt használnak, és egyszerűen az áram kikapcsolásával „engedi el” a gép a szemétből kiemelt vasat a megfelelő gyűjtőedény fölé érve.)

**b)** A maradék két összetevő közül csak a réz(II)-szulfát oldódik vízben, világoskék oldatot képezve. A mosott homok vízben nem oldható, és a nagy sűrűsége miatt lesüllyed a főzőpohár aljára.

**c)** A szűréskor az oldhatatlan homok a szűrőpapírra kerül.

**d)** A kék színű oldatból kristályosítással nyerhető ki tiszta, szilárd rézgálic ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Hogy minél nagyobb részét kapjuk vissza, érdemes felforralni és bepárolni az oldatot. Így lehűlés után a kisebb térfogatú és alacsonyabb hőmérsékletű vízben kevesebb kristályos réz(II)-szulfát tud oldódni, és a főleg kék kristályok formájában kiválik. Ezek tiszta szűrőpapíron kiszűrhetők, és hideg vízzel való mosás után óraüvegen megszáradhatnak. Az

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

esetleges szennyezésekre nézve az oldat remélhetőleg nem telített, ezért azok ekkor a szűrletben (azaz az „anyalúgban”) maradnak.

#### Megjegyzések

- Ha a vasport nem sikerül elég jól elválasztani a rézgálictól és a homoktól, akkor a meleg vízben való oldáskor lejátszódik a következő reakció:  $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$ . (Az ioneqyenlet természetesen csak akkor írható fel, ha a tanulók már ismerik az ion fogalmát. A keverékek elválasztásának tanításakor ezért a reakció csak a következő szóegyenlettel magyarázható: vas + réz-szulfát = vas-szulfát + réz.) Ilyenkor a homok felületén vörösesbarna rézkiválás tapasztalható. Ebben az esetben el lehet mesélni azt, hogy a középkorban a szomolnoki bányában (Szomolnok ma Smolník, Szlovákia) is megfigyelték ezt a kémiai folyamatot, amikor a bányászok a rézvegyületeket tartalmazó bányavízben hagyták a vasszerszámokat. Akkoriban ezt az alkimisták az anyagok egymásba való alakíthatósága bizonyítékának tekintették. Ez az elképzelés sokáig táplálta a reményt, hogy az arany más anyagokból előállítható. Így az alkimisták tovább folytatták meddő erőfeszítéseiket. A 3.4. számú, Melyik fém az „erősebb”? című kísérletterveztető feladatsor elvégeztetésekor pedig vissza lehet utalni erre a tapasztalatra.
- A homokot használat előtt többször, alaposan át kell mosni és jól meg kell szárítani. Ha a homok nedves marad, akkor a vassal és réz(II)-szulfáttal való összekeverés során lejátszódik a fenti reakció, és kiválik a vörösréz.
- A rézgalic kristályoknak nagyon apróknak, de szemmel jól láthatóan kéknek kell lenniük.
- A bepárláskor az edény szélén keletkező réz(II)-szulfát kristályok a hő hatására történő vízvesztés miatt kifehéredhetnek.
- A kísérletsorozat frontális megbeszélésekor meg kell kérdezni a tanulóktól, hogy melyik elválasztási műveletnek milyen fizikai tulajdonság az alapja. Gondolkodtató kérdésként föltehető, hogy vajon van-e a kémiai tulajdonságok különbözőségén alapuló elválasztási művelet. Föl kell hívni arra is a figyelmet, hogy az elválasztás sohasem lehet tökéletes, csak nagyobb vagy kisebb hatékonyságú. A hatékonyság pedig sajnos többnyire a műveletek többszöri ismétlésével növelhető (ld. a vas kiemelése mágnessel a többi összetevő mellől). Ennek eredményeként az adott összetevő(ke)t egyre tisztábban, de egyre kisebb mennyiségben (azaz egyre rosszabb kitermeléssel) kapjuk meg.

#### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A melegítéskor vigyázni kell arra, hogy senki ne égesse meg vagy forrázza le magát.
- A réz(II)-szulfát mérgező nehézfémsó, a „Szervetlen hulladék” feliratú gyűjtőbe kell tenni.



### 3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához

#### Hamupipőke és más történetek

##### **Eszközök (tanulócsoportonként)**

óraüveg, 3 db  
főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es  
üvegbot  
tölcsér  
meghajtogatott szűrőpapír, 2 db  
szűrőállvány és szűrőkarika  
Bunsen-égő vagy borszeszégő  
mágnes  
papír zsebkendő  
vasháromláb  
kerámiás drótháló  
bepárlótál  
csipesz

##### **Anyagok**

réz(II)-szulfát (rézgálic)  
vaspor  
homok

##### **A kísérlet végrehajtása**

Hamupipőke meséjében a gonosz mostoha szándékosan összekeverte a lencsét hamuval és más szeméttel, s abból kellett a szegény kis árvának az ehetséges lencsét újra kiválogatnia. Tanultátok, hogy az anyagok többsége nem kémiailag tiszta formában, hanem (a gonosz mostoha ármánykodása nélkül is) keverékekben fordul elő. Azonban nekünk gyakran csak a keverék egyik vagy néhány összetevőjére van szükségünk.

**Feladat:** Egy főzőpohárban a következő három anyagból álló porkeveréket találjátok:

1. homok    2. rézgálic    3. vaspor.

Beszélgétek meg, hogy eltérő fizikai tulajdonságaik alapján, milyen szétválasztási műveleteket, milyen sorrendben elvégezve tudnátok kinyerni minél többféle összetevőt és minél tisztábban ebből a keverékből, a tálcátokon lévő eszközök és anyagok felhasználásával. Írjátok le a kísérletek tervét, majd jóváhagyás után végezzétek is el azokat. Utána jegyezzétek le a megfigyeléseket és a magyarázatokat is.

A kísérlet tervezett lépései:

a)

b)

c)

### 3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához

d)

#### Megfigyelés

a)

b)

c)

d)

#### Magyarázat

a)

b)

c)

d)

#### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A melegítéskor vigyázni kell arra, hogy senki ne égesse meg vagy forrázza le magát.
- A réz(II)-szulfát mérgező nehézfém-só, a „Szervetlen hulladék” feliratú gyűjtőbe kell tenni.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

#### 3.2. Hogyan működik a sütőpor?

Ismerkedés a minőségi elemzés elvével a sütőpor összetevőinek kimutatásán keresztül.

##### **Eszközök (tanulócsoportonként)**

fehér csempék, 3 db  
vegyszereskanál, 4 db  
cseppentő, 4 db

##### **Anyagok**

sütőpor  
szódabikarbóna  
borkősav  
keményítő  
ételecet  
vöröskáposztalé  
Lugol-oldat (KI-os jóoldat)  
víz

##### **A kísérlet végrehajtása**

Leírás alapján végzendő kísérletek.

a) Bizonyítsátok be a tálcákon található anyagok és eszközök felhasználásával, hogy a sütőporban szódabikarbóna, borkősav és keményítő van. Sorban vizsgáljátok meg, hogyan viselkedik ez a négyféle szilárd anyag, amikor a négyféle folyadékot rájuk csöppentitek. A megfigyeléseitekről töltsétek ki a Megfigyelés a) pontjában lévő táblázatot, és magyarázzátok is meg a látottakat.

A tanulócsoportok által megtervezendő kísérletek.

b) A sütőpor úgy működik, hogy amikor a tésztában lévő nedvességgel kapcsolatba kerül, akkor szén-dioxid-gáz keletkezik, ami felfújja a tésztát. Hogyan tudnátok megvizsgálni, hogy a sütőpor három összetevője közül melyik kettőnek a reakciójából fejlődik ez a szén-dioxid-gáz?

A kísérlet terve: A sütőpor három összetevőjét párosával össze kell keverni egymással, és az így létrehozott három kis kupacra sorban vizet kell cseppenteni.

##### **Megfigyelés**

a) Táblázatosan összefoglalva:

szilárd / folyadék	víz	ecet	jódoldat	vöröskáposztalé
<b>szódabikarbóna</b>	oldódik	<u>pezseg</u>	barnás színű, oldódik	<u>zöld színű</u> , oldódik
<b>borkősav</b>	oldódik	oldódik	barnás színű, oldódik	<u>piros színű</u> , oldódik
<b>keményítő</b>	részben oldódik	részben oldódik	<u>sötétkék színű</u> , részben oldódik	részben oldódik
<b>sütőpor</b>	<u>pezseg</u>	<u>hevesen pezseg</u>	<u>sötétkék színű</u>	<u>zöld és pezseg</u> , <u>végül lila színű</u>

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

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

#### Magyarázat

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

b) A szódabikarbóna és a borkősav reakciójából szén-dioxid-gáz fejlődik.

**Kérdés:** Vajon mi lehet a szerepe a sütőpor harmadik összetevőjének, amely nem vesz részt a fenti kémiai reakcióban?

**Válasz:** A keményítő vízmegkötő hatású, és éppen azért van a sütőporban, hogy ne játszódjon le túl hamar a reakció a szódabikarbóna és a sav között.

#### Megjegyzések

- A kísérlethez szükséges szilárd anyagokat és folyadékokat pl. különböző színű italospalack kupakokban is ki lehet készíteni. Vegyszereskanál helyett pedig használható egy vastag szívószálból ferdén metszett „spatula”. A kísérletek fehér csempék helyett üres filmtabletta tartókban vagy laminált papíron is végrehajthatók.
- A tanulókérslet előkészítésekör a négyféle szilárd anyagot és a négyféle folyadékot, valamint az adagolásukhoz szükséges eszközöket minden csoportnak meg kell kapnia (pl. a fent már jelzett módokon). Célszerű, ha a csoportok alkoholos filctollat is kapnak, amellyel megjelölhetik a csempéken vagy a filmtabletta-tartókon azt, hogy hová milyen anyagokat tettek. Lehet könnyíteni a munkájukat azzal, hogy a csempéken előre megjelöljük az anyagok helyét. (A táblázat két db, 15 × 15 cm méretű fehér csempére fér rá, megfelelő rövidítéseket alkalmazva, de lehet nagyobb csempét is használni, amire az egész táblázat ráfér.) A kísérletek azonban olyan, A4 papírra kinyomtatott és laminált üres táblázat rubrikáiban is végezhetők, amely a kísérletek után lemosható, és többször is felhasználható. (Csak a jóđ szokott maradandó nyomot hagyni rajta, mivel rákötődik a műanyagra.) További segítséget jelent, ha a harmadik csempét háromfelé osztjuk, ami eleve irányítja a tanulók gondolkodását a kísérlet megtervezése során.
- Régebben valóban borkősav volt a sütőporban, de manapság már dinátrium-difoszfát (más néven dinátrium-pirofoszfát, ami difoszforsav savanyú sója, a képlete:  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ) van feltüntetve a felhasznált sütőpor zacskóján. Középisikolás (és főleg emelt szintű érettségire készülő) diákokkal érdekes azt is megbeszélni, hogy ez az anyag miért savas kémhatású és miért jó az, ha a gázfejlődés után a sütőporból (közel) semleges oldat marad vissza. A fenti, részletes magyarázat természetesen csak az ahhoz szükséges előzetes ismeretekkel rendelkező tanulóktól várható el. Az ő esetükben a következő feladat szövege így

### 3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához

fogalmazható meg: „Bizonyítsátok be a tálcatokon lévő eszközök és anyagok segítségével, hogy a sütőporban valóban a fenti kísérlet magyarázatában említett két összetevő reagál.”

- Ha a diákok ismerik a borkősav képletét, akkor a teljes reakcióegyenlet felírása is elvárható tőlük. Egyébként pedig természetesen csak a nátrium-hidrogén-karbonát oxóniumionnal (egyszerűsített esetben hidrogénionnal) való reakcióegyenlete írható fel. Ha a tanulók még ezeket a képleteket sem tanulták, akkor írhatnak egyszerűen szóegyenletet is (szódabikarbóna + sav = só + szén-dioxid + víz).
- A fenti kísérlet tapasztalatainak és értelmezésüknek frontális megbeszélésekor érdemes kitérni arra, hogy ezzel lényegében a minőségi elemzés, idegen szóval a kvalitatív analízis elvét modelleztük. Ha a diákok még nem ismerik ezt a kifejezést és a kvalitatív analízis célját, akkor azt természetesen külön el kell nekik magyarázni.
- Érdekes téveszme terjedt régebben a háziasszonyok körében, miszerint a sütőport vagy szódabikarbónát előbb „jól ki kell pezsgetni” egy kis ecettel, s aztán kell a tésztához adni. Meg lehet kérni a diákokat arra, hogy kémiatudásuk alapján magyarázzák meg, miért helytelen ez az elképzelés (vagy úgyis fel lehet tenni a kérdést, hogy szerintük helyes-e ez az elképzelés). Lehetséges, hogy ez a téveszme úgy keletkezett, hogy amikor szódabikarbónát használnak sütőpor helyett, akkor a tésztába tett pici ecet vagy más, savas kémhatású anyag (pl. citromlé) segítheti (az egyébként a szódabikarbóna hő hatására bekövetkező bomlása során keletkező) szén-dioxid-gáz felszabadulását.
- Ennek az összetett kísérletsorozatnak minden eleme megtalálható az egyszerűbb tanulói kísérletek között. Az 1.15. számú, Építsünk működő vulkánt! című kísérletben a tanulók megtapasztalhatják a szódabikarbóna és az ecet heves szén-dioxid gázfejlődéssel járó reakcióját. Az 1.49. számú, Varázsírás című kísérlet alapja a jód és a keményítő között lejátszódó, színváltozással járó folyamat. Az 1.50. számú, Vizsgálódjunk a konyhában, fürdőszobában című kísérletben, illetve a 3.5. számú, Melyik pohárban van több ecet? című kísérletterveztető feladatlap megoldásakor pedig a vöröskáposztalé szolgál sav-bázis indikátorként. Emiatt a jelen kísérletterveztető feladatlap különösen alkalmas egy olyan év végi, szintetizáló jellegű komplex gyakorlati feladatnak, amelynek hétköznapi vonatkozásai is vannak. Ráadásul közben a természettudományos vizsgálatok elveivel is ismerkednek a tanulók.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlethez használt eszközök és anyagok nem veszélyesek.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

#### Hogyan működik a sütőpor?

##### **Eszközök (tanulócsoportonként)**

fehér csempék, 3 db  
vegyszereskanál, 4 db  
cseppentő, 4 db

##### **Anyagok**

sütőpor  
szódabikarbóna  
borkósav  
keményítő  
ételecet  
vöröskáposztalé  
Lugol-oldat (KI-os jóddoldat)  
víz

##### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** Bizonyítsátok be a tálcákon található anyagok és eszközök felhasználásával, hogy a sütőporban szódabikarbóna, borkósav és keményítő van. Sorban vizsgáljátok meg, hogyan viselkedik ez a négyféle szilárd anyag, amikor a négyféle folyadékot rájuk csöppentitek. A megfigyeléseitekről töltsétek ki a Megfigyelés **a)** pontjában lévő táblázatot, és magyarázzátok is meg a látottakat.

**b)** A sütőpor úgy működik, hogy amikor a tésztában lévő nedvességgel kapcsolatba kerül, akkor szén-dioxid-gáz keletkezik, ami felfújja a tésztát. Hogyan tudnátok megvizsgálni, hogy a sütőpor három összetevője közül melyik kettőnek a reakciójából fejlődik ez a szén-dioxid-gáz?

A kísérlet terve:

##### **Megfigyelés**

**a)** Táblázatosan összefoglalva:

szilárd / folyadék	víz	ecet	jóddoldat	vöröskáposztalé
szódabikarbóna				
borkósav				
keményítő				
sütőpor				

### 3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához

b)

#### Magyarázat

a)

b)

Vajon mi lehet a szerepe a sütőpor harmadik összetevőjének, amely nem vesz részt a fenti kémiai reakcióban?

#### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kísérlethez használt eszközök és anyagok nem veszélyesek.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

#### 3.3. Kemény vizek lágyítása

A vízkeménység okának és a hagyományos vízlágyítás elvének megismerése.

##### **Eszközök (tanulócsoportonként)**

kémcső, 10 db  
kémcsőbe való dugó, 6 db  
kémcsőállvány  
vegyszereskanál, 3 db

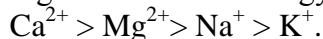
##### **Anyagok**

desztillált víz  
csapvíz  
kalcium-klorid-oldat, 0,1 mol/dm<sup>3</sup>  
magnézium-szulfát-oldat, 0,1 mol/dm<sup>3</sup>  
nátrium-szulfát-oldat, 0,1 mol/dm<sup>3</sup>  
kálium-klorid-oldat, 0,1 mol/dm<sup>3</sup>  
szappanforgács  
nátrium-karbonát, szilárd  
nátrium-foszfát, szilárd

##### **A kísérlet végrehajtása**

Leírás alapján végzendő kísérletek.

**1. feladat:** A vízkőképződés sok kárt okoz. Fontos tehát tudnunk, hogy mi okozza a vizek keménységét, és hogyan lágyíthatók a kemény vizek. A természetes vizekben a legnagyobb mennyiségben a következő négy kation fordul elő (csökkenő koncentrációban):



Az első feladat annak meghatározása, hogy ezek közül melyik okozza (vagy melyek okozzák) a víz keménységét.

**a)** Öntetek kémcsövekbe kb. azonos mennyiséget (kb. 2 cm magasságban) a következő folyadékokból:

1. desztillált víz, a 2. csapvíz, 3. CaCl<sub>2</sub>-oldat, 4. MgSO<sub>4</sub>-oldat, 5. NaSO<sub>4</sub>-oldat, 6. KCl-oldat. Mind a 6 kémcsőbe tegyetek kevés, de kb. azonos mennyiségű (kanálhegynyi) szappanforgácsot, majd dugaszoljátok be a kémcsöveket és rázzátok őket egyforma erősséggel, egyforma hosszú ideig (kb. fél percig). Figyeljétek meg, hogy keletkezik-e hab, és ha igen, akkor milyen vastagságú.

A tanulócsoportok által megtervezendő kísérletek.

**2. feladat:** Az alábbi táblázatot használva beszéljétek meg, melyik két vegyszer hozzáadásával lehet a leghatékonyabban végrehajtani a vízlágyítást. Keressétek meg a kikészített vegyszerek közül a vízlágyításra legalkalmasabbnak tartott kettőt, majd végezzétek el velük a kísérleteket. Írjátok le és magyarázzátok is meg a megfigyeléseiteket.



### 3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához

#### Ionos vegyületek vízoldhatósága

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	<b>Jól</b>	<b>Jól</b>	Jól
K <sup>+</sup>	Jól	Jól	Jól	Jól	<b>Jól</b>	<b>Jól</b>	Jól
Mg <sup>2+</sup>	Nem	Jól	Jól	Jól	<b>Nem</b>	<b>Nem</b>	Jól
Ca <sup>2+</sup>	Kissé	Jól	Kissé	Kissé	<b>Nem</b>	<b>Nem</b>	Jól
Ba <sup>2+</sup>	Kissé	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

#### Gondolatmenet

1. Mivel a víz keménységét a kalcium- és magnéziumionok okozzák, a táblázatnak azzal a két sorával kell foglalkozni, amelyek erre a két kationra vonatkoznak.
2. Olyan anionokat kell keresni lecsapószerként, amelyek mind a kalciumionnal, mind a magnéziumionnal rosszul oldódó csapadékot képeznek. Ezek a PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>- és a CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>-ion.
3. A PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-, ill. a CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>-ionok csak vízoldható vegyület formájában használhatók vízlágyítóként. Ilyen vízoldható vegyületek a táblázat szerint a Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; és a Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, ill. a K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; és a K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.
4. Mivel az előbbi 4 vegyület közül a nátriumsók a közönségesen előforduló szóda, ill. trisó, valószínűleg ezek számítanak olcsóbb megoldásnak, tehát ezeket érdemes kipróbálni.

#### A kísérlet terve

b) A Ca<sup>2+</sup>- és Mg<sup>2+</sup>-ionokat tartalmazó oldatok egyik részletéhez szilárd szódát, egy másik részletéhez (külön kémcsőben) szilárd trisót adunk.

c) Mindegyik kémcsőbe kb. azonos mennyiségű szappanforgácsot szórunk, majd bedugaszoljuk és kb. egyforma ideig rázzuk őket.

#### Megfigyelés

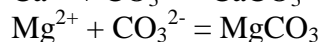
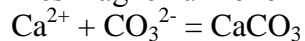
a) A desztillált vizet, a NaSO<sub>4</sub>-oldatot és a KCl-oldatot tartalmazó kémcsővekben sok hab képződik, a csapvizés kémcsőben kevesebb, a CaCl<sub>2</sub>-oldatot és a MgSO<sub>4</sub>-oldatot tartalmazó kémcsővekben pedig alig tapasztalható habképződés.

b)-c) A szódaoldat és a trisóoldat hatására, szappanforgács jelenlétében és összerázás után mind a CaCl<sub>2</sub>-oldat, mind a MgSO<sub>4</sub>-oldat esetében jóval erősebb habzás tapasztalható, mint a szóda, ill. a trisó hozzáadása nélkül.

#### Magyarázat

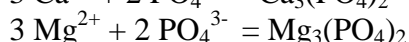
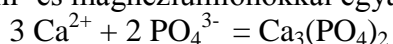
a) A vízkeménységet a szappannal csapadékot képező Ca<sup>2+</sup>- és Mg<sup>2+</sup>-ionok okozzák.

b) A szóda (nátrium-karbonát) hatására csökken a víz keménysége, mivel a karbonátionok a kalcium- és magnéziumionokkal egyaránt oldhatatlan csapadékot képeznek:



### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

c) A trisó (trinátrium-foszfát) hatására is csökken a víz keménysége, mivel a foszfátionok a kalcium- és magnéziumionokkal egyaránt oldhatatlan csapadékot képeznek:



A víz keménységét okozó ionok nagy részének eltávolítása, vagyis a vízlágyítás után jól habzik a szappan a vízben.

**Kérdés:** Melyik, általatok most kipróbált vízlágyítási módszer okoz környezeti problémákat? Mi ennek az oka? Milyen intézkedéseket tettek az illetékes hatóságok emiatt?

**Válasz:** A foszfátionok eutrofizációt okoznak, ezért használatukat igyekeznek visszaszorítani. Emiatt jelentek meg az utóbbi években a foszfátmentes mosóporok.

#### Megjegyzések

- A szilárd  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  hétköznapi neve a „szóda”, a szilárd  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  pedig a „trisó”.
- El lehet végezni egy ellenpróbát is, pl. a  $\text{Ca}^{2+}$ - és  $\text{Mg}^{2+}$ -ionokat tartalmazó oldatok egyik részletéhez  $\text{NaCl}$ -ot adva nem tapasztalunk intenzívebb habzást (sőt a kiszózás miatt még csökken is a habzás intenzitása.)
- A szóda és a trisó mellé kikészített egyéb vegyszerek ne legyenek erősen mérgezők vagy környezetterhelők.
- Érdeemes átismételni a tanulókkal, hogy milyen károkat okoz (a csúnyaságán kívül) a vízkő. A hangsúlyt a vízkő rossz hővezetésére kell helyezni. Hiszen ez okozza a melegítéskor a hővesztiséget és ez vezethet a katasztrófális kimenetelű kazánrobbanásokhoz is.
- Ki lehet térni arra is, hogy milyen összetevők helyettesíthetik a foszfátos vízlágyítást. Ehhez célszerű megkérni a diákokat, hogy fényképezzék le a mobiltelefonjukkal az otthon talált mosószerkezetek összetevőit. Általános iskolában elegendő azt megbeszélni, hogy a zeolitok kicserélik a  $\text{Ca}^{2+}$ - és  $\text{Mg}^{2+}$ -ionokat vízkeménységet nem okozó kationokra. A nemionos vagy kationos tenzidek pedig olyan kettős oldékonyságú részecskék, amelyek nem csapódnak ki a  $\text{Ca}^{2+}$ - és  $\text{Mg}^{2+}$ -ionok hatására. Középiskolában (és főként emelt szintű képzésben) megmagyarázható a zeolitos ioncsere lényege és pl. a vízkeménységre nem érzékeny kvaterner ammóniumsók szerkezete és amfipatikus jellege is. Az újabban ismét divatba jött mosószóda fő összetevőjének kiderítéséről szól Nagy Mária "A mosószóda biztosan szóda?" című óraterve (letölthető: <http://ttomc.elte.hu/kiadvany/22-oraterv-kemia-es-kornyezetan-tanitasahoz-szerkesztheto-formaban-19-word-fajl-es-11-ppt>, utolsó megtekintés: 2016. 06. 12.).

#### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kísérletben használt eszközök és anyagok az adott módon felhasználva nem veszélyesek.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

#### Kemény vizek lágyítása

##### **Eszközök (tanulócsoportonként)**

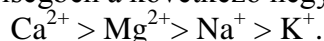
kémcső, 10 db  
kémcsőbe való dugó, 6 db  
kémcsőállvány  
vegyszereskanál, 3 db

##### **Anyagok**

desztillált víz  
csapvíz  
kalcium-klorid-oldat, 0,1 mol/dm<sup>3</sup>  
magnézium-szulfát-oldat, 0,1 mol/dm<sup>3</sup>  
nátrium-szulfát-oldat, 0,1 mol/dm<sup>3</sup>  
kálium-klorid-oldat, 0,1 mol/dm<sup>3</sup>  
szappanforgács  
nátrium-karbonát, szilárd  
nátrium-foszfát, szilárd

##### **A kísérlet végrehajtása**

**1. feladat:** A vízkőképződés sok kárt okoz. Fontos tehát tudnunk, hogy mi okozza a vizek keménységét, és hogyan lágyíthatók a kemény vizek. A természetes vizekben a legnagyobb mennyiségben a következő négy kation fordul elő (csökkenő koncentrációban):



Az első feladat annak meghatározása, hogy ezek közül melyik okozza (vagy melyek okozzák) a víz keménységét.

**a) Öntetek kémcsövekbe kb. azonos mennyiséget (kb. 2 cm magasságban) a következő folyadékokból:**

1. desztillált víz, a 2. csapvíz, 3. CaCl<sub>2</sub>-oldat, 4. MgSO<sub>4</sub>-oldat, 5. NaSO<sub>4</sub>-oldat, 6. KCl-oldat. Mind a 6 kémcsőbe tegyetek kevés, de kb. azonos mennyiségű (kanálhegynyi) szappanforgácsot, majd dugaszoljátok be a kémcsöveket és rázzátok őket egyforma erősséggel, egyforma hosszú ideig (kb. fél percig). Figyeljétek meg, hogy keletkezik-e hab, és ha igen, akkor milyen vastagságú.

**2. feladat:** Az alábbi táblázatot használva beszéljétek meg, melyik két vegyszer hozzáadásával lehet a leghatékonyabban végrehajtani a vízlágyítást. Keressétek meg a kikészített vegyszerek közül a vízlágyításra legalkalmasabbnak tartott kettőt, majd végezzétek el velük a kísérleteket. Írjátok le és magyarázzátok is meg a megfigyeléseiteket.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához

#### Ionos vegyületek vízoldhatósága

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>	Kissé	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

#### A kísérlet terve

b)

c)

#### Megfigyelés

a)

b)

c)

#### Magyarázat

a)

b)

c)

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

Melyik, általatok most kipróbált vizlágýtási módszer okoz környezeti problémákat? Mi ennek az oka? Milyen intézkedéseket tettek az illetékes hatóságok emiatt?

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben használt eszközök és anyagok az adott módon felhasználva nem veszélyesek.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

#### 3.4. Melyik fém az „erősebb”?

A fémek redukáló sorának és fémkohászat kémiai alapjainak alkalmazása. A redoxireakciók fogalmának kiterjesztése az elektronátmenettel történő magyarázat segítségével.

##### **Eszközök**

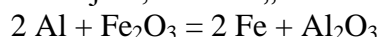
főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es, 2 db  
csipesz, 2 db

##### **Anyagok**

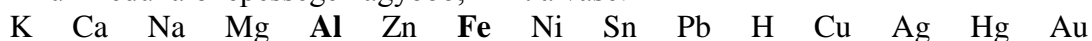
rézlemez  
cinkdarab  
vasszög  
magnéziumszalag  
réz(II)-szulfát-oldat, 0,5 mol/dm<sup>3</sup>  
cink-szulfát-oldat, 0,5 mol/dm<sup>3</sup>  
ezüst-nitrát-oldat, 0,1 mol/dm<sup>3</sup>  
magnézium-klorid-oldat, 0,5 mol/dm<sup>3</sup>

##### **A kísérlet végrehajtása**

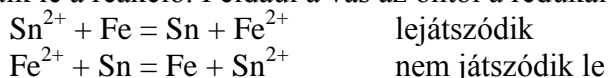
A vasból készült vasúti sínek összehegesztéséhez helyben állítják elő a vasat. Ezt, a nagy hőfejlődéssel járó, és ezért „termit”-nek nevezett reakciót a következő egyenlet írja le:



Fordítva a reakció (Fe + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) nem játszódik le, tehát alumíniumot nem lehet így előállítani. Az alumínium ugyanis a fémek redukáló sorában balról jobbra haladva a vas előtt áll, és így redukálni tudja a vasat, azaz el tudja vonni a vas(III)-oxidból az oxigént. Azt mondjuk, hogy az alumínium redukálóképessége nagyobb, mint a vasé:



Tágabb értelemben két fém közül az, amelyik a redukáló sorban a másiktól balra áll, a jobb oldalon állót elemi fémmé képes redukálni a vegyületeiből. Fordított irányba viszont nem játszódik le a reakció. Például a vas az óntól a redukáló sorban balra áll, ezért:



A fémek előállítását és felhasználását a redukáló hatásuk jelentősen befolyásolja.

**Feladat:** Az asztalotokon található anyagok felhasználásával tervezetek egy olyan kísérletet, amely esetében a reakció lejátszódik, és egy olyat, amikor nem játszódik le.

A tervezéshez célszerű egy, az alábbihoz hasonló táblázatot kitölteni, hogy mi várható a redukálósor alapján:

	<b>rézlemez (Cu)</b>	<b>cinkdarab (Zn)</b>	<b>vasszög (Fe)</b>	<b>magnézium- szalag (Mg)</b>
<b>réz(II)-szulfát-oldat (Cu<sup>2+</sup>)</b>		réz kiválása	réz kiválása	réz kiválása
<b>cink-szulfát-oldat (Zn<sup>2+</sup>)</b>	nincs átalakulás		nincs átalakulás	cink kiválása
<b>ezüst-nitrát-oldat (Ag<sup>+</sup>)</b>	ezüst kiválása	ezüst kiválása	ezüst kiválása	ezüst kiválása
<b>magnézium-klorid-oldat (Mg<sup>2+</sup>)</b>	nincs átalakulás	nincs átalakulás	nincs átalakulás	

### 3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához

- a) Egy várhatóan lejátszódó kísérlet terve: cinkdarabot kell helyezni ezüst-nitrát-oldatba.
- b) Egy várhatóan nem lejátszódó kísérlet: rézlemezt kell tenni magnézium-klorid-oldatba.

#### Megfigyelés

- a) Az ezüst-nitrát-oldatba helyezett cinkdarab felületén sötét színű szilárd anyag válik ki.
- b) A magnézium-klorid-oldatba tett rézlemez felületén nem tapasztalható változás.

Az összes lehetséges tapasztalatot összefoglaló táblázat:

	<b>rézlemez (Cu)</b>	<b>cinkdarab (Zn)</b>	<b>vasszög (Fe)</b>	<b>magnézium- szalag (Mg)</b>
<b>réz(II)-szulfát-oldat (Cu<sup>2+</sup>)</b>		vörös színű szilárd anyag válik ki	vörös színű szilárd anyag válik ki	sötét színű szilárd anyag válik ki, gázfejlődés
<b>cink-szulfát-oldat (Zn<sup>2+</sup>)</b>	nincs változás		nincs változás	sötét színű szilárd anyag válik ki, gázfejlődés
<b>ezüst-nitrát-oldat (Ag<sup>+</sup>)</b>	sötét színű szilárd anyag válik ki	sötét színű szilárd anyag válik ki	sötét színű szilárd anyag válik ki	sötét színű szilárd anyag válik ki, gázfejlődés
<b>magnézium-klorid-oldat (Mg<sup>2+</sup>)</b>	nincs változás	nincs változás	nincs változás	

#### Magyarázat

- a) A cink az ezüstitől a redukálósorban balra áll, így „erősebb” redukálószer, mint az ezüst. Ezért a cink fém ezüstöt választ ki az ezüst-nitrát-oldatból.
- b) A réz a magnéziumtól jobbra áll a redukálósorban. Ezért a réz nem képes magnéziumot kiválasztani a magnézium-klorid-oldatból.

#### Megjegyzések

- Rendkívül motiváló hatású, ha a feladatlap bevezetőjében említett alumínium-termit reakciót élő tanári kísérletként vagy videóról lejátszva bemutatjuk a jelen gyakorlati feladatsor megoldása előtt.
- A fémek felületét (vagy legalább annak egy részét) célszerű dörzspapírral frissen megtisztítani. Ha a fém (pl. alumínium) felületén levegőn állva védő oxidréteg keletkezik, akkor a redukálósor alapján megjósolt reakció nem játszódik le. Az alumínium esetében a védő oxidréteg higany(II)-klorid-oldattal való eltávolítása se jelent megoldást, mert akkor a vizes oldatban a vízből hidrogént fejleszt.
- Az ezüst-nitrát-oldat készítéséhez desztillált vizet kell használni, mert a csapvízben lévő kloridionokkal az ezüstionok kolloid ezüst-klorid csapadékot képeznek, amitől az oldat opalizál.
- A magnézium esetében azért tapasztalható meglehetősen heves gázfejlődés, mert mindhárom só savasan hidrolizál, és a savas közegben a magnézium jól oldódik, hidrogénfejlődés közben. (A savas hidrolízis visszaszorítása céljából általában még tesznek is savat ezen sóoldatok készítésekor az oldatokba.)

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

- Az elektródpotenciál fogalma természetesen nem tanítandó általános iskolában. Azonban megemlíthető a diákoknak, hogy a fémek redukálóképessége számszerűsíthető is, amiről majd középiskolában fognak tanulni.
- Ha a kísérletet középiskolában végeztetjük el, akkor természetesen a standardpotenciál táblázat adatainak alapján célszerű megterveztetni a kísérleteket.
- A fémek finom eloszlásban (pl. fémporok) fekete színűek. Ezért a réz kiválásakor sem feltétlenül rézvörös színű a szilárd anyag.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben szereplő fémek és híg vizes sóoldatok külsőleg nem veszélyesek, de a nehézfémek oldatait veszélyes hulladékként kell gyűjteni a szervesetlen gyűjtőbe.



### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

#### Melyik fém az „erősebb”?

##### Eszközök

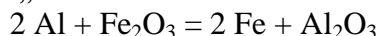
főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es, 2 db  
csipesz, 2 db

##### Anyagok

rézlemez  
cinkdarab  
vasszög  
magnéziumszalag  
réz(II)-szulfát-oldat, 0,5 mol/dm<sup>3</sup>  
cink-szulfát-oldat, 0,5 mol/dm<sup>3</sup>  
ezüst-nitrát-oldat, 0,1 mol/dm<sup>3</sup>  
magnézium-klorid-oldat, 0,5 mol/dm<sup>3</sup>

##### A kísérlet végrehajtása

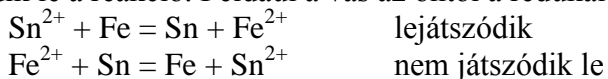
A vasúti sínek összehegesztéséhez helyben állítják elő a vasat. Ezt, a nagy hőfejlődéssel járó, és ezért „termit”-nek nevezett reakciót a következő egyenlet írja le:



Fordítva a reakció (Fe + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) nem játszódik le, tehát alumíniumot nem lehet így előállítani. Az alumínium ugyanis a fémek redukáló sorában balról jobbra haladva a vas előtt áll, és így redukálni tudja a vasat, azaz el tudja vonni a vas(III)-oxidból az oxigént. Azt mondjuk, hogy az alumínium redukálóképessége nagyobb, mint a vasé:



Tágabb értelemben két fém közül az, amelyik a redukáló sorban a másiktól balra áll, a jobb oldalon állót elemi fémmé képes redukálni a vegyületeiből. Fordított irányba viszont nem játszódik le a reakció. Például a vas az óntól a redukáló sorban balra áll, ezért:



A fémek előállítását és felhasználását a redukáló hatásuk jelentősen befolyásolja.

Feladat: Az asztalotokon található anyagok felhasználásával tervezetek egy olyan kísérletet, amely esetében a reakció lejátszódik, és egy olyat, amikor nem játszódik le.

a) Egy várhatóan lejátszódó kísérlet terve:

b) Egy várhatóan nem lejátszódó kísérlet:

##### Megfigyelés

a)

b)

### 3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához

#### Magyarázat

a)

b)

#### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kísérletben szereplő fémek és híg vizes sóoldatok külsőleg nem veszélyesek, de a nehézfémek oldatait veszélyes hulladékként kell gyűjteni a szervesetlen gyűjtőbe.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

#### 3.5. Melyik pohárban van több ecet?

A sav, a lúg és a sav-bázis indikátor fogalmának alkalmazása az oldatok éttelecet-tartalmának meghatározásakor.

##### **Eszközök (tanulócsoportonként)**

főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es, 3 db

üvegbot, 3 db

cseppentő, 3 db

kémcső

kémcsőállvány

##### **Anyagok**

éttelecet, 10%-os

nátrium-hidroxid-oldat, 0,1 mol/dm<sup>3</sup>

vöröskáposztalé

##### **A kísérlet végrehajtása**

Leírás alapján végzendő kísérletek.

**a)** Öntetek a kémcsőbe kb. 1 cm magasságban vöröskáposztalevet, majd csöpögtessetek hozzá 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldatot mindaddig, amíg már nem változik a színe.

**b)** Cseppentsetek az üres főzőpohárba 1 csepp 10%-os éttelecetet, majd tegyetek hozzá kb. 1 cm<sup>3</sup> vöröskáposztalevet.

**c)** Kevergetés közben csöpögtessetek az éttelecetet és vöröskáposztalevet tartalmazó oldathoz 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldatot mindaddig, amíg olyan színűnek látjátok az oldatot, mint ami az **a)** kísérletben keletkezett.

A tanulócsoportok által megtervezendő kísérletek.

**Feladat:** A tálcátokon van két főzőpohár: az egyik „**A**” jelű, a másik „**B**” jelű. Az egyikben 1 csepp 10%-os éttelecet van feloldva vízben. A másik főzőpohárban 2 csepp 10%-os éttelecet van feloldva vízben. Hogyan lehetne meghatározni a tálcátokon lévő anyagok és eszközök felhasználásával, hogy melyik jelű főzőpohárban van 1 csepp éttelecet, és melyikben van 2 csepp éttelecet? Tervezzétek meg a kísérletet, majd hajtsátok is végre. Írjátok le a megfigyeléseiteket és azok magyarázatait is.

**d)** A kísérlet terve:

**1. változat:** Addig kell csöpögtetni mindkét főzőpohár tartalmához 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú NaOH-oldatot, amíg olyan színük lesz, mint az **a)** kísérletben keletkezett oldatnak (ami viszonyítási alapként, azaz referenciaanyagként használható), és mindkét esetben számolni kell az ehhez szükséges lúgoldat cseppjeinek számát. Amelyik ecetsavoldathoz több csepp lúgoldatot kell adni, abban van több ecet.

**2. változat:** Addig kell csöpögtetni mindkét főzőpohár tartalmához 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú NaOH-oldatot, amíg az egyiknek olyan színe lesz, mint az **a)** kísérletben keletkezett oldatnak (amelyet viszonyítási alapként, azaz referenciaanyagként használunk). Amelyik oldatnak kevesebb lúgoldat hatására változik zöldre a színe, abban van kevesebb ecet.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához

#### Megfigyelés

a) Csepegtetés után az oldat zöld színű lett.

b) Csepegtetés után az oldat piros színű lett.

c) Az oldat színe pirosból lilára, kékre, majd zöldre változik.

d) A két változat esetében:

**1. változat:** Az egy csepp 10%-os étkecetet tartalmazó oldat kb. 18–20 csepp lúgoldattól lesz zöld, míg a 2 csepp ecetet tartalmazóhoz kb. 35–40 csepp lúgoldatot kell adni azonos zöld színárnyalat eléréséhez.

**2. változat:** Az egy csepp 10%-os étkecetet tartalmazó oldat kb. 18–20 csepp lúgoldattól már zöld lesz. (Ebben az esetben célszerű megkérdezni a diákoktól, hogy a másik ecetsavoldathoz szerintük mennyi lúgoldat kellene még, hogy az is ugyanilyen zöld színű legyen. Utána pedig meg kell kérni őket, hogy ellenőrizzék is azt, hogy kétszer annyi ecethez tényleg kb. kétszer annyi csepp lúgoldat kell.)

#### Magyarázat

a) A vöröskáposztalé zöld színnel jelzi az nátrium-hidroxid-oldat lúgos kémhatását.

b) A vöröskáposztalé piros színnel jelzi az étkecetet (ecetsav) savas kémhatását. A vöröskáposztalé természetes sav-bázis indikátor.

c) A lúgoldat közömbösíti a főzőpohárban lévő ecetet, majd a fölöslegétől lúgos lesz az oldat kémhatása.

d) Kétszer annyi sav semlegesítéséhez kétszer annyi térfogatú, azonos koncentrációjú lúgoldat kell (és mindkét esetben a lúgoldat következő cseppjének hatására lesz az oldat kémhatása lúgos).

#### Megjegyzések

- Ha a diákok már tanulták az ecetsav képletét és nátrium-hidroxiddal való reakcióját, akkor az egyenlet felírását is kérni lehet tőlük.
- A tanulókíséret előkészítésekor alkoholos filccel „A”, ill. „B” jeleket írunk két főzőpohárra vagy műanyag kávéspohárra. Az egyikbe 1, a másikba pedig 2 csepp 10%-os étkecetet csöppentünk. Minden esetben feljegyezzük magunknak, melyik csoport melyik jelű poharába tettük a 2 csepp ecetet. Az ecetcseppeket kb. 25–30 cm<sup>3</sup> (de szemre kb. azonos térfogatú) vízzel hígítjuk. Ha műanyag poharakat használunk, akkor célszerű műanyag keverőpálcát használni üvegbot helyett a keveréshez, hogy ne boruljanak föl a poharak.
- Az a terv nem jó megoldás, hogy mindkét főzőpohár tartalmához azonos térfogatú vöröskáposztalevet adunk, és amelyik esetében savasabb kémhatást jelez az indikátor, abban van több ecet. Ugyanis mindkét oldat piros színű lesz, de szemmel nem látható a színárnyalatuk között a különbség. Az ecetsav gyenge sav és a 10%-os étkecetet 1, ill. 2 cseppjében kevés van belőle. Ilyen pH-nál és ilyen hígításban nem okoz szemmel látható különbséget a vöröskáposztalé indikátoroldatunk színében az, ha 1 csepp helyett két csepp 10%-os étkecetet van a pohárban. Az ilyen megoldási tervet alkalmazó tanulókat újabb terv kidolgozására kell biztatni (ld. fenti megoldások).

### 3. Kísérlettervezetető feladatlapok a kémia tanításához

- A feladatsor megoldásának frontális megbeszélésekor (különösen akkor, ha középiskolás diákokkal végeztetjük a kísérletet) érdemes fölteni néhány gondolkodtató kérdést, pl.:
  1. Van-e jelentősége annak, hogy mennyi vízben van oldva az 1, ill. két csepp ecet?
  2. Van-e jelentősége annak, hogy mennyi vöröskáposztalevet adunk a két különböző oldatunkhoz? Középiskolában már tudható, hogy a sav-bázis indikátorok színe a sav hatására való protonálódásuk, illetve lúg hatására való deprotonálódásuk által okozott szerkezetváltozás miatt változik. A vöröskáposztalében többféle antocián is van.
- Középiskolában (emelt szintű és/vagy középszintű érettségire felkészítő képzésben) a fenti terv kigondolása és leírása után, a frontális megbeszéléskor érdemes kitérni arra, hogy ezzel lényegében egy sav-bázis reakción alapuló titrálást modellezünk. Ha a diákok még nem ismerik ezt a kifejezést, és a mennyiségi elemzés (vagyis kvantitatív analízis) célját, akkor azt természetesen külön el kell magyarázni.
- Kémiatörténeti érdekességként megjegyezhetjük, hogy egyes növényi színanyagok savak, ill. lúgok hatására való színváltozását ROBERT BOYLE írta le, még a XVII. században. JEREMIAS BENJAMIN RICHTER pedig már 1792-ben megfogalmazta a titrálások alapjául szolgáló „egyenértékek törvényét” és bevezette a sztöchiometria fogalmát (annak ellenére, hogy John Dalton csak 1803-ban bizonyította az atomok létét).
- Ha cseppentőt használunk, akkor azon alkoholos filccel meg lehet jelölni, hogy kb. meddig kell felszívni bele a folyadékot ahhoz, hogy a térfogata kb.  $1\text{ cm}^3$  legyen. Egyszerűbb azonban Pasteur-pipettát vásárolni, ami egy olyan műanyag cseppentő, amelyen  $0,5\text{ cm}^3$ -ként beosztások is vannak.
- A vöröskáposzta leve szerepel az 1.6. számú, A természet harca a savas eső ellen című, az 1.24. számú, Indikátorpapír készítése a konyhában című, az 1.26. számú, Képfestés háztartási anyagokkal című, valamint az 1.50. számú, Vizsgálódjunk a konyhában, fürdőszobában című tanulói kísérletekben, továbbá a 3.2. számú, Hogyan működik a sütőpor? című kísérlettervezetető feladatsorban is.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlethez használt anyagok és eszközök nem veszélyesek.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

#### Melyik pohárban van több ecet?

##### **Eszközök (tanulócsoportonként)**

főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es, 3 db

üvegbot 3 db

cseppentő, 3 db

kémcső

kémcsőállvány

##### **Anyagok**

ételecet, 10%-os

nátrium-hidroxid-oldat, 0,1 mol/dm<sup>3</sup>

vöröskáposztalé

##### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** Öntsetek a kémcsőbe kb. 1 cm magasságban vöröskáposztalevet, majd csöpögtessetek hozzá 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldatot mindaddig, amíg már nem változik a színe.

**b)** Cseppentsetek az üres főzőpohárba 1 csepp 10%-os ételecetet, majd tegyetek hozzá kb. 1 cm<sup>3</sup> vöröskáposztalevet.

**c)** Kevergetés közben csöpögtessetek az ételecetet és vöröskáposztalevet tartalmazó oldathoz 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldatot mindaddig, amíg olyan színűnek látjátok az oldatot, mint ami az **a)** kísérletben keletkezett.

**Feladat:** A tálcátokon van két főzőpohár: az egyik „**A**” jelű, a másik „**B**” jelű. Az egyikben 1 csepp 10%-os ételecet van feloldva vízben. A másik főzőpohárban 2 csepp 10%-os ételecet van feloldva vízben. Hogyan lehetne meghatározni a tálcátokon lévő anyagok és eszközök felhasználásával, hogy melyik jelű főzőpohárban van 1 csepp ételecet, és melyikben van 2 csepp ételecet? Tervezzétek meg a kísérletet, majd hajtsátok is végre. Írjátok le a megfigyeléseiteket és azok magyarázatait is.

**d)** A kísérlet terve:

##### **Megfigyelések**

**a)**

**b)**

**c)**

### 3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához

d)

#### Magyarázatok

a)

b)

c)

d)

Tehát a(z) ..... jelű főzőpohárban volt több ecet.

#### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kísérlethez használt anyagok és eszközök nem veszélyesek.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

#### 3.6. Mennyi C-vitamin van egy narancsban?

Egyszerű módszer a C-vitamin kimutatására és közelítő mennyiségi meghatározására.

##### **Eszközök (tanulócsoportonként)**

főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es, 3 db

üvegbot, 3 db

cseppentő, 2 db

kémcső

kémcsőállvány

mérőhenger, 25 cm<sup>3</sup>-es

mérőhenger, 100 cm<sup>3</sup>-es

gyümölcsfacsaró

##### **Anyagok**

C-vitamin pezsgőtabletta, 60 mg C-vitamin/tabletta

narancs (vagy narancs frissen kifacsart leve)

keményítőoldat

Lugol-oldat (KI-os jódoldat)

##### **A kísérlet végrehajtása**

Leírás alapján végzendő kísérletek.

**a)** Öntsetek a kémcsőbe kb. 2 cm magasan keményítőoldatot, majd cseppentsetek hozzá Lugol-oldatot (KI-os jódoldat).

**b)** Oldjatok föl egy darab, 60 mg C-vitamint tartalmazó pezsgőtablettát főzőpohárba öntött kb. 50 cm<sup>3</sup> vízben. Csepegtessetek a főzőpohárba kb. 1 cm<sup>3</sup> keményítőoldatot is. Üvegbottal való kevergetés közben csepegtessetek hozzá jódoldatot addig, amíg maradandó színváltozást tapasztaltok.

A tanulócsoportok által megtervezendő kísérletek.

**Feladat:** Hogyan lehetne meghatározni a tálcákon lévő anyagok és eszközök felhasználásával, hogy kb. hány mg C-vitamin van a mérőhengerben kapott 25 cm<sup>3</sup> narancslében? Tervezzétek meg és írtok le a kísérlet lépéseit, majd hajtsátok is végre. Írtok le a megfigyeléseiteket és azok magyarázatait is.

A kísérlet tervezett lépései.

**c)** Először főzőpohárban feloldunk egy darab, 60 mg C-vitamint tartalmazó pezsgőtablettát kb. 50 cm<sup>3</sup> vízben, és hozzá adunk kb. 1 cm<sup>3</sup> keményítőoldatot. Kevergetés közben Lugol-oldatot csepegtetünk hozzá. Megszámoljuk a jódoldat azon cseppjeinek számát, amelynek hozzáadása után a sötét szín már huzamosan megmarad.

**d)** Egy másik főzőpohárban a 25 cm<sup>3</sup> narancsléhez is kb. 1 cm<sup>3</sup> keményítőoldatot adunk. Kevergetés közben Lugol-oldatot csepegtetünk hozzá. Megszámoljuk jódoldat cseppjeinek számát, amelynek hozzáadása után a sötét szín már huzamosan megmarad.

##### **Megfigyelés**

**a)** Becseppentéskor az oldat sötétkék színű lett.



### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

**b)** A becsöppentés helyén mindig megsötétedik az oldat, de ez a színárnyalat kevergetés közben kezdetben gyorsan, később egyre lassabban eltűnik. A csepegtetést tovább folytatva egyszer csak már nem tűnik el a sötét elszíneződés, hanem folyamatosan megmarad.

**c)** A 60 mg C-vitamint tartalmazó oldathoz a Lugol-oldat jódtartalmától függően kb. 25–27 (átlagosan 26) csepp jóddatot kell adni amíg a sötét szín már huzamosabb ideig megmarad. (Ha a Lugol-oldat hígabb, akkor természetesen több cseppre van szükség.)

**d)** A narancsok C-vitamin-tartalma erősen változó. Egy konkrét mérés során a 25 cm<sup>3</sup> narancsléhez kb. 8–10 (átlagosan 9) csepp jóddatot kellett adni, amíg a sötét szín már huzamosabb ideig megmaradt.

#### Magyarázat

**a)** A keményítő a jóddal ilyen jellegzetes színt ad.

**b)** A C-vitamin reagál a jóddal. Amíg van C-vitamin az oldatban, addig az „elfogyasztja” a jódot. A jód jelenlétét a keményítő csak azután jelzi maradandóan (a jellegzetes kék színreakcióval), miután az összes C-vitamin elreagált.

**c)-d)** 25 cm<sup>3</sup> narancslében tehát  $(60 \times 9)/26 = 21$  mg C-vitamin van.

**Kérdés:** Mennyi C-vitamin van egy narancs levében, ha kb. 50 cm<sup>3</sup> narancslé facsarható ki belőle?

**Válasz:** Annak a narancsnak a levében kb.  $2 \times 21 = 42$  mg C-vitamin van.

**Kérdés:** Egy mérés során átlagosan 64 cm<sup>3</sup> narancslét tudtunk kifacsarni az általunk vásárolt narancsokból. Mennyi C-vitamin volt átlagosan ebben az esetben egy narancs levében? Hogyan viszonyul ez a napi C-vitamin szükségletünkhöz?

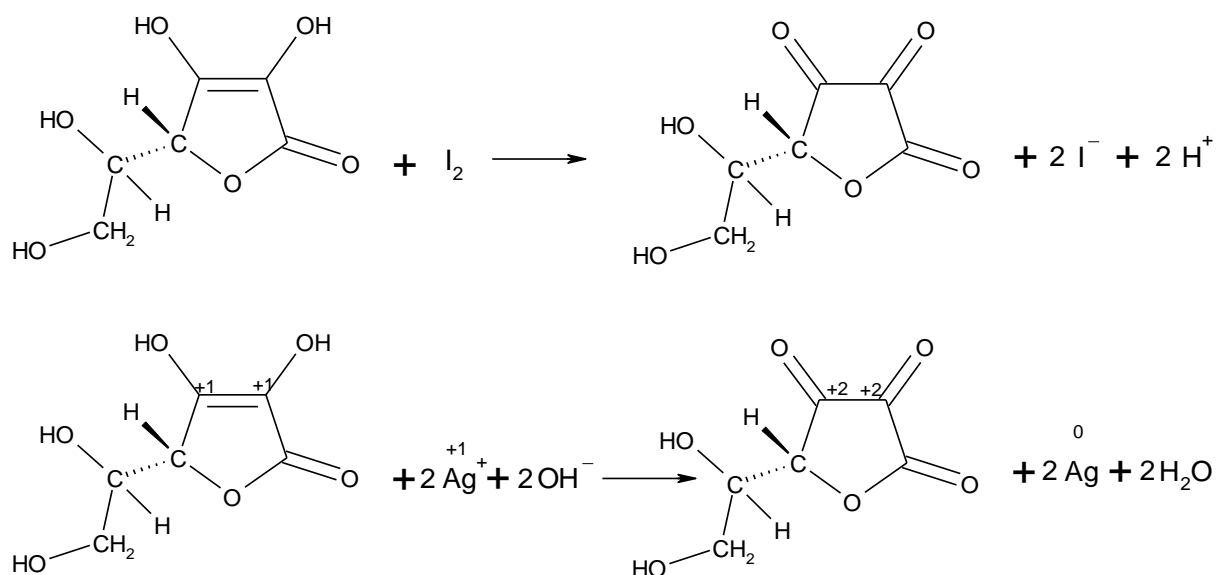
**Válasz:** Átlagosan egy narancs levében kb.  $(21 \times 64)/25 = 54$  mg C-vitamin van. Tehát egy átlagos narancs levében majdnem annyi C-vitamin van, mint egy 60 mg C-vitamint tartalmazó pezsgőtablettában, aminek a dobozára azt írták, hogy ez az egész napra szükséges adag. (Egyes narancsokban még a napi adagnál több C-vitamin is lehet.)

#### Megjegyzések

- Előkészítés: Más C-vitamin tartalmú tabletták is alkalmazhatók, de a legkönnyebben a pezsgőtabletták oldható fel. Vannak nagyobb mennyiségű C-vitamint tartalmazó változatok is, de azok esetében természetesen több Lugol-oldatot kell csepegtetni a reakció lejátszódásához, ezért a kísérlet időigényesebb (és a tabletták ára miatt drágább is) lehet.
- Megmutathatjuk a diákoknak, hogy mi történik, ha a Lugol-oldatot rögtön a pezsgőtablettára csepegtjük (elhalványul, elszíntelenedik).
- A keményítőoldatot és a Lugol-oldatot az ismert praktikumokban lévő hagyományos leírások szerint készítjük el:
  - Rózsahegyi-Wajand: Látványos kémiai kísérletek. Mozaik Kiadó, Szeged, 1999
  - Rózsahegyi-Wajand: 575 kísérlet a kémia tanításához. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1994
- Ha csepegtetőt használunk, akkor azon alkoholos filccel meg lehet jelölni, hogy kb. meddig kell felszívni bele a folyadékot ahhoz, hogy annak a térfogata kb. 1 cm<sup>3</sup> legyen. Egyszerűbb azonban Pasteur-pipettát vásárolni, ami egy olyan műanyag csepegtető, amelyen 0,5 cm<sup>3</sup>-ként beosztások is vannak.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához

- A leglátványosabb az, ha a friss narancslevet a diákok szeme láttára készítjük el (vagy éppen a tanulók saját maguk facsarják ki). Ehhez a legjobb egy gyümölcsfacsarógépet használni, de szükség esetén egy közönséges citromfacsaró is megfelel. Minden narancs esetében célszerű megmérni és följegyezni, hogy hány  $\text{cm}^3$  narancslét sikerült kinyerni belőle. Ebből kiszámíthatjuk az egy narancsból kifacsarható lé átlagos térfogatát, amellyel az utolsó számolási feladatban található adatot helyettesíthetjük. A narancslé állás közben veszít a C-vitamin tartalmából (hiszen a levegő oxigénje is oxidálni tudja), amire föl kell hívni a diákok figyelmét is. Természetesen más C-vitamin-tartalmú folyadék is használható a kísérlethez, de ott a diákoknak kiadandó mennyiséget külön kísérletben kell meghatározni.
- Középiskolában (olyan diákoktól, akik már tanulták a jelenség anyagszerkezeti magyarázatát) elvárható, hogy azt is leírják: a jódmolekulák a keményítő hélixébe kerülve más energiájú (és más színű) látható fénnel gerjeszthetők, mint KI-os vizes oldatban, ahol a jodidionokkal  $\text{I}_3^-$  komplex ionokat képeznek.
- Középiskolában (emelt szintű és/vagy érettségire felkészítő képzésben) a fenti terv kidolgozása és leírása után, a frontális megbeszéléskor érdemes kitérni arra, hogy ezzel lényegében egy redoxireakción alapuló titrálást modellezünk. Ha a diákok még nem ismerik ezt a kifejezést, és a mennyiségi elemzés (vagyis kvantitatív analízis) célját, akkor azt természetesen külön el kell magyarázni. Fölírhatjuk a reakcióegyenletet is, ami (többféle más ötlettel együtt) megtalálható Dancsó Éva: A szerves savak előfordulása, előállítása és gyakorlati jelentősége című kémia óratervében (letölthető: <http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/oratervek.pdf>, utolsó megtekintés: 2015. 01. 06.). Gimnáziumban (különösen tehetséggondozó szakkör vagy emelt szintű érettségire készülő csoport esetében) az aszkorbinsav és a jód (vagy más oxidálószer, mint pl. az ezüstion) között lezajló reakció egyenletét is bemutathatjuk, sőt az oxidációs számokkal történő egyenletrendezést is megbeszélhetjük, pl.:



Érdekes, hogy az aszkorbinsav (azaz a C-vitamin) könnyen oxidálható (divatos kifejezésekkel élve jó „antioxidáns”, azaz „gyökfogó”), ezért könnyen ad át elektronokat a szabad gyököknek, amelyeket így hatástalanítani képes. A párosítatlan elektronnal rendelkező szabad gyökök (pl. peroxigyök vagy hidroxilgyök) folyamatosan keletkeznek a környezetünkben

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

(ld. pl.: [garfield.chem.elte.hu/.../legkorkemia\\_TT3\\_troposzferikus\\_ozon.ppt](http://garfield.chem.elte.hu/.../legkorkemia_TT3_troposzferikus_ozon.ppt), utolsó megtekintés: 2017. 02. 06.) és a szervezetünkben is. A szabad gyökök a párosítatlan elektronjaik miatt rendkívül reakcióképesek, így meg tudják támadni a szervezetünk életfontosságú molekuláit (pl. DNS, különböző fehérjék) is. Ha ezek egy könnyen oxidálódó anyaggal (mint pl. az aszkorbinsav) találkoznak, akkor attól elektront vesznek át, és így (párosított elektronokkal) már nem annyira reakcióképesek és kevésbé veszélyesek. Sok „antioxidáns” van pl. a vöröshagymában, de a kávéban is.

- Természetesen a narancslében más olyan anyagok is lehetnek, amelyek ilyen körülmények között a jódot jodiddá képesek redukálni, de ezzel a módszerrel azok nem különböztethetők meg a C-vitamintól.
- A kísérlet eredményeinek frontális megbeszélésekor érdemes kitérni arra, hogy a narancsban vagy más gyümölcsben, ill. zöldségben sok egyéb, a szervezetünk számára fontos és hasznos anyag is található (pl. ásványi anyagok, nyomelemek, egyéb vitaminok). Ezért sokkal jobb igazi gyümölcsöket és zöldségeket fogyasztani a vitamintabletták helyett. Ráadásul a zöldségek és gyümölcsök finomabbak is, mint a tabletták.
- A C-vitamin mennyisége közelítően gyorstesztel is meghatározható (ld. Riedel Miklós: Gyorstesztek a kémiaoktatásban, in: A kémiatanítás módszertana. ELTE, Budapest, 2015, 108-117. old.  
[http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiatanitas\\_modszertana\\_jegyzet.pdf](http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiatanitas_modszertana_jegyzet.pdf)  
utolsó megtekintés: 2016. 01. 05.).

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérlethez használt anyagok és eszközök nem veszélyesek.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

#### Mennyi C-vitamin van egy narancsban?

##### **Eszközök (tanulócsoportonként)**

főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es, 3 db  
üvegbot, 3 db  
cseppentő 2 db  
kémcső  
kémcsőállvány  
mérőhenger, 25 cm<sup>3</sup>-es  
mérőhenger, 100 cm<sup>3</sup>-es  
gyümölcsfacsaró

##### **Anyagok**

C-vitamin pezsgőtabletta, 60 mg C-vitamin/tabletta  
narancs (vagy narancs frissen kifacsart leve)  
keményítőoldat  
Lugol-oldat (KI-os jódoldat)

##### **A kísérlet végrehajtása**

**a)** Öntsetek a kémcsőbe kb. 2 cm magasan keményítőoldatot, majd cseppentsetek hozzá Lugol-oldatot (KI-os jódoldat).

**b)** Oldjatok föl egy darab, 60 mg C-vitamint tartalmazó pezsgőtablettát főzőpohárba öntött kb. 50 cm<sup>3</sup> vízben. Csepegtessetek a főzőpohárba kb. 1 cm<sup>3</sup> keményítőoldatot is. Üvegbottal való kevergetés közben csepegtessetek hozzá jódoldatot addig, amíg maradandó színváltozást tapasztaltok.

**Feladat:** Hogyan lehetne meghatározni a tálcáton lévő anyagok és eszközök felhasználásával, hogy kb. hány mg C-vitamin van a mérőhengerben kapott 25 cm<sup>3</sup> narancslében? Tervezzétek meg és írjátok le a kísérlet lépéseit, majd hajtsátok is végre. Írjátok le a megfigyeléseiteket és azok magyarázatait is.

A kísérlet tervezett lépései:

**c)**

**d)**

##### **Megfigyelés**

**a)**

**b)**

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

c)

d)

#### Magyarázat

a)

b)

c)

d)

Mennyi C-vitamin van egy narancs levében, ha kb.  $50 \text{ cm}^3$  narancslé facsarható ki belőle?

Egy mérés során átlagosan  $64 \text{ cm}^3$  narancslét tudtunk kifacsarni az általunk vásárolt narancsokból. Mennyi C-vitamin volt átlagosan ebben az esetben egy narancs levében? Hogyan viszonyul ez a napi C-vitamin szükségletünkhöz?

#### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kísérlethez használt anyagok és eszközök nem veszélyesek.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

#### 3.7. Mennyire vasas az ivóvíz?

A vastartalom, pontosabban a vas(III)-ionok kimutatása és mennyiségének meghatározása vízmintában.

##### **Eszközök (tanulócsoportonként)**

főzőpohár, 25-100 cm<sup>3</sup>-es, 2 db  
cseppentő vagy Pasteur-pipetta, 2 db  
kémcsőállvány  
kémcső, 7 db  
mérőhenger, 10 cm<sup>3</sup>-es, 2 db (vagy osztott pipetta 2 db)  
alkoholos filctoll

##### **Anyagok**

kálium-tiocianát-oldat (kálium-rodanid-oldat), 1 g KSCN/100 cm<sup>3</sup>  
vas(III)-klorid-oldat, 0,5 g FeCl<sub>3</sub>•6H<sub>2</sub>O/100 cm<sup>3</sup>  
ismeretlen töménységű vas(III)-klorid-oldat (az „X” jelű kémcsőben)

##### **A kísérlet végrehajtása**

Leírás alapján végzendő kísérletek.

##### **1. feladat:**

**a)** Mérjete ki 1 cm<sup>3</sup> vas(III)-klorid-oldatot egy kémcsőbe. Adjatok hozzá 1 cm<sup>3</sup> kálium-tiocianát-oldatot, majd rázzátok össze (ez a „tömény oldat”). A cseppentőket vagy Pasteur-pipettákat hagyjátok azokban az oldatokban, amelyeknek a kimérésére használtátok őket.

**b)** A tömény oldathoz adjatok mérőhengerrel kimért 8 cm<sup>3</sup> vizet, majd alaposan rázzátok össze. (Ez a „hígított oldat”, írjátok rá alkoholos filctollal erre a kémcsőre: „10”.)

**c)** A „10” jelű hígított oldatból mérjete ki a másik mérőhengerrel 7 cm<sup>3</sup>-t egy tiszta kémcsőbe. Adjatok hozzá 3 cm<sup>3</sup> vizet a **b)** pontban erre használt mérőhengerrel, majd alaposan rázzátok össze („7” oldat).

**d)** A „10” jelű hígított oldatból mérjete ki a **c)** pontban erre a célra használt mérőhengerrel 1 cm<sup>3</sup>-t egy tiszta kémcsőbe. Adjatok hozzá 9 cm<sup>3</sup> vizet a korábban is a víz kimérésére használt mérőhengerrel, majd alaposan rázzátok össze („1” oldat).

##### **Számolás**

A 0,5 g FeCl<sub>3</sub>•6H<sub>2</sub>O/100 cm<sup>3</sup> töménységű oldat 100 cm<sup>3</sup> térfogata 0,1 g (azaz 100 mg) Fe<sup>3+</sup>-iont tartalmaz (vagyis az oldat töménysége 100 mg Fe<sup>3+</sup>/100 cm<sup>3</sup>). A **b)** pontban ezt tízszeres térfogatúra hígítottátok. A hígítás miatt az oldat töménysége (koncentrációja) tizedrészére csökkent. Tehát a „10” jelű oldat töménysége: 10 mg Fe<sup>3+</sup>/100 cm<sup>3</sup>.

A **d)** pontban történő újabb tízszeres hígítás után ennek az oldatnak a töménysége megint a tizedrészére csökkent. Tehát „1” jelű oldat töménysége: 1 mg Fe<sup>3+</sup>/100 cm<sup>3</sup>.

A **c)** pontban kapott „7” jelű oldat vastartalma pedig ezek közé esik: 7 mg Fe<sup>3+</sup>/100 cm<sup>3</sup>.

A tanulócsoportok által megtervezendő kísérletek (példa egy lehetséges megoldásra):

**2. feladat:** Az „X” jelű kémcsőben lévő vízminta vastartalmát kell meghatároznotok. Először adjatok ehhez 1 cm<sup>3</sup> kálium-tiocianát-oldatot és rázzátok össze. Tervezzétek meg, hogyan tudnátok meghatározni az így kapott oldat „vastartalmát”. Írjátok le a meghatározás lépéseit, majd a terv jóváhagyása után végezzétek is el a kísérleteket.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

e) A fenti a) és b) pontban leírtakkal azonos módon készíteni kell újabb  $10\text{ cm}^3$  „10” jelű oldatot.

f) A „10” jelű hígított oldatból ki kell mérni  $5\text{ cm}^3$ -t egy tiszta kémcsőbe. Hozzá kell adni  $5\text{ cm}^3$  vizet, majd alaposan össze kell rázni („5” oldat).

g) A „10” jelű hígított oldatból ki kell mérni  $3\text{ cm}^3$ -t egy tiszta kémcsőbe. Hozzá kell adni  $7\text{ cm}^3$  vizet, majd alaposan össze kell rázni („3” oldat).

h) Össze kell hasonlítani az „X” jelű kémcsőben keletkezett oldat színét a többi kémcsőben lévő oldatok színével, és meg kell állapítani, hogy melyik oldatéhoz hasonlít a színe a legjobban.

#### Megfigyelés

Leírás alapján végzendő kísérletek.

a) Vértörös oldat keletkezik.

b) A sötét vértörös oldat világosabb borvörös színű lesz.

c) A „10” jelű hígított oldatnál világosabb vörös színű oldatot kapunk.

d) Az oldat színe egészen világos (sárgás színárnyalatú) lesz.

A tanulócsoporthoz által megtervezendő kísérletek:

(példa egy lehetséges megoldásra):

e) Vértörös oldat keletkezik.

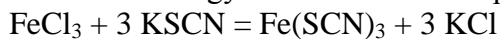
f) Az oldat vöröses színű, de a „7” jelű hígított oldatnál világosabb színű.

g) Az oldat vöröses árnyalatú, de az „5” jelű hígított oldatnál is világosabb színű.

h) Az „X” jelű kémcsőben keletkezett oldat a „.....” jelű oldat színárnyalatához hasonlít.

#### Magyarázat

a) A vas(III)-ionok jellemző és érzékeny színreakciót mutatnak a tiocianáttal. Az egyszerűsített reakcióegyenlet a következőképpen írható föl:



vértörös

(Ha a kísérletet középiskolában végeztetjük emelt szintű érettségire készülő diákokkal, akkor megemlíthető, hogy ez egy komplexképződési reakció, és valójában többféle összetételű komplex is keletkezik.)

b) A vízzel való hígítás hatására a vértörös oldat színe borvörösről világosodik.

c) A vörös szín annál világosabb árnyalatú, minél hígabb (kisebb töménységű) az oldat.

d) Az oldat színe egészen világos (sárgás) lesz, mert ilyen koncentrációban szemmel már alig érzékelhető a szín.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

e) A tanulócsoporthoz által megtervezendő kísérletek (példa egy lehetséges megoldásra):

f) – g) Minél hígabb az oldat, annál világosabb színárnyalata van.

h) A kiadott ismeretlenek koncentrációjától függően a tanulók által kiegészítendő mondatok:

Az „X” jelű kémcsőben keletkezett oldat  $\text{Fe}^{3+}$ -tartalma azonos a „.....” jelű oldat

$\text{Fe}^{3+}$ -tartalmával vagy a „.....” jelű oldat és a „.....” jelű oldat  $\text{Fe}^{3+}$ -tartalma közé esik.

Tehát az ismeretlenként kapott vízminta „vastartalma” (azaz vasion-tartalma):

..... mg  $\text{Fe}^{3+}$  /100  $\text{cm}^3$ .

Az ivóvíz minőségére vonatkozó szabványban megengedett határérték a vastartalomra:

0,02 mg  $\text{Fe}^{3+}$  /100  $\text{cm}^3$ .

**Kérdés:** Alkalmas-e az ismeretlenként kapott vízminta ivóvízként való fogyasztásra? Állításokat indokoljátok is meg.

**Válasz:** A kapott vízminta nem alkalmas ivóvízként való fogyasztásra, mert a vastartalma meghaladja az ivóvíz minőségére vonatkozó szabványban megengedett határértéket.

#### Megjegyzések

- Ha cseppentőt használunk, akkor azon alkoholos filccel meg lehet jelölni, hogy kb. meddig kell felszívni bele a folyadékot ahhoz, hogy a térfogata kb. 1  $\text{cm}^3$  legyen. Egyszerűbb azonban Pasteur-pipettát vásárolni, ami egy olyan műanyag cseppentő, amelyen 0,5  $\text{cm}^3$ -ként beosztások is vannak.
- A fent leírt módszer neve a „kolorimetria”, és a színes anyagok közelítő mennyiségi meghatározására alkalmas. A mérés elve nagyon egyszerű: az adott oldat színárnyalata annál sötétebb, minél nagyobb a koncentrációja (vagyis minél töményebb az oldat a színes vegyületre nézve). A különböző (és megfelelő) töménységű oldatokból sorozatot készítve, az ismeretlen koncentrációjú oldat színét a sorozat tagjainak színéhez hasonlítva, közelítőleg meghatározható az ismeretlen oldat koncentrációja. Erre az egyszerű összefüggésre kell rájönniük a tanulóknak, és el kell készíteniük az oldatsorozat többi tagját. Továbbá hozzá kell adniük a KSCN-reagenst az ismeretlenként kapott oldathoz. Majd össze kell hasonlítani az így kapott oldat színét az oldatsorozat színárnyalataival, és meg kell állapítaniük, melyikhez a leginkább hasonló. Ki kell számítani a reagenst már tartalmazó ismeretlen oldat töménységét, és össze kell vetniük az ivóvízszabványban vastartalomra megadott határértékkel.
- Az 1 g KSCN/100  $\text{cm}^3$  töménységű oldat koncentrációja közelítőleg 0,1 mol/dm<sup>3</sup>. (Ez a módszer egy értékes jegynél pontosabb meghatározást úgysem tesz lehetővé.) A 0,5 g  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ /100  $\text{cm}^3$  töménységű oldat  $\text{Fe}^{3+}$ -ionra nézve 0,02 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú. Mivel az egyenlet szerint 3:1 anyagmennyiség-arányban reagálnak, a SCN<sup>-</sup>-ionok fölöslegben vannak, hogy a reakció közel teljes legyen.
- A 0,5 g  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ /100  $\text{cm}^3$  töménységű oldat 0,1 g  $\text{Fe}^{3+}$ -iont tartalmaz, ami 100 mg/100  $\text{cm}^3$ . A **b)** pontban végzett 10-szeres hígítás után 10 mg/100  $\text{cm}^3$  a „10” jelű oldat töménysége. A **c)** pontban kapott „7” jelű oldat töménysége 7 mg/100  $\text{cm}^3$ , míg a **d)** pontban készített „1” jelű oldaté 1 mg/100  $\text{cm}^3$ . A tanulók tetszés szerinti hígításokat készíthetnek, de nyilvánvalóan annál pontosabb a meghatározás, minél arányosabban



### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

sikerül ezekkel lefedni az adott koncentrációtartományt, ill. minél jobban megkülönböztethetők a színárnyalatok egymástól. A kalibrációs oldatsorozat mindig páratlan számú oldatból áll. Ezért kapnak a tanulócsoporthoz összesen 6 üres kémcsövet (mivel kétféleképpen a „10” jelű oldatot készítik el).

- A  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  erősen higroszkópos (nedvszívó). Kiszámíthatatlan, hogy egy régóta bontott üvegben lévő  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  mennyi vizet kötött meg. Ezért a szükséges  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  bemérését a gyakorlatban úgy kell meghatározni, hogy a fenti hígításokat elkészítve, egymástól jól megkülönböztethető színárnyalatú oldatokat kapjunk. A  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  szárítása átlagos iskolai körülmények között nehezen oldható meg. Azonban a jelen feladatsor elsődleges célja úgyszólván a mérés elvének megismerése, és nem a mérés pontossága a legfontosabb szempont.
- A csoportok kaphatnak azonos vagy különböző  $\text{Fe}^{3+}$ -ion-tartalmú oldatokat is. Ezeknek a töménysége a „7” jelű oldaténál kisebb, de az „1” jelű oldaténál nagyobb legyen. (Ha a már elkészített oldatokéval pont azonos színárnyalatú oldatot kapnának, amikor az ismeretlenhez hozzáadják a KSCN-reagenst, akkor nem lenne szükség az oldatsorozat többi tagjának elkészítésére.) Például egy  $5 \text{ mg}/100 \text{ cm}^3$  végkoncentrációjú ismeretlen célszerűen úgy készülhet, hogy a  $0,5 \text{ g FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}/100 \text{ cm}^3$  töménységű oldatot tízszeresre hígítjuk, és ebből a hígított oldatból  $5 \text{ cm}^3$ -t  $4 \text{ cm}^3$  vízzel hígítunk. Ehhez kell a tanulóknak hozzáadnia az  $1 \text{ cm}^3$  kálium-tiocianát-oldatot.
- A kísérletsorozat végén a tanulóknak össze kell vetniük az ismeretlen „vízminta” általuk meghatározott „vastartalmát” az ivóvízszabványban megengedett határértékkel. Ennek alapján minősíteniük is kell a vízmintájukat, hogy alkalmas-e emberi fogyasztásra. A jelen meghatározás érzékenysége és pontossága természetesen csak modellezi a minősítés folyamatát, és minden ismeretlen alkalmatlannak fog bizonyulni az ivóvízként való felhasználásra.
- Az ivóvíz vastartalmának (helyesebben: vasion-tartalmának) szabványos meghatározása tényleg a fenti érzékeny és jellemző színreakción alapul. Azonban a valóságban a szabad szemmel történő összehasonlítás helyett a sokkal érzékenyebb műszeres (fotometriás) módszert használják. A meghatározás menetét az is bonyolultabbá teszi, hogy annak során az oldat  $\text{Fe}^{2+}$ -ionjait is  $\text{Fe}^{3+}$ -ionokká oxidálják. A különböző, ismert  $\text{Fe}^{3+}$ -koncentrációjú oldatok fölös mennyiségű tiocianáttal 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 ivóvíz vastartalmának megengedett határértéke vas:  $200 \mu\text{g}/\text{liter}$ , vagyis mintegy  $0,2 \text{ mg}/\text{dm}^3$ , azaz  $0,02 \text{ mg}/100 \text{ cm}^3$ . Életszerűbbé teszi a gyakorlatot, ha a tanulóknak ki kell számolnia, hogy az általuk mért koncentráció hányszorosa ennek. Ezáltal a mértékegységek átszámítását is gyakorolják.
- Hasznos linkek a víz vastartalmának szabványos meghatározásához:  
[https://hu.wikipedia.org/wiki/Iv%C3%B3v%C3%ADzszabv%C3%A1nyok\\_el%C5%91%C3%ADr%C3%A1sai](https://hu.wikipedia.org/wiki/Iv%C3%B3v%C3%ADzszabv%C3%A1nyok_el%C5%91%C3%ADr%C3%A1sai) (utolsó megtekintés: 2016. 01. 09.)  
<http://tk.pte.hu/fizkem/fk-gyakpdf/vas.pdf> (utolsó megtekintés: 2016. 01. 09.)  
[http://fogi.hu/Letoltesek/Alk\\_Analitika/10\\_viz\\_vastartalom\\_infolap.pdf](http://fogi.hu/Letoltesek/Alk_Analitika/10_viz_vastartalom_infolap.pdf) (utolsó megtekintés: 2016. 01. 09.)
- A jelen kísérletsorozat haszna továbbá, hogy a tanulók megismerkednek a kalibráló oldatsorozat készítésének és alkalmazásának elvével. Ugyanez használható más tulajdonságok (pl. vezetőképesség) mérésén alapuló mennyiségi meghatározások esetében is. A feladat megoldása viszonylag bonyolult, s a kísérletek elvégzése is meglehetősen nagy gondosságot és körültekintést kíván. Ezért ennek használata inkább projekt munkaként vagy szakkörre, illetve a tehetséggondozási egyéb formáihoz javasolható.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

- A vas(III)-ionok tiocianát-ionokkal való színreakcióját használjuk az 1.18. számú, Festőművészek előre! című tanulói kísérlet során. Ugyanez a reakció lejátszódik a 2.10. számú, Varázspoharak című tanári kísérlet közben is.
- Nagyon érdekes (és ezért akár a fenti kísérletsorozat bevezetéseként motivációra, akár a végén problémamegoldó feladatként alkalmazható) a szintén a vas(III)-ionok rodanidionokkal való reakcióján alapuló alábbi „Vérző vas” kísérlet: <http://www.instructables.com/id/Make-Iron-BLEED/>, utolsó megtekintés: 2017. 02. 06.
- A gabonapehelyben nem elemi vas van, hanem (paramágneses) vasvegyületek: [http://index.hu/video/2013/01/31/magneses\\_kiserlet/](http://index.hu/video/2013/01/31/magneses_kiserlet/), utolsó megtekintés: 2017. 02. 06.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A kísérletben szereplő anyagok híg vizes oldatban külsőleg nem veszélyesek.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

#### Mennyire vasas az ivóvíz?

##### Eszközök (tanulócsoportonként)

főzőpohár, 25-100 cm<sup>3</sup>-es, 2 db  
cseppentő vagy Pasteur-pipetta, 2 db  
kémcsőállvány  
kémcső, 7 db  
mérőhenger, 10 cm<sup>3</sup>-es, 2 db (vagy osztott pipetta 2 db)  
alkoholos filctoll

##### Anyagok

kálium-tiocianát-oldat (kálium-rodanid-oldat), 1 g KSCN/100 cm<sup>3</sup>  
vas(III)-klorid-oldat, 0,5 g FeCl<sub>3</sub>•6H<sub>2</sub>O/100 cm<sup>3</sup>  
ismeretlen töménységű vas(III)-klorid-oldat (az „X” jelű kémcsőben)

##### A kísérletek végrehajtása

**1. feladat:** Az alábbi **a)-d)** lépések során tett megfigyeléseiteket írtátok le, a „**Megfigyelések**” alá, majd töltsétek ki a „**Magyarázatok**” megfelelő pontjait is.

**a)** Mérjétek ki 1 cm<sup>3</sup> vas(III)-klorid-oldatot egy kémcsőbe. Adjatok hozzá 1 cm<sup>3</sup> kálium-tiocianát-oldatot, majd rázzátok össze (ez a „tömény oldat”). A cseppentőket vagy Pasteur-pipettákat hagyjátok azokban az oldatokban, amelyeknek a kimérésére használtátok őket.

**b)** A tömény oldathoz adjatok mérőhengerrel kimért 8 cm<sup>3</sup> vizet, majd alaposan rázzátok össze. (Ez a „hígított oldat”, írtátok rá alkoholos filctollal erre a kémcsőre: „10”.)

**c)** A „10” jelű hígított oldatból mérjétek ki a másik mérőhengerrel 7 cm<sup>3</sup>-t egy tiszta kémcsőbe. Adjatok hozzá 3 cm<sup>3</sup> vizet a **b)** pontban erre használt mérőhengerrel, majd alaposan rázzátok össze („7” oldat).

**d)** A „10” jelű hígított oldatból mérjétek ki a **c)** pontban erre a célra használt mérőhengerrel 1 cm<sup>3</sup>-t egy tiszta kémcsőbe. Adjatok hozzá 9 cm<sup>3</sup> vizet a korábban is a víz kimérésére használt mérőhengerrel, majd alaposan rázzátok össze („1” oldat).

##### Számolás

A 0,5 g FeCl<sub>3</sub>•6H<sub>2</sub>O/100 cm<sup>3</sup> töménységű oldat 100 cm<sup>3</sup> térfogata 0,1 g (azaz 100 mg) Fe<sup>3+</sup>-iont tartalmaz (vagyis az oldat töménysége 100 mg Fe<sup>3+</sup>/100 cm<sup>3</sup>). A **b)** pontban ezt tízszeres térfogatúra hígítottátok. A hígítás miatt az oldat töménysége (koncentrációja) tizedrészére csökkent.

Tehát a „10” jelű oldat töménysége: ..... mg Fe<sup>3+</sup> /100 cm<sup>3</sup>.

A **d)** pontban történő újabb tízszeres hígítás után ennek az oldatnak a töménysége megint a tizedrészére csökkent.

Tehát „1” jelű oldat töménysége: ..... mg Fe<sup>3+</sup>/100 cm<sup>3</sup>.

A **c)** pontban kapott „7” jelű oldat vastartalma pedig ezek közé esik: ..... mg Fe<sup>3+</sup>/100 cm<sup>3</sup>.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

**2. feladat:** Az „X” jelű kémcsőben lévő vízminta vastartalmát kell meghatároznotok. Először adjatok ehhez 1 cm<sup>3</sup> kálium-tiocianát-oldatot és rázzátok össze. Tervezzétek meg, hogyan tudnátok meghatározni az így kapott oldat „vastartalmát”. Írjátok le a meghatározás lépéseit, majd a terv jóváhagyása után végezzétek is el a kísérleteket.

e)

f)

g)

h)

#### Megfigyelések

a)

b)

c)

d)

e)

f)

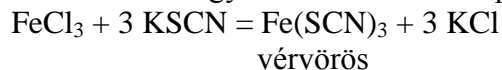
g)

h)

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

#### Magyarázatok

a) A vas(III)-ionok jellemző és érzékeny színreakciót mutatnak a tiocianáttal. Az egyszerűsített reakcióegyenlet a következőképpen írható föl:



b)

c)

d)

e)

f)

g)

h) Az „X” jelű kémcsőben keletkezett oldat  $\text{Fe}^{3+}$ -tartalma azonos a „.....” jelű oldat

$\text{Fe}^{3+}$ -tartalmával vagy a „.....” jelű oldat és a „.....” jelű oldat  $\text{Fe}^{3+}$ -tartalma közé esik.

Tehát az ismeretlenként kapott vízminta „vastartalma” (azaz vasion-tartalma):

..... mg  $\text{Fe}^{3+}$  /100 cm<sup>3</sup>.

Az ivóvíz minőségére vonatkozó szabványokban megengedett határérték a vastartalomra: 0,02 mg  $\text{Fe}^{3+}$  /100 cm<sup>3</sup>.

Alkalmos-e az ismeretlenként kapott vízminta ivóvízként való fogyasztásra? Állításokat indokoljátok is meg.

#### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A kísérletben szereplő anyagok híg vizes oldatban külsőleg nem veszélyesek.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

#### 3.8. Milyen tömény rum kell a Gundel-palacsintához?

A még éppen meggyújtható töménységű etil-alkohol–víz elegy térfogatszázalékos összetételének meghatározása kísérletekkel, és az elegyek összetételével kapcsolatos számítások gyakorlása.

##### **Eszközök (tanulócsoportonként)**

főzőpohár, 25 cm<sup>3</sup>-es  
főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es  
mérőhenger, 10 cm<sup>3</sup>-es  
csipesz  
gyufa  
porcelántál

##### **Anyagok**

50 térfogatszázalékos etil-alkohol–víz elegy  
homok  
papír zsebkendő

##### **A kísérlet végrehajtása**

Leírás alapján végzendő kísérletek:

###### **1. feladat:**

a) Öntsetek egy keveset az 50 térfogatszázalékos etil-alkohol–víz elegyből a 25 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárba. Tépjetez le egy kicsi (kb. 5 cm × 5 cm) darabot a papír zsebkendőből, és a csipesszel megfogva mártsátok az etil-alkohol–víz elegybe. Emeljétek ki, és hagyjátok a fölös folyadékot visszacsöpögni a főzőpohárba. Gyújtsátok meg a gyufát, és a homokot tartalmazó porcelántál fölött tartsátok a lángba az etil-alkohol–víz elegybe mártott papír zsebkendő-darabot. Az elaludt gyufát és a kísérlet végén a papír zsebkendő maradékát dobjátok a homokra.

b) Az a) kísérletben használt 50 térfogatszázalékos etil-alkohol–víz elegyet öntsétek át a hulladékgyűjtőként szolgáló 100 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárba. Mérjetez ki 5 cm<sup>3</sup> 50 térfogatszázalékos etil-alkohol–víz elegyet a mérőhengerbe és vízzel egészítsétek ki a térfogatát 10 cm<sup>3</sup>-re. Öntsétek azt is a 25 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárba. Óvatosan rázzátok össze ezt a hígított etil-alkohol–víz elegyet. Mártsátok bele egy száraz papír zsebkendődarabot, és lecsöpögtetés után tartsátok azt is a lángba.

A tanulócsoportok által megtervezendő kísérletek.

###### **2. feladat:**

Tervezzetez egy kísérletsorozatot annak megállapítására, hogy minimum hány térfogatszázalékosnak kell lennie az etil-alkohol–víz elegynek ahhoz, hogy még meggyújtható legyen. Írjátok le a kísérletsorozat lépéseit, a megfigyeléseiteket és a magyarázatokat. Végül válaszoljátok meg a kérdést, hogy hány térfogatszázalékos rumot kell vásárolni a Gundel-palacsinta csokoládészószának készítéséhez, ha a csokiszósz térfogatának felét teszi ki a rum.

c) Fokozatosan csökkenő töménységű etil-alkohol–víz elegyeket kell készíteni (pl. az 50 térfogatszázalékos etil-alkohol–víz elegyből a mérőhengerbe rendre 9 cm<sup>3</sup>-t, 8 cm<sup>3</sup>-t, 7 cm<sup>3</sup>-t, 6 cm<sup>3</sup>-t kimérve, és azok térfogatát vízzel minden esetben 10 cm<sup>3</sup>-re kiegészítve). Mindegyik

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

hígítás esetében meg kell vizsgálni az **a)** és **b)** pontban leírtak szerint, hogy meggyújtható-e az elegy.

#### Megfigyelés

**a)** Az 50 térfogatszázalékos etil-alkohol–víz folyadékelegyebe mártott papír zsebkendődarab meggyújtható.

**b)** A vízzel kétszeres térfogatúra hígított etil-alkohol–víz folyadékelegyebe mártott papír zsebkendő-darab nem gyújtható meg.

**c)** A  $8 \text{ cm}^3$  etil-alkohol–víz folyadékelegyet tartalmazó hígított elegybe mártott papír zsebkendő-darab meggyújtható, de a  $6 \text{ cm}^3$  etil-alkohol–víz folyadékelegyet tartalmazó hígított elegybe mártott papír zsebkendődarab már nem gyullad meg. A  $7 \text{ cm}^3$  etil-alkohol–víz folyadékelegyet tartalmazó hígított elegybe mártott papír zsebkendő-darab adott esetben (a hígítás pontosságának függvényében) meggyulladhat.

#### Magyarázat

**a)** Az 50 térfogatszázalékos etil-alkohol–víz folyadékelegy éghető. A papír zsebkendő azért nem ég el, mert az etil-alkohol égéséből származó hő a víz párolgására fordítódik.

**b)** A 25 térfogatszázalékos etil-alkohol–víz folyadékelegy nem éghető, mivel nem tartalmaz a meggyújtáshoz elegendő etil-alkoholt.

**c)** A 40 térfogatszázalékos etil-alkohol–víz folyadékelegy még meggyújtható, de a 30 térfogatszázalékos etil-alkohol–víz folyadékelegy már nem elég tömény ehhez. A 35 térfogatszázalékos etil-alkohol–víz folyadékelegy határeset. Tehát a Gundel-palacsinta csokoládészószához nagyon tömény (kb. 70-80 térfogatszázalékos) rumot érdemes vásárolni, és a csokoládészósz térfogatának kb. felét ez kell, hogy kitegye.

#### Megjegyzések

- Természetesen többféle más, elfogadható gondolatmenet is létezik a feladat megoldására. Például lehet fokozatosan töményedő hígításokat készíteni, vagy különböző arányokban elegyíteni a **c)** pontban készített 25 térfogatszázalékos elegyet az 50 térfogatszázalékos eleggyel.
- A megoldás frontális megbeszélésekor megjegyezhető, hogy egyes séfek a flambirozásokor 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 számottevő. Az általános iskolában nem foglalkozunk vele, de föl lehet rá hívni a figyelmet.
- A megoldás pontossága elvben további lépésekkel finomítható, de ennek gátat szab a mérőeszközök pontossága és a térfogatkontrakció.
- A kísérletsorozat az elegyek összetételének tanításakor alkalmazható. A fent leírt legegyszerűbb esetben a különböző hígítások térfogatszázalékos összetételének kiszámítása történik. Lehet azonban két különböző töménységű elegy keverésével is végeztetni a kísérletsorozatot, ami (még a térfogatkontrakció elhanyagolása esetén is) bonyolultabb számítási feladatok elvégzését igényli.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához

- Az abszolút (100%-os) etil-alkoholba mártott papír zsebkendő elég, mert nincs jelen víz, ami el tudná vonni az etil-alkohol égésekor felszabaduló hőt. Ez tanári kísérletként be is mutatható.
- Ha az alkohol kékes (majdnem színtelen) lángja nem látszik jól, akkor egy kis darab száraz papír zsebkendőt a nedves zsebkendő közelébe tartva lehet eldönteni, hogy lángol-e. Ha a száraz papír zsebkendő meggyullad, akkor az etil-alkohol–víz elegy ég.
- Az 50 térfogatszázalékos etil-alkohol–víz elegy származhat a Rózsahegyi Márta – Wajand Judit: Látványos kémiai kísérletek (Mozaik Kiadó, Szeged, 1999) 37. oldalán leírt „ $50\text{ cm}^3 + 50\text{ cm}^3$  mindig egyenlő  $100\text{ cm}^3$ -rel?” című kísérlet „hulladékából”, ha azt nem 96%-os, hanem abszolút etil-alkohollal végezzük. Ezt amúgy is célszerű bemutatni az anyagok részecsketermészetének tanításakor, a hozzátartozó (pl. babbal és mákkal végzett) modellkísérlettel együtt.
- A jelen tanulókísérlet hulladékgyűjtőjében összegyűlt etil-alkohol–víz elegy pedig mosogatáshoz használható (pl. az alkoholos filccel készített feliratok letörlésére).

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- Az etil-alkohol kékes lángja (különösen napsütésben) rosszul látszik. Ezért fokozottan kell ügyelni a tűz- és balesetvédelmi előírások betartására. A hosszú hajakat össze kell fogni, és távol kell tartani a lángtól.
- Az etil-alkohol–víz elegy ilyen összetételben nem veszélyes, de természetesen meginni nem szabad.



### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

#### Milyen tömény rum kell a Gundel-palacsintához?

##### **Eszközök (tanulócsoportonként)**

főzőpohár, 25 cm<sup>3</sup>-es  
főzőpohár, 100 cm<sup>3</sup>-es  
mérőhenger, 10 cm<sup>3</sup>-es  
csipesz  
gyufa  
porcelántál

##### **Anyagok**

50 térfogatszázalékos etil-alkohol–víz elegy  
homok  
papír zsebkendő

##### **A kísérlet végrehajtása**

###### **1. feladat:**

**a)** Öntetek egy keveset az 50 térfogatszázalékos etil-alkohol–víz elegyből a 25 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárba. Tépjetez le egy kicsi (kb. 5 cm × 5 cm) darabot a papír zsebkendőből, és a csipesszel megfogva mártjátok az etil-alkohol–víz elegybe. Emeljétek ki, és hagyjátok a fölös folyadékot visszacsöpögni a főzőpohárba. Gyújtátok meg a gyufát, és a homokot tartalmazó porcelántál fölött tartjátok a lángba az etil-alkohol–víz elegybe mártott papír zsebkendődarabot. Az elaludt gyufát és a kísérlet végén a papír zsebkendő maradékát dobjátok a homokra.

**b)** Az **a)** kísérletben használt 50 térfogatszázalékos etil-alkohol–víz elegyet öntétek át a hulladékgyűjtőként szolgáló 100 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárba. Mérjetez ki 5 cm<sup>3</sup> 50 térfogat százalékos etil-alkohol–víz elegyet a mérőhengerbe és vízzel egészítétez ki a térfogatát 10 cm<sup>3</sup>-re. Öntétez azt is a 25 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárba. Óvatosan rázzátok össze ezt a hígított etil-alkohol–víz elegyet. Mártjátok bele egy száraz papír zsebkendődarabot, és lecsöpögtetés után tartjátok azt is a lángba.

**2. feladat:** Tervezzetez egy kísérletsorozatot annak megállapítására, hogy minimum hány térfogatszázalékosnak kell lennie az etil-alkohol - víz elegynek ahhoz, hogy még meggyújt-  
ható legyen. Írjátok le a kísérletsorozat lépéseit, a megfigyeléseiteket és a magyarázatokat. Végül válaszoljátok meg a kérdést, hogy hány térfogatszázalékos rumot kell vásárolni a Gundel-palacsinta csokoládészószának készítéséhez, ha a csokiszósz térfogatának felét teszi ki a rum.

**c)**

##### **Megfigyelések**

**a)**

### 3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához

b)

c)

#### Magyarázat

a)

b)

c)

Tehát ..... térfogatszázalékos rumot kell vásárolni a Gundel-palacsinta csokoládészószának készítéséhez, ha a csokiszósz térfogatának felét teszi ki a rum.

#### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- Az etil-alkohol kékes lángja (különösen napsütésben) rosszul látszik. Ezért fokozottan kell ügyelni a tűz- és balesetvédelmi előírások betartására. A hosszú hajakat össze kell fogni, és távol kell tartani a lángtól.
- Az etil-alkohol - víz elegy ilyen összetételben nem veszélyes, de természetesen meginni nem szabad.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához

#### 3.9. Szeret – nem szeret?

A „hasonló a hasonlóban oldódik” elv megtapasztalása és a folyadékok sűrűségviszonyainak vizsgálata.

##### **Eszközök (tanulócsoportonként)**

kémcső, 3 db  
dugó  
vegyszereskanál

##### **Anyagok**

jód  
benzin  
diklór-metán  
mosogatószer (vagy más detergens)  
víz

##### **A kísérlet végrehajtása**

Leírás alapján végzendő kísérletek.

##### **1. feladat:**

A cukor könnyen feloldódik a vízből készült teában, és a só is a vízzel főzött levesben. A zsírfoltot viszont benzinnel vagy hasonló oldószerrel lehet csak eltávolítani a ruhából. A zsiros edényt sem lehet tiszta vízzel, mosogatószer nélkül rendesen elmosogatni. A vízdoldható (vízbarát) anyagok „szeretik” a vizet, és jól oldódnak benne, mert részecskéiknek szerkezete bizonyos szempontból hasonló a vízéhez. A zsíroidható (zsírbarát) anyagok viszont „nem szeretik” a vizet, de zsírokban, olajokban és a hozzájuk hasonló oldószerekben (pl. benzinben) jól oldódnak, mivel azokhoz hasonló a szerkezetük. Vannak kettős oldékonyságú részecskék is, például a mosogatószerekben. Ezek a vízdoldható és a zsíroidható anyagokkal is tudnak elegyedni, mert mindkettőhöz hasonló részeket tartalmaznak a részecskéik. Az anyagok felhasználása szempontjából fontos, hogy miben tudjuk őket feloldani. Ezért végezzétek el az alábbi kísérleteket, írójátok le a megfigyelésiteket, és próbáljátok meg a fentiek alapján magyarázni is azokat.

**a)** Öntsetek vizet kb. 5 cm magassáig az 1. számú kémcsőbe. Adjatok ehhez egy-két kristálynyi jódot, majd alaposan rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**b)** Öntsetek benzint kb. 1-3 cm magassáig a 2. számú kémcsőbe. Adjatok ehhez is egy-két kristálynyi jódot, majd alaposan rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**c)** Öntsetek diklór-metánt kb. 1-3 cm magassáig a 3. számú kémcsőbe úgy, hogy ennek mennyisége szemmel is könnyen megkülönböztethető legyen a 2. számú kémcsőben lévő benzintől. (Lehet a benzinnél kevesebb is, vagy több is.) Adjatok ehhez is egy-két kristálynyi jódot, majd alaposan rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**d)** Öntsétek a 3. számú kémcső tartalmát az 1. számú kémcsőbe (amibe korábban vizet és jódot tettetek), dugaszoljátok be és aztán jól rázzátok össze.

**e)** Nagyon óvatosan, a kémcső fala mentén folytatva, öntsétek a 2. számú (benzines) kémcső tartalmát az 1. számú kémcsőbe. Először figyeljétek meg és írójátok le, mit tapasztaltok rázás nélkül. Utána rázzátok össze alaposan a kémcső tartalmát, és megint írójátok le, mit láttok.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

**f)** Hasonlítsátok össze a saját 1. számú kémcsövek tartalmát a többi csoport 1. számú kémcsövével. Mit láttok, hogyan helyezkednek el a kémcsövekben egymáshoz képest a színtelen és a lila színű, egymástól elkülönülő oldatok? Vajon mi lehet ennek a magyarázata?

A tanulócsoporthoz által megtervezendő kísérletek.

#### 2. feladat:

Hogyan tudnátok elérni, hogy a saját 1. számú kémcsövekben a színtelen és lila oldatok helyet cseréljenek? (A tálcán lévő anyagok közül melyikből kellene még az 1. számú kémcső tartalmához adagolni?) Beszéljétek meg, az ötleteiteket, s aztán döntsétek el, mi a teendő. Az elképzeléseitek igazolása végett hajtsátok is végre a kísérletet. Írjátok le, mit tettetek, mit tapasztaltatok és mi ennek a magyarázata.

**g)** Ha a lila oldat a víz alatt helyezkedik el, akkor benzint kell hozzá adni, ha pedig a víz fölött, akkor diklór-metánt. Utána a kémcsövet gumidugóval bedugaszoljuk, majd összerázzuk a tartalmát.

**3. feladat:** Gondolkozzatok el azon, mit kellene ahhoz az 1. számú kémcsövekben jelenleg elkülönülten lévő színtelen és a lila oldatokhoz adni, hogy egyetlen oldat legyen belőlük. Ha van elképzelésetek, jelentkezzetek, és akkor megkapjátok a kipróbáláshoz szükséges anyagot. Írjátok le a kísérletet, a tapasztalatot és az általatok ismert magyarázatot is.

**h)** Mosogatószert vagy mosószert vagy sampont vagy bármilyen egyéb detergenst kell tenni a kémcsőbe.

#### Megfigyelés

**a)** A jód alig oldódik vízben, csak egy kicsit lesz sárgás színű az oldat, és maradnak oldatlan jódkristályok is az oldat alján.

**b)** A jód lila színnel feloldódik a benzinben.

**c)** A jód a benzines jóddoldattól eltérő (bordós) lila színnel oldódik diklór-metánban, hiszen az utóbbi oldószer kis mértékben alkoholt is tartalmaz. Erős fény jelenlétében megfigyelhető, hogy ha a benzines jóddoldatos kémcsövet és a vízben oldott jódot tartalmazó kémcsövet egymás mögé helyezük, akkor hasonló színt láthatunk, mint amit a diklór-metánban oldott jód esetében tapasztalhatunk.

**d)** A lilás diklór-metános oldat alul, a vizes pedig fölül helyezkedik el. A vizes oldat halványsárga lesz, a maradék jód pedig feloldódik a lilás színű diklór-metános oldatban.

**e)** Összerázás előtt a lila benzines oldat a színtelen vizes oldat fölött helyezkedik el, és legalul pedig ott marad a lilás diklór-metános oldat, azaz három fázis keletkezik. Alulról felfelé haladva: lilás-színtelen-lila oldatok különülnek el. A két lilás, ill. lila színű fázis a térfogatuk nagysága és kissé különböző színárnyalata alapján különböztethető meg. Az összerázás után ezek egyetlen lila oldattá egyesülnek, ami a vizes oldat (fázis) alatt vagy fölött helyezkedik el.

**f)** Egyes csoportok kémcsöveiben alul, másokéban felül helyezkedik el a lila oldat.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához

**g)** A helyesen kiválasztott oldószer megfelelő mennyiségének adagolása után a lila és a színtelen oldat helyet cserél.

**h)** Összerázás után habzik, a színtelen és a lila oldat egyetlen oldattá egyesül.

#### Magyarázat

**a)** A jód nem vízoldható, tehát részecskéinek szerkezete nem hasonló a víz részecskéiéhez.

**b)** A jód jól oldódik a benzinben. Mivel a benzin elegyedik a zsírokkal, a jód „zsíroldható” anyag.

**c)** A jód jól oldódik a diklór-metánban. Mivel a diklór-metán a „zsíroldható” jódot oldja, a benzinhez hasonló tulajdonságú oldószer.

**d)** A diklór-metán gyakorlatilag nem elegyedik vízzel, és sokkal jobban oldja a jódot, mint a víz. Tehát a diklór-metán és a jód részecskéinek szerkezete jobban hasonlít egymásra, mint a vízére. A diklór-metános oldat a víznél nagyobb sűrűségű. ezért alatta helyezkedik el.

**e)** A benzin sem elegyedik a vízzel, és a víznél kisebb sűrűsége miatt annak tetején helyezkedik el. Ha a kémcső tartalmát összerázzuk, akkor a jódot egyaránt jól oldó benzin és diklór-metán elegyedik, a víz viszont különálló marad. Tehát a jód, a benzin és a diklór-metán részecskéi hasonlóak egymáshoz és különböznek a víz részecskéitől.

**f)** A benzin és a diklór-metán sűrűségétől és térfogatarányától függ, hogy a lila oldat sűrűsége kisebb vagy nagyobb-e a víznél. (A benzinek sűrűsége elég tág határok között változhat, de általában  $0,71 \text{ g/cm}^3$  érték körül mozog. A diklór-metán sűrűsége  $1,33 \text{ g/cm}^3$ .)

**g)** A víznél kisebb sűrűségű benzin, ill. víznél nagyobb sűrűségű diklór-metán térfogatarányának megváltoztatásával elérhető, hogy a lila oldat sűrűsége növekedjen vagy csökkenjen.

**h)** A mosogatószer (vagy mosószer stb.) „kettős oldékonyságú” részecskéi nem csak a vízzel, hanem a vízzel nem elegyedő („zsíroldékony” tulajdonságú) anyagokkal is kölcsönhatásba tudnak lépni.

#### Megjegyzések

- Ha az **f)** pontban a benzines és a diklór-metános oldatokból keletkező lila oldat sűrűsége a vizes fázisénál nagyobb, akkor az alatt, ha kisebb, akkor afölött helyezkedik el. Annak függvényében, hogy melyik csoport milyen arányban alkalmazta a benzint és a diklór-metánt, valószínűleg lesznek olyan csoportok, ahol a lila oldat (fázis) a színtelen alatt helyezkedik el, míg más csoportok esetében éppen fordítva. Ha nem így történne, hanem véletlenül minden csoportnak alul vagy éppen felül van a lila fázis, akkor tanári kísérlettel kell bemutatni a fordított helyzetet.
- A **h)** pontban nem csak mosogatószer, hanem bármilyen detergens (sampon, mosószer, szappanoldat stb.) adható a kémcső tartalmához. Ezek azonban ne legyenek a kísérletek közben jól látható helyen, mert akkor legalább az első csoport magától jöhet rá a helyes megoldásra.
- A frontális összegzéskor ki kell mondani a „hasonló a hasonlóban oldódik jól” elvet. Utalni kell arra, hogy ez a részecskék szerkezeti hasonlóságának vagy különbözőségének

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

fontosságát hangsúlyozza, de hogy pontosan mit jelent, azzal majd csak a későbbi tanulmányaik során fognak a tanulók megismerkedni.

- Középiskolában végeztenve ezt a feladatsort, természetesen a magyarázatok már a molekulák polaritására építhetők.
- A diklór-metános jódoldat színe különbözik a benzinesétől (barnás-vörösebb árnyalatú), mert a diklór-metán stabilizátorként alkoholt tartalmaz.
- A fenti kísérletsorozat kulcsfogalmai az 1.5. számú, A tej kalandja az ételfestékekkel című, és az 1.38. számú, Olajjal és margarinnal nemcsak főzni lehet című tanulói kísérletekben, valamint a 2.6. számú, Mire képes a mosogatószer? című tanári kísérletben is szerepelnek.

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A benzin gyúlékony és robbanásveszélyes. Ezért használatakor nyílt láng nem lehet a közelben. Az előírt mennyiségnél többet nem szabad belőle használni, és kiöntése után az üveget azonnal vissza kell zárni.
- A diklór-metán sem teljesen ártalmatlan az egészségre, ezért lehetőleg ennek gőzeit sem szabad belélegezni közvetlen közletről és a bőrrel sem érintkezhet.
- Az oldott jód miatt minden hulladékot a „Halogéntartalmú szerves hulladék” feliratú gyűjtőbe kell tenni.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához

#### Szeret – nem szeret?

##### **Eszközök (tanulócsoportonként)**

kémcső, 3 db  
dugó  
vegyszereskanál

##### **Anyagok**

jód  
benzin  
diklór-metán  
mosogatószer (vagy más detergens)  
víz

##### **A kísérlet végrehajtása**

**1. feladat:** A cukor könnyen feloldódik a vízből készült teában, és a só is a vízzel főzött levesben. A zsírfoltot viszont benzinnel vagy hasonló oldószerrel lehet csak eltávolítani a ruhából. A zsíros edényt sem lehet tiszta vízzel, mosogatószer nélkül rendesen elmosogatni. A vízoldható (vízbarát) anyagok „szeretik” a vizet, és jól oldódnak benne, mert részecskéiknek szerkezete bizonyos szempontból hasonló a vízéhez. A zsíroidható (zsírbarát) anyagok viszont „nem szeretik” a vizet, de zsírokban, olajokban és a hozzájuk hasonló oldószerekben (pl. benzinben) jól oldódnak, mivel azokhoz hasonló a szerkezetük. Vannak kettős oldékonyságú részecskék is, például a mosogatószerekben. Ezek a vízoldható és a zsíroidható anyagokkal is tudnak elegyedni, mert mindkettőhöz hasonló részeket tartalmaznak a részecskéik. Az anyagok felhasználása szempontjából fontos, hogy miben tudjuk őket feloldani. Ezért végezzétek el az alábbi kísérleteket, írjátok le a megfigyelésiteket, és próbáljátok meg a fentiek alapján magyarázni is azokat.

**a)** Öntsetek vizet kb. 5 cm magasságig az 1. számú kémcsőbe. Adjatok ehhez egy-két kristálynyi jódot, majd alaposan rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**b)** Öntsetek benzint kb. 1-3 cm magasságig a 2. számú kémcsőbe. Adjatok ehhez is egy-két kristálynyi jódot, majd alaposan rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**c)** Öntsetek diklór-metánt kb. 1-3 cm magasságig a 3. számú kémcsőbe úgy, hogy ennek mennyisége szemmel is könnyen megkülönböztethető legyen a 2. számú kémcsőben lévő benzintől. (Lehet a benzinnél kevesebb is, vagy több is.) Adjatok ehhez is egy-két kristálynyi jódot, majd alaposan rázzátok össze a kémcső tartalmát.

**d)** Öntsétek a 3. számú kémcső tartalmát az 1. számú kémcsőbe (amibe korábban vizet és jódot tettetek), dugaszoljátok be és aztán jól rázzátok össze.

**e)** Nagyon óvatosan, a kémcső fala mentén folytatva, öntsétek a 2. számú (benzines) kémcső tartalmát az 1. számú kémcsőbe. Először figyeljétek meg és írjátok le, mit tapasztaltok rázás nélkül. Utána rázzátok össze alaposan a kémcső tartalmát, és megint írjátok le, mit láttok.

**f)** Hasonlítsátok össze a saját 1. számú kémcsővetek tartalmát a többi csoport 1. számú kémcsővével. Mit láttok, hogyan helyezkednek el a kémcsővekben egymáshoz képest a szintelen és a lila színű, egymástól elkülönülő oldatok? Vajon mi lehet ennek a magyarázata?

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

**2. feladat:** Hogyan tudnátok elérni, hogy a saját 1. számú kémcsövekben a színtelen és lila oldatok helyet cseréljenek? (A tálcán lévő anyagok közül melyikből kellene még az 1. számú kémcső tartalmához adagolni?) Beszéljétek meg, az ötleteiteket, s aztán döntsétek el, mi a teendő. Az elképzeléseitek igazolása végett hajtsátok is végre a kísérletet. Írjátok le, mit tettetek, mit tapasztaltatok és mi ennek a magyarázata.

g)

**3. feladat:** Gondolkozzatok el azon, mit kellene ahhoz az 1. számú kémcsövekben jelenleg elkülönülten lévő színtelen és a lila oldatokhoz adni, hogy egyetlen oldat legyen belőlük. Ha van elképzelésetek, jelentkezzetek, és akkor megkapjátok a kipróbáláshoz szükséges anyagot. Írjátok le a kísérletet, a tapasztalatot és az általatok ismert magyarázatot is.

h)

#### Megfigyelés

a)

b)

c)

d)

e)

f)

g)

h)



### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

#### Magyarázat

a)

b)

c)

d)

e)

f)

g)

h)

#### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A benzin gyúlékony és robbanásveszélyes. Ezért használatakor nyílt láng nem lehet a közelben. Az előírt mennyiségnél többet nem szabad belőle használni, és kiöntése után az üveget azonnal vissza kell zárni.
- A diklór-metán sem teljesen ártalmatlan az egészségre, ezért lehetőleg ennek gőzeit sem szabad belélegezni közvetlen közlről és a bőrrel sem érintkezhet.
- Az oldott jódot miatt minden hulladékot a „Halogéntartalmú szerves hulladék” feliratú gyűjtőbe kell tenni.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához

#### 3.10. Tényleg „meszes” a tojás héja?

A tojáshéj kalcium-karbonát-tartalmának kimutatása.

##### **Eszközök (tanulócsoportonként)**

főzőpohár, 25-100 cm<sup>3</sup>-es, 2 db

cseppentő

csipesz

borszeszégő vagy Bunsen-égő

##### **Anyagok**

mészke vagy márvány darab (kb. 1 cm átmérőjű)

tojáshéj (kb. 1,5 cm × 1,5 cm)

fenolftaleinindikátor

víz

##### **A kísérlet végrehajtása**

Leírás alapján végzendő kísérletek.

**1. feladat:** Az alábbi **a)-c)** lépések során tett megfigyeléseiteket írjátok le, a „**Megfigyelések**” alá, majd töltsétek ki a „**Magyarázatok**” megfelelő pontjait is.

**a)** Öntsetek az egyik főzőpohárba vizet. Tegyetek bele 1–2 csepp fenolftaleinindikátort.

**b)** Gyújtátok meg az égőt. Fogjátok meg csipesszel a mészke vagy márvány darabot és tartsátok a lángba kb. 2–3 percig.

**c)** Hagyjátok a mészke vagy márvány darabot 1–2 percig hűlni. Utána dobjátok bele a fenolftaleines oldatba.

A tanulócsoportok által megtervezendő kísérletek.

**2. feladat:** Bizonyítsátok be kísérleti úton, hogy a tojáshéj fő összetevője tényleg a kalcium-karbonát. Írjátok le ide a kísérlet lépéseit, és a terv jóváhagyása után hajtsátok is végre a kísérleteket.

**d)** A másik főzőpohárba is vizet kell önteni. Bele kell tenni 1–2 csepp fenolftaleinindikátort.

**e)** Meg kell gyújtani az égőt. Meg kell fogni csipesszel a tojáshéj darabot, és a lángba kell tartani kb. 2–3 percig.

**f)** A tojáshéj darabot 1–2 percig hagyni kell hűlni. Utána bele kell dobni a fenolftaleines oldatba.

##### **Megfigyelés**

**a)** Az oldat szintelen marad. (Esetleg kis fehér zavarosodás előfordulhat.)

**b)** A mészke vagy márvány darab széle kiszáradva kormosodik. Téglavörös (vagy sárga) lángfestést láthatunk.

**c)** A mészke vagy márvány darab környezetében a fenolftaleines oldat színe rózsaszínre vagy (ciklámen) lilára változik.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

d)-f) Ugyanazt tapasztaljuk, mint az a)-c) pontokban.

#### Magyarázat

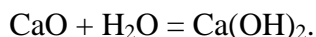
a) A fenolftalein semleges közegben színtelen.

b) A mézskő vagy márvány fő összetevője, a kalcium-karbonát, ami hevítés hatására a következő egyenlet szerint bomlik:



A keletkező kalcium-oxid az égetett méz. Ezzel tehát a mézégetés folyamatát modelleztük. A kormosodás az esetleges tökéletlen égés miatt fordulhat elő. A kalciumion lángfestése téglavörös színű, de ezt elnyomhatja a kisebb mennyiségben (akár nyomokban) jelenlévő nátriumion sokkal intenzívebb sárga lángfestése és az izzó koromszemcsék sárga lángja.

c) A fenolftalein rózsaszín vagy (ciklámen) lila színe lúgos kémhatást jelez. Ez a következő egyenlettel leírható reakciónak köszönhető:



A keletkező kalcium-hidroxid az oltott méz. Ezzel tehát a mézszoltás folyamatát modelleztük.

d)-f) Az a)-c) pontokban leírt kémiai folyamatok zajlanak. Ezzel a tojás héj kalcium-karbonát-tartalma kimutatható.

**Kérdés:** Tartalmaz-e tehát a fenti kísérletek alapján a tojás héja „meszet”?

**Válasz:** Nem „meszet” tartalmaz, hanem egy olyan vegyületet, ami úgy viselkedik az elvégzett kísérletekben, mint a mézskő.

**Kérdés:** Mi a tojás héj fő összetevőjének a kémiai képlete?

**Válasz:**  $\text{CaCO}_3$ .

#### Megjegyzések

- A tojás héján belül lévő fehér, bőrszerű anyagot célszerű a tojás felütése után azonnal eltávolítani. Különben az izzításkor ez a szerves anyag kellemetlen szagokat árasztva bomlik.
- A fenolftalein vízbe való cseppentése után az oldat azért mutathat fehér zavarosodást, mert a fenolftalein vízben rosszul oldódik. Ezért az alkoholos oldatot vízbe cseppentve kolloid formában tejszerű kiválás tapasztalható, ha az oldhatósági viszonyok a teljes oldódást nem teszik lehetővé.

#### Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés

- A hosszú haját a kísérlet megkezdése előtt össze kell fogni, és a haj semmiképp sem kerülhet a láng közelébe.
- A láng használatakor ügyelni kell arra is, hogy senki se égesse meg magát. Ha ez mégis megtörténne, akkor legyen a közelben nagy mennyiségű hideg víz az égett bőrfelület hűtésére.
- A hevítéskor keletkező kalcium-oxiddal (égetett méz) végzett „mészoltási” reakció hőfelszabadulással jár (exoterm), de ilyen mennyiségben elvégezve nem veszélyes. A felforrósodott szilárd anyagot viszont nem célszerű hűlés előtt vízbe dobni, mert a víz hirtelen fölmelegedése miatt az oldat sistergése tapasztalható.
- A jelen kísérletterveztető feladatsort megelőzően célszerű a tanulókkal elvégeztetni az 1.9. számú, Égetett méz reakciója vízzel című kísérletet.

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

#### Tényleg „meszes” a tojás héja?

##### **Eszközök (tanulócsoportonként)**

főzőpohár, 25-100 cm<sup>3</sup>-es, 2 db

cseppentő

csipesz

borszeszégő vagy Bunsen-égő

##### **Anyagok**

mészke vagy márvány darab (kb. 1 cm átmérőjű)

tojáshéj (kb. 1,5 cm × 1,5 cm)

fenolftaleinindikátor

víz

##### **A kísérletek végrehajtása**

**1. feladat:** Az alábbi **a)-c)** lépések során tett megfigyeléseiteket írjátok le, a „**Megfigyelések**” alá, majd töltsétek ki a „**Magyarázatok**” megfelelő pontjait is.

**a)** Öntsetek az egyik főzőpohárba vizet. Tegyetek bele 1–2 csepp fenolftaleinindikátort.

**b)** Gyújtátok meg az égőt. Fogjátok meg csipesszel a mészke vagy márvány darabot és tartsátok a lángba kb. 2-3 percig.

**c)** Hagyjátok a mészke vagy márvány darabot 1–2 percig hűlni. Utána dobjátok bele a fenolftaleines oldatba.

**2. feladat:** Bizonyítsátok be kísérleti úton, hogy a tojáshéj fő összetevője tényleg a kalcium-karbonát. Írjátok le ide a kísérlet lépéseit, és a terv jóváhagyása után hajtsátok is végre a kísérleteket.

**d)**

**e)**

**f)**

##### **Megfigyelések**

**a)**

**b)**

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

c)

d)

e)

f)

#### Magyarázatok

a) A fenolftalein semleges közegben .....

b) A hő hatására a mészkő vagy márvány fő összetevője, a kalcium-karbonát hevítés hatására következő egyenlet szerint bomlik:  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ . A keletkező kalcium-oxid az

.....mész. Ezzel tehát a .....folyamatát modelleztük.

A kormosodás az esetleges tökéletlen égés miatt fordulhat elő.

A kalciumion lángfestése ..... színű, de ezt elnyomhatja a kisebb mennyiségben (akár nyomokban) jelenlévő nátriumion sokkal intenzívebb sárga lángfestése és az izzó koromszemcsék sárga lángja.

c) A fenolftalein ..... színe ..... kémhatást jelez. Ez a következő egyenlettel leírható reakciónak köszönhető:

$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ . A keletkező kalcium-hidroxid az ..... mész. Ezzel

tehát a ..... folyamatát modelleztük.

d)

e)

f)

### 3. Kísérletterveztető feladatlapon a kémia tanításához

Tartalmaz-e tehát a fenti kísérletek alapján a tojás héja „meszet”?

Mi a tojáshéj fő összetevőjének a kémiai képlete?

#### **Biztonsági tudnivalók és hulladékkezelés**

- A hosszú hajat a kísérlet megkezdése előtt össze kell fogni, és a haj semmiképp sem kerülhet a láng közelébe.
- A láng használatakor ügyelni kell arra is, hogy senki se égesse meg magát. Ha ez mégis megtörténne, akkor legyen a közelben nagy mennyiségű hideg víz az égett bőrfelület hűtésére.
- A hevítéskor keletkező kalcium-oxiddal (égetett mész) végzett „mészoltási” reakció hőfelszabadulással jár (exoterm), de ilyen mennyiségben elvégezve nem veszélyes. A felforrósodott szilárd anyagot viszont nem célszerű hűlés előtt vízbe dobni, mert a víz hirtelen fölmelegedése és a reakció nyomán felszabaduló hő miatt az oldat sistergése, „köpködése” tapasztalható.

# Irodalom

(Az alábbiak az olvasónak ajánlott valamint a szerzők által forrásként felhasznált irodalmat tartalmazzák.)

Renzsch W.: Experimente mit Spass. Vlg. Hölder-Pichler-Tempsky, Wien, 1998

Roesky H. W., Möckel K.: Chemical curiosities. VCH, Weinheim, 1996

Rózsahegyi Márta, Wajand Judit: Látványos kémiai kísérletek. Mozaik Kiadó, Szeged, 1999

Rózsahegyi Márta, Wajand Judit: 575 kísérlet a kémia tanításához. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1998

Schmidkunz H., W. Renzsch W.: Chemische Freihandversuche. Aulis Verlag, Hallbergmoos, 2011

Szalay Luca (szerk.): A kémiatanítás módszertana. ELTE, Budapest, 2015

[http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiatanitas\\_modszertana\\_jegyzet.pdf](http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiatanitas_modszertana_jegyzet.pdf) (utolsó megtekintés: 2016. 01. 12.)

Az ELTE TTK Természettudományos Oktatásmódszertani Centrum honlapjáról letölthető kémia óratervek

<http://ttomc.elte.hu/kiadvany/22-oraterv-kemia-es-kornyezettan-tanitasahoz-szerkesztheto-formaban-19-word-fajl-es-11-ppt> (utolsó megtekintés: 2016. 01. 12.)

A Nyugat-magyarországi Egyetem Regionális Pedagógiai Szolgáltató és Kutató Központ által működtetett Science Learning Center honlapján elérhető kémia feladatlapok

<http://slc.pszk.nyse.hu/course/view.php?id=4> (utolsó megtekintés: 2016. 01. 12.)