**15. feladatlap: A pillanatragasztó és társai[[1]](#footnote-1)**

**Módszertani útmutató**

**1. Téma:** A reakciósebesség befolyásolása a hőmérséklet és a koncentráció változtatásával (új ismeretet feldolgozó óra)

**2. Felhasználás:** 9. osztály, 30-35 perces, tanulókísérletre épülő feladat

**3. Szükséges előzetes ismeretek:**

* Az oldatok összetétele.
* Kolloid rendszerek.
* A csapadékképződés.
* Egyszerű reakcióegyenletek felírása és rendezése.
* A reakciók végbemenetelének feltételei.
* A reakciók különböző sebességgel mennek végbe.

**4. Célok:**

* Motiváció: a kíváncsiság felkeltése a környezetünkben lévő anyagok tulajdonságainak és viselkedésük szabályszerűségeinek megértése iránt.
* Ismétlés: az oldatok összetételének megadása (anyagmennyiség-koncentráció, ill. tömegszázalék).
* A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez szükséges manuális készségek fejlesztése.
* A logikus gondolkodás, az induktív következtetés és szabályszerűségek alapján való deduktív előrejelzés gyakorlása.
* **Mindhárom** **típusú** feladatlap esetén a **kísérletek természettudományokban betöltött szerepének** megértése.
* A **2. típusú** feladatlapot megoldó tanulók esetében a **kontrollkísérlet** szerepének megértése, illetve a **3. típusú** feladatlapot megoldó tanulók rávezetése a kontrollkísérlet alkalmazására a kísérletek megtervezése és kivitelezése során.
* **A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók meggyőzése arról, hogy érdemes a receptszerűen leírt kísérlet végrehajtása után elgondolkodni azon, hogy hogyan lehet az ilyen vizsgálatokat korrekt módon megtervezni.**
* **A 2. és a 3. típusú feladatlapokat megoldó tanulók értsék meg, hogy a kísérletek helyes megtervezési módjának ismerete segítheti őket az áltudományos vélemények és csalások felismerésében.**

**5. Tananyag:**

* **Ismeret** szint:
  + A reakciók különböző sebességgel mennek végbe: vannak pillanatszerű, közepes sebességű és lassú reakciók is.
  + A reakciók sebessége függ a kiindulási anyagok koncentrációjától és a hőmérséklettől.
  + A reakciók sebessége nem függ össze azzal, hogy hasznos-e az adott reakció vagy sem a hétköznapi életben. Így egy pillanatszerűen végbemenő reakció lehet hasznos (pl. a vízkeménységet okozó ionok kicsapása) vagy káros (pl. egyes nem várt robbanások), ahogy egy lassú folyamat is lehet hasznos (pl. a gyümölcs érése) vagy káros (pl. a vas rozsdásodása).
* **Megértés** szint:
  + A részecskék magasabb hőmérsékleten gyorsabban mozognak, azaz nagyobb energiával rendelkeznek.
  + A magasabb hőmérsékleten gyorsabban mozgó részecskék időegység alatt többször ütköznek, így többször van esély a régi kötések felszakadására, az újabbak kialakulására, vagyis a melegítés szinte minden reakció sebességét növeli. (Lehetséges, hogy érdeklődő tanulók esetleg ismerhetik az enzimekreakciókkal kapcsolatos hőmérsékleti anomáliát, amikor a fehérjék működésének hőmérséklet-optimuma van. Ez esetleg kivételként megemlíthető.)
  + Magasabb hőmérsékleten több részecske rendelkezik az aktivált komplex kialakulásához szükséges energiával, vagyis gyakrabban történnek hasznos ütközések.
  + A koncentráció növelésével azért nő a reakciósebesség, mert a részecskék gyakrabban ütköznek.
  + Egy komponens koncentrációjának a megváltoztatása is hatással van a reakciók sebességére.
  + A reakciósebesség koncentrációfüggése csak a legegyszerűbb kinetikájú folyamatok (elemi reakciók) esetében határozható meg pusztán a reakcióegyenlet alapján. Ennek megfelelően a nátrium-tioszulfát-oldat és sósav közötti folyamat esetében sem figyelhetünk meg egyenes arányosságot a kiindulási koncentrációk és a folyamat teljes lejátszódásának ideje között, mivel ez nem elemi reakció, hanem több elemi reakcióból összetett folyamat.
* **Alkalmazás** szint:
  + A reakcióban részt vevő atomok száma, anyagi minősége és tömege állandó, ezért a megmaradás törvénye alapján a tanulóknak tudni kell rendezni az egyszerű reakcióegyenleteket.
  + A 2. és a 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében a „kontrollkísérlet” fogalmának alkalmazása a kísérlettervezés, ill. annak megértése során.
* **Magasabb rendű műveletek** szintje:
  + Minden feladatlaptípus esetében a rendszerszemléletű gondolkodás fejlesztése a „Gondolkodjunk!” feladat megoldása során.
  + 2. típusú feladatlap: a receptszerű leírás alapján elvégzett kísérlet értelmezése a kísérlettervezést segítő séma kitöltésével.
  + 3. típusú feladatlap: kísérlet megtervezése egy, az azt segítő séma kitöltésével.

**6. Módszertani megfontolások:**

* A feladatlap megoldását megelőzően be kell vezetni a reakciósebesség fogalmát. A jelen feladatlap csak a reakciósebesség hőmérséklet és koncentráció által való befolyásolásával foglalkozik.
* A feladatlapban szándékosan nem jelenik meg a reakciósebességi egyenlet, mivel annak értelmezése túlmutat a 9. osztályban a jelenleg érvényes tantervek által javasolt óraszámban megtanítható tananyagon.
* A kísérletek elkezdése előtt célszerű felhívni a diákok figyelmét arra, hogy ha túl sokat cseppentenek az oldatokból, akkor azok szétfolyhatnak, és a vékonyabb folyadékrétegben lévő kolloid kén nem takarja el a kör közepén lévő pontot.
* A kísérletek közben érdemes figyelni arra, hogy a lefelé fordított Pasteur-pipetta szárában is maradhat folyadék. Ez egyrészt azért baj, mert az a rész (éppen amit kicseppentenek majd a kísérlethez) nem melegszik fel/hűl le a kívánt hőmérsékletre. Másrészt levegős lehet a folyadék, és így nehéz egy nagy cseppet kicseppenteni. Némi pöcögtetéssel ez a probléma orvosolható, de ki is lehet adni külön arra a célra egy edényt, hogy abba cseppentsenek ki pár cseppet a folyadékokból, mielőtt a kijelölt körbe cseppentenének.
* Ha a feladatlap megoldása után marad rá idő, akkor a katalizátor reakciósebességre gyakorolt hatását célszerű egy élő vagy videón lejátszott tanári demonstrációs kísérlettel szemléltetni. Erre kitűnően alkalmas (mivel nagyon motiváló hatású) az ún. „Elefántfogkrém” kísérlet.[[2]](#footnote-2)
* A cseppkísérletek lényege, hogy kis mennyiségű vegyszer kerüljön felhasználásra. Ez az olcsó és gyors megvalósítás mellett azt is biztosítja, hogy a kén-dioxid-gázból csak egészen kicsi mennyiség keletkezik.
* A feladatlapon szereplő reakcióegyenlet(ek) láncszabály segítségével egyszerűen rendezhetők. Az oxidációs számok változásán alapuló egyenletrendezést nem kell hozzá ismerni, de ha a tanár célszerűnek látja azt, akkor természetesen alkalmazható az a módszer is.
* **Digitális oktatási módban vagy otthoni (esetleg szorgalmi) feladatként** adható feladatlap-változatok az alábbi linken érhetők el, de **ennek a fájlnak a végén is** megtalálhatók (a tanári változatokkal együtt):

<https://drive.google.com/drive/folders/1irHDwsfbOTIokhi9IgVdiVNf5SblPlA7?usp=sharing>

**7. Technikai segédlet:**

* **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként):**
  + tálca
  + 1 db genotherm műanyag mappába helyezett, A4 papírra kinyomtatandó ábra (ld. a nyomtatásra kész változatot a „Hulladékkezelés” utáni oldalon).
  + 3 db Pasteur-pipetta vagy szemcseppentő vagy műanyag fecskendő vagy gyógyszertárban vásárolható kis pipetta[[3]](#footnote-3) vagy szem- ill. orrcsepphez készült kis műanyag flakon,[[4]](#footnote-4) (célszerű feliratozni őket, hogy a tanulók ne keverjék össze, ld. a mellékelt fényképeket)
  + 0,5 mol/dm3 koncentrációjú Na2S2O3-oldat
  + 1 mol/dm3 koncentrációjú sósav
  + víz
  + 1 pohárban hideg vízfürdő (olvadó jégkockákat tartalmazó csapvíz vagy hideg csapvíz)
  + 1 pohárban meleg vízfürdő (elektromos vízforralóval készült és kb. 60 °C hőmérsékletűre hűlt csapvíz – nem szükséges hozzá hőmérő, csak az a fontos, hogy jó meleg legyen, de ne forrázza le vele magát senki)
  + papírtörlő
  + védőkesztyű
  + védőszemüveg
* **Előkészítés:**
  + Mint minden más kísérletet, **a jelen feladatlap kísérleteit is ki kell próbálni** a tanórai megvalósítás előtt. Ügyelni kell arra is, hogy ha a kísérletek valamely eszközzel vagy anyaggal nem hajthatók végre kielégítő eredménnyel, akkor maradjon idő azok megfelelő eszközökkel vagy anyagokkal való helyettesítésére.
  + **Jelenléti** oktatásban az osztály (tanulócsoport) minden tagja számára **ki kell nyomtatni** az előzetes beosztásnak megfelelő típusú feladatlapot (a piros betűs szöveg törlése után) és egy példányban a tanári változatot is. **Digitális** oktatási módban vagy **otthoni (szorgalmi) feladat** kiadásakor a megfelelő típusú feladatlapot tartalmazó **elektronikusan elérhető (és esetleg a csoport tagjai által közösen is kitölthető) dokumentum linkjét** kell elküldeni a tanulóknak, vagy más módon kell velük megosztani az online kitöltendő feladatlapot.
  + A kísérlet során egy-egy tanulócsoport minden oldatból csak néhány cseppnyi mennyiséget használ el, így nem szükséges nagy mennyiségű oldatot készíteni. Ehhez desztillált víz helyett csapvíz is használható.
  + A Na2S2O3·5H2O beszerezhető vegyszerboltokban, pl.: [Kapcsolat – AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/), ahol 100 g Na2S2O3·5H2O ára 500 Ft volt 2023. 07. 21-én.
  + A 0,5 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat (Na2S2O3-oldat) készítése: 12,4 g Na2S2O3·5H2O-ot kell kevés vízben feloldani, majd vízzel kiegészíteni az oldatot 100 cm3 végtérfogatra.
  + Az 1,0 mol/dm3 koncentrációjú sósav (HCl-oldat) készítése történhet pl. így is: 17 cm3 20%-os háztartási sósavat kell vízzel óvatosan 100 cm3-re hígítani (a savat vékony sugárban és folytonos keverés közben a vízbe öntve).
  + Hígabb oldatokkal nem érdemes próbálkozni, mert nagyon megnőnek a reakcióidők, és az effektusok sem látszanak jól.
  + A kipróbálások tapasztalatai alapján a kör közepén lévő pontok láthatósága az adott körülményektől (elsősorban a pontos hőmérséklettől és koncentrációktól) függő időtartamok alatt szűnik meg. **Ezért nagyon fontos, hogy a tanár próbálja ki a tanóra előtt a kísérleteket.** Olyan körülményeket kell alkalmazni, hogy a három kísérlet esetében mért időtartamok között a tanulók is biztosan elég nagy különbséget tapasztaljanak. Ehhez pl. a hideg vízfürdő megfelelő hőmérsékletének eléréséhez szükség lehet jégkockák adagolására is. A meleg vízfürdőnek pedig minimum kb. 60 °C hőmérsékletűnek kell lennie. Az alábbi adatok tájékoztató jellegűek:
    - Az I. kísérlet során szükséges idő (amikor nincs hígítás) kb. 12 -14°C-on: kb. 30 s.
    - A II. a) kísérlet során szükséges idő (amikor van hígítás) kb. 12-14 °C-on: kb. 60 s.
    - A II. b) kísérlet során szükséges idő (amikor nincs hígítás) kb. 60 °C-on: kb. 10 s.
  + Csepegtetésre alkalmas eszközként alkalmazhatunk (műanyag Pasteur-)pipettákat, szemcseppentőket vagy műanyag fecskendőket is, amelyeket a kísérlet után elmosva többször is használhatunk. Az oldatokat ekkor célszerű a feliratozott (Pasteur-)pipettákban vagy szemcseppentőkben vagy műanyag fecskendőkben a tálcákra tenni.
  + Hosszú távon, a feladatlap sokszor való elvégzéséhez legkedvezőbb megoldás viszont az, ha az oldatokat gyógyszertárban vásárolható (vagy a háztartásban hulladékként keletkező, de alaposan elmosogatott), és megfelelően felcímkézett, szem-, ill. orrcsepp adagolásához készült kis műanyag flakonokba töltjük. (A címkéket cellux-szal kell leragasztani, hogy a vízfürdőbe téve ne ázzanak le.) Ezek, az oldatokat tartalmazó felcímkézett kis flakonok a feladatlap elvégzése után egy felcímkézett dobozba téve tárolhatók a következő kísérletig.
  + A kísérleteket vízszintes felületen kell végezni, mert a cseppek könnyen elgurulnak a műanyag mappán. Ha a genotherm színtelen műanyag tasakra cseppentett oldatok nem a megfelelő helyre kerülnek, akkor a papírtörlővel letörölhetők, és a kísérlet megismételhető.
  + A reakció során keletkező kolloid ként a lehető leghamarabb célszerű letörölni a papírtörlővel a genotherm tasakról, mert így ez a műanyag tasak a továbbiakban is használható marad.
  + A tanulócsoportok számára kétféle módon előkészített tálcák képe a következő felvételeken látható.

A képen fürdőkád, fedett pályás, műanyag, konténer látható

Automatikusan generált leírás

1. ábra: A Pasteur-pipettákba felszívott oldatokkal előkészített tálca

A képen szöveg, fedett pályás, Orvosi felszerelés, műanyag látható

Automatikusan generált leírás

2. ábra: A gyógyszertárban vásárolt kis cseppentős műanyag flakonokba töltött oldatokkal előkészített tálca

* **Balesetvédelem**
  + Arra kell figyelni, hogy a felhasznált anyagokat a tanulók ne kóstolják meg, illetve ne öntsék magukra vagy egymásra.
  + A felhasznált vegyszerek igen kis mennyisége miatt még osztályszinten is csak nagyon kevés kén-dioxid-gáz keletkezik. Azonban ennek belélegzését is kerülni kell, és ezért a kísérletet jól szellőző helységben (lehetőleg nyitott ablak mellett) kell végezni.
* A vízfürdőkbe helyezett oldatokról készült felvételek az alábbiakban láthatók:

A képen Laboratóriumi eszközök, Átlátszó anyag, Átlátszóság, Orvosi felszerelés látható

Automatikusan generált leírás

3. ábra: Az oldatokat tartalmazó, vízfürdőbe helyezett Pasteur-pipettákat mutató felvétel

A képen szöveg, Átlátszóság, Laboratóriumi eszközök, palack látható

Automatikusan generált leírás

4. ábra: Az oldatokat tartalmazó, vízfürdőbe helyezett kis cseppentős flakonokat mutató felvétel

* A kísérletek eredményei a következő felvételeken láthatók:

A képen szöveg, képernyőkép, tervezés, írószer látható

Automatikusan generált leírás

5. ábra: Az I. kísérlet eredményét mutató felvétel

A képen szöveg, képernyőkép látható

Automatikusan generált leírás

6. ábra: A II. a) kísérlet eredményét mutató felvétel

A képen szöveg, képernyőkép látható

Automatikusan generált leírás

7. ábra: A II. b) kísérlet eredményét mutató felvétel

* **Hulladékkezelés**
  + A keletkező hulladékok kis mennyisége miatt a genotherm műanyag tasakokat nedves ronggyal le lehet törölni.
  + A genotherm műanyag tasakba helyezés előtt csoportonként 1 db A4 papírra kinyomtatandó ábra a következő oldalon látható. Ez a kísérlet termékeinek letörlése és lemosása után újra felhasználható, ha nem túl sokáig marad rajta a kivált kén.

I. kísérlet II. a) kísérlet II. b) kísérlet

∙

∙

∙

**A pillanatragasztó és társai** (jelenléti oktatás, 1. típus: receptszerű, tanulói)

Ugye, azt szeretnénk, hogy a pillanatragasztó valóban nagyon gyorsan kössön meg, de a gáztűzhelyben használt földgáz soha ne robbanjon fel? A kémiai folyamatok sebességét tehát mindig a szükségleteinknek megfelelően kell szabályoznunk. Először a vegyészeknek meg kell találniuk, hogy milyen anyagokat kell reagáltatni egymással egy adott célra. Például a pillanatragasztó anyagát, a cianoakrilátot, ami a levegőben lévő vízzel gyorsan, szinte pillanatszerűen reagál, Harry Coover[[5]](#footnote-5) fedezte föl 1942-ben. A reakciók sebességét azonban a reagáló anyagok anyagi minőségén kívül más tényezők is befolyásolják. Sok tragédia következett már be úgy, hogy a lakás légterében figyelmetlenség miatt a földgáz koncentrációja meghaladta az alsó robbanási határt[[6]](#footnote-6), és egy égő cigarettától vagy egy villanykapcsoló szikrájától a magas hőmérsékleten felrobbant a gázelegy. Ezért most azt fogjuk vizsgálni, **hogyan hat a reagáló anyagok koncentrációja és a hőmérséklet a kémiai reakciók sebességére**.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK: hideg és meleg vízfürdők, Pasteur-pipettában/cseppentős flakonban folyadékok: 1 db cseppentőben 0,5 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat (Na2S2O3-oldat), 1 db cseppentőben 1,0 mol/dm3 koncentrációjú sósav (HCl-oldat), 1 db cseppentőben víz, 1 db műanyag tasakba helyezett, A4 papírra nyomtatott ábra, 1 db mobiltelefon, stopperóra funkcióval

Először is szükségünk van egy **közepes sebességgel zajló reakcióra**, amelyet a következő kísérletben ismerünk meg.

**I. Kísérlet**: Tegyétek a Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket a **zárt végükkel lefelé** a hideg vízfürdőbe (vagy tegyétek az ilyen oldatokat tartalmazó flakonokat a hideg vízfürdőbe). Mikor lehűltek, cseppentsetek a műanyag mappán az „I. kísérlet” feliratú kör közepére 1 csepp Na2S2O3-oldatot, majd arra 1 csepp sósavat (HCl-oldatot). Mérjétek meg a mobiltelefonotok stopperóra funkciójával, hogy mennyi idő telik el addig, amikor már éppen nem látjátok a folyadék alatt a kör közepén lévő pontot. Jegyezzétek föl a tapasztalatokat és magyarázzátok meg a változásokat!

**Tapasztalat:** Az oldat egy idő után előbb ………………………… színű lett, majd később ……………………….. színűvé vált.

A kör közepén lévő pont …………………………………………… idő múlva nem látható.

**Magyarázat:** A nátrium-tioszulfát-oldat és a sósav között a következő, **rendezendő** reakcióegyenlet szerinti

reakció játszódott le. A színt a keletkező …………………….. okozta. A szúrós szagú gáz a …………………………………………

Na2S2O3 + …. HCl → …. NaCl + SO2 + S + H2O

**II. Kísérlet:** A műanyag mappán lévő „II. a) és a II. b)” jelű körökben végezzétek el a következő kísérleteket.

|  |  |
| --- | --- |
| II. a): 1 csepp **hideg** Na2S2O3-oldat + 1 csepp **hideg víz** + 1 csepp **hideg** sósav | II. b): 1 csepp **meleg** Na2S2O3-oldat + 1 csepp **meleg** sósav |

KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

II. a):

1. Tegyétek a vizet tartalmazó cseppentőt vagy flakont a hideg vízfürdőbe.

2. A II. a) jelű körbe cseppentsetek 1 csepp hideg Na2S2O3-oldatot.

3. Cseppentsetek rá 1 csepp hideg vizet.

4. Cseppentsetek rá 1 csepp hideg sósavat.

5. Mérjétek meg azt az időt, aminek el kell telnie ahhoz, hogy már ne lássátok a kör közepén lévő pontot.

II. b):

1. Tegyétek Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket vagy flakonokat a meleg vízfürdőbe.

2. A II. b) jelű körbe cseppentsetek 1 csepp meleg Na2S2O3-oldatot.

3. Cseppentsetek rá 1 csepp meleg sósavat.

4. Mérjétek meg azt az időt, aminek el kell telnie ahhoz, hogy már ne lássátok a kör közepén lévő pontot.

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és magyarázatokat. Vonjátok le a következtetést is.**

1. TAPASZTALATOK:

II. a) …………………………………………………………………….………………………………………………………………………………………………

II.b) ……………………………………….……………………………………………………………………………………………………………………………..

2. MAGYARÁZAT:

II. a) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

II. b) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

3. KÖVETKEZTETÉS:

II. a) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

II. b) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

4. GONDOLKODJUNK!

Tegyük fel, hogy biciklizés közben egy barátotok elesett, és a bőrén keletkezett csúnya horzsolást Betadine oldattal fertőtlenítettétek. A nagy igyekezet során azonban a barna színű Betadine oldatból a barátotok kedvenc világos színű nadrágjára is csöppent. A Betadine-ban lévő jód nem vízoldható, de az interneten az olvasható, hogy a „*Betadine oldat …nátrium-tioszulfát-oldattal (fixírsó) eltávolítható*”.[[7]](#footnote-7) Szilárd nátrium-tioszulfát a vegyszerboltban olcsón kapható.[[8]](#footnote-8) A kémiai reakció egyenlete: 2 Na2S2O3 + I2 → Na2S4O6 + 2 NaI. A keletkező termékek színtelenek és vízoldhatók, így a legközelebbi mosással távoznak. Milyen nátrium-tioszulfát-oldatot kell készítenetek a szilárd sóból, ha azt szeretnétek, hogy a barna folt a lehető leggyorsabban eltűnjön a nadrágról? Húzd alá a megfelelő választ!

A) Híg és hideg oldatot. B) Híg és meleg oldatot. C) Tömény és hideg oldatot. D) Tömény és meleg oldatot.

**A pillanatragasztó és társai** (jelenléti oktatás, 1. típus: receptszerű, tanári)

Kérjük szépen a tanár kollégákat, legyenek szívesek bátorítani a diákjaikat a kísérletezésre azzal, hogy kiemelik a kísérletek fontosságát a természettudományokban, és megdicsérik őket, ha jól gondolkodnak.

Ugye, azt szeretnénk, hogy a pillanatragasztó valóban nagyon gyorsan kössön meg, de a gáztűzhelyben használt földgáz soha ne robbanjon fel? A kémiai folyamatok sebességét tehát mindig a szükségleteinknek megfelelően kell szabályoznunk. Először a vegyészeknek meg kell találniuk, hogy milyen anyagokat kell reagáltatni egymással egy adott célra. Például a pillanatragasztó anyagát, a cianoakrilátot, ami a levegőben lévő vízzel gyorsan, szinte pillanatszerűen reagál, Harry Coover[[9]](#footnote-9) fedezte föl 1942-ben. A reakciók sebességét azonban a reagáló anyagok anyagi minőségén kívül más tényezők is befolyásolják. Sok tragédia következett már be úgy, hogy a lakás légterében figyelmetlenség miatt a földgáz koncentrációja meghaladta az alsó robbanási határt[[10]](#footnote-10), és egy égő cigarettától vagy egy villanykapcsoló szikrájától a magas hőmérsékleten felrobbant a gázelegy. Ezért most azt fogjuk vizsgálni, **hogyan hat a reagáló anyagok koncentrációja és a hőmérséklet a kémiai reakciók sebességére**.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK: hideg és meleg vízfürdők, Pasteur-pipettában/cseppentős flakonban folyadékok: 1 db cseppentőben 0,5 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat (Na2S2O3-oldat), 1 db cseppentőben 1,0 mol/dm3 koncentrációjú sósav (HCl-oldat), 1 db cseppentőben víz, 1 db műanyag tasakba helyezett, A4 papírra nyomtatott ábra, 1 db mobiltelefon, stopperóra funkcióval

Először is szükségünk van egy **közepes sebességgel zajló reakcióra**, amelyet a következő kísérletben ismerünk meg.

**I. Kísérlet**: Tegyétek a Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket a **zárt végükkel lefelé** a hideg vízfürdőbe (vagy tegyétek az ilyen oldatokat tartalmazó flakonokat a hideg vízfürdőbe). Mikor lehűltek, cseppentsetek a műanyag mappán az „I. kísérlet” feliratú kör közepére 1 csepp Na2S2O3-oldatot, majd arra 1 csepp sósavat (HCl-oldatot). Mérjétek meg a mobiltelefonotok stopperóra funkciójával, hogy mennyi idő telik el addig, amikor már éppen nem látjátok a folyadék alatt a kör közepén lévő pontot. Jegyezzétek föl a tapasztalatokat és magyarázzátok meg a változásokat!

**Tapasztalat:** Az oldat egy idő után előbb fehér (opálos) színű lett, majd később sárga színűvé vált.

A kör közepén lévő pont kb. 30 s idő múlva nem látható.

**Magyarázat:** A nátrium-tioszulfát-oldat és a sósav között a következő, **rendezendő** reakcióegyenlet szerinti

reakció játszódott le. A színt a keletkező kén okozta. A szúrós szagú gáz a kén-dioxid.

Na2S2O3 + 2 HCl → 2 NaCl + SO2 + S + H2O

**II. Kísérlet:** A műanyag mappán lévő „II. a) és a II. b)” jelű körökben végezzétek el a következő kísérleteket.

|  |  |
| --- | --- |
| II. a): 1 csepp **hideg** Na2S2O3-oldat + 1 csepp **hideg víz** + 1 csepp **hideg** sósav | II. b): 1 csepp **meleg** Na2S2O3-oldat + 1 csepp **meleg** sósav |

KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

II. a):

1. Tegyétek a vizet tartalmazó cseppentőt vagy flakont a hideg vízfürdőbe.

2. A II. a) jelű körbe cseppentsetek 1 csepp hideg Na2S2O3-oldatot.

3. Cseppentsetek rá 1 csepp hideg vizet.

4. Cseppentsetek rá 1 csepp hideg sósavat.

5. Mérjétek meg azt az időt, aminek el kell telnie ahhoz, hogy már ne lássátok a kör közepén lévő pontot.

II. b):

1. Tegyétek Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket vagy flakonokat a meleg vízfürdőbe.

2. A II. b) jelű körbe cseppentsetek 1 csepp meleg Na2S2O3-oldatot.

3. Cseppentsetek rá 1 csepp meleg sósavat.

4. Mérjétek meg azt az időt, aminek el kell telnie ahhoz, hogy már ne lássátok a kör közepén lévő pontot.

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és magyarázatokat. Vonjátok le a következtetést is.**

1. TAPASZTALATOK:

II. a) A vízzel való hígítás esetében a kör közepén lévő pont kb. 60 s múlva nem látható.

II. b) A meleg oldatok esetében a kör közepén lévő pont kb. 10 s múlva nem látható.

2. MAGYARÁZAT:

II. a) Kisebb koncentráció esetén az adott térben kevesebb részecske van, ezért a részecskék ritkábban ütköznek, így a reakció lassabban játszódik le.

II. b) Magasabb hőmérsékleten több részecskének van akkora energiája, amivel teljesül a folyamat aktiválásienergia-igénye. A részecskék gyorsabban mozognak és gyakrabban is ütköznek. Tehát gyakoribbak a hasznos ütközések.

3. KÖVETKEZTETÉS:

II. a) A koncentráció csökkentésével csökkenthető a reakció sebessége.

II. b) A hőmérséklet növelésével növelhető a reakció sebessége.

4. GONDOLKODJUNK!

Tegyük fel, hogy biciklizés közben egy barátotok elesett, és a bőrén keletkezett csúnya horzsolást Betadine oldattal fertőtlenítettétek. A nagy igyekezet során azonban a barna színű Betadine oldatból a barátotok kedvenc világos színű nadrágjára is csöppent. A Betadine-ban lévő jód nem vízoldható, de az interneten az olvasható, hogy a „*Betadine oldat …nátrium-tioszulfát-oldattal (fixírsó) eltávolítható*”.[[11]](#footnote-11) Szilárd nátrium-tioszulfát a vegyszerboltban olcsón kapható.[[12]](#footnote-12) A kémiai reakció egyenlete: 2 Na2S2O3 + I2 → Na2S4O6 + 2 NaI. A keletkező termékek színtelenek és vízoldhatók, így a legközelebbi mosással távoznak. Milyen nátrium-tioszulfát-oldatot kell készítenetek a szilárd sóból, ha azt szeretnétek, hogy a barna folt a lehető leggyorsabban eltűnjön a nadrágról? Húzd alá a megfelelő választ!

A) Híg és hideg oldatot. B) Híg és meleg oldatot. C) Tömény és hideg oldatot. D) Tömény és meleg oldatot.

**A pillanatragasztó és társai** (jelenléti oktatás, 2. típus: recept+magyarázat, tanulói)

Ugye, azt szeretnénk, hogy a pillanatragasztó valóban nagyon gyorsan kössön meg, de a gáztűzhelyben használt földgáz soha ne robbanjon fel? A kémiai folyamatok sebességét tehát mindig a szükségleteinknek megfelelően kell szabályoznunk. Először a vegyészeknek meg kell találniuk, hogy milyen anyagokat kell reagáltatni egymással egy adott célra. Például a pillanatragasztó anyagát, a cianoakrilátot, ami a levegőben lévő vízzel gyorsan, szinte pillanatszerűen reagál, Harry Coover[[13]](#footnote-13) fedezte föl 1942-ben. A reakciók sebességét azonban a reagáló anyagok anyagi minőségén kívül más tényezők is befolyásolják. Sok tragédia következett már be úgy, hogy a lakás légterében figyelmetlenség miatt a földgáz koncentrációja meghaladta az alsó robbanási határt[[14]](#footnote-14), és egy égő cigarettától vagy egy villanykapcsoló szikrájától a magas hőmérsékleten felrobbant a gázelegy. Ezért most azt fogjuk vizsgálni, **hogyan hat a reagáló anyagok koncentrációja és a hőmérséklet a kémiai reakciók sebességére**.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK: hideg és meleg vízfürdők, Pasteur-pipettában/cseppentős flakonban folyadékok: 1 db cseppentőben 0,5 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat (Na2S2O3-oldat), 1 db cseppentőben 1,0 mol/dm3 koncentrációjú sósav (HCl-oldat), 1 db cseppentőben víz, 1 db műanyag tasakba helyezett, A4 papírra nyomtatott ábra, 1 db mobiltelefon, stopperóra funkcióval

Először is szükségünk van egy **közepes sebességgel zajló reakcióra**, amelyet a következő kísérletben ismerünk meg.

**I. Kísérlet**: Tegyétek a Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket a **zárt végükkel lefelé** a hideg vízfürdőbe (vagy tegyétek az ilyen oldatokat tartalmazó flakonokat a hideg vízfürdőbe). Mikor lehűltek, cseppentsetek a műanyag mappán az „I. kísérlet” feliratú kör közepére 1 csepp Na2S2O3-oldatot, majd arra 1 csepp sósavat (HCl-oldatot). Mérjétek meg a mobiltelefonotok stopperóra funkciójával, hogy mennyi idő telik el addig, amikor már éppen nem látjátok a folyadék alatt a kör közepén lévő pontot. Jegyezzétek föl a tapasztalatokat és magyarázzátok meg a változásokat!

**Tapasztalat:** Az oldat egy idő után előbb ………………………… színű lett, majd később ……………………….. színűvé vált.

A kör közepén lévő pont …………………………………………… idő múlva nem látható.

**Magyarázat:** A nátrium-tioszulfát-oldat és a sósav között a következő, **rendezendő** reakcióegyenlet szerinti

reakció játszódott le. A színt a keletkező …………………….. okozta. A szúrós szagú gáz a …………………………………………

Na2S2O3 + …. HCl → …. NaCl + SO2 + S + H2O

**II. Kísérlet:** A műanyag mappán lévő „II. a)” és a „II. b)” jelű körökben végezzétek el a következő kísérleteket.

|  |  |
| --- | --- |
| II. a): 1 csepp **hideg** Na2S2O3-oldat + 1 csepp **hideg víz** + 1 csepp **hideg** sósav | II. b): 1 csepp **meleg** Na2S2O3-oldat + 1 csepp **meleg** sósav |

KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

II. a):

1. Tegyétek a vizet tartalmazó cseppentőt vagy flakont a hideg vízfürdőbe.

2. A II. a) jelű körbe cseppentsetek 1 csepp hideg Na2S2O3-oldatot.

3. Cseppentsetek rá 1 csepp hideg vizet.

4. Cseppentsetek rá 1 csepp hideg sósavat.

5. Mérjétek meg azt az időt, aminek el kell telnie ahhoz, hogy már ne lássátok a kör közepén lévő pontot.

II. b):

1. Tegyétek Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket vagy flakonokat a meleg vízfürdőbe.

2. A II. b) jelű körbe cseppentsetek 1 csepp meleg Na2S2O3-oldatot.

3. Cseppentsetek rá 1 csepp meleg sósavat.

4. Mérjétek meg azt az időt, aminek el kell telnie ahhoz, hogy már ne lássátok a kör közepén lévő pontot.

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és magyarázatokat. Vonjátok le a következtetést is.**

1. TAPASZTALATOK:

II. a) …………………………………………………………………….………………………………………………………………………………………………

II.b) ……………………………………….……………………………………………………………………………………………………………………………..

2. MAGYARÁZAT:

II. a) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

II. b) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

3. KÖVETKEZTETÉS:

II. a) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

II. b) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. Ennek érdekében válaszoljatok a következő kérdésekre!**

4. MIK VOLTAK A FÜGGETLEN VÁLTOZÓK, AMIKET NEKTEK KELLETT VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLETEK SORÁN?

**EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!**

a) ………………………………………………………… b) …………………………………………………………

5. MI VOLT A FÜGGŐ VÁLTOZÓ?

…………………………………………………………

6. HOGYAN TUDTÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT?

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

7. EZEK VOLTAK A FELTÉTELEZÉSEK (HIPOTÉZISEK):

II. a) Ha ………………………………………………………………………………… (a független változó a tervezett módon változik),

akkor ………………………………………………………………………………………………… (a függő változó ilyen módon fog változni).

II. b) Ha ………………………………………………………………………………… (a független változó a tervezett módon változik),

akkor ………………………………………………………………………………………………… (a függő változó ilyen módon fog változni).

8. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYEK VOLTAK AZOK AZ ÁLLANDÓK, AMELYEKNEK UGYANOLYANOKNAK KELLETT LENNIÜK, MINT AZ I. KÍSÉRLETBEN? Jelöljétek **X** jellel!

II. a)  Az oldatok térfogata.  Az oldatok koncentrációja.

Az oldatok hőmérséklete.  Az oldatok felcseppentésének sorrendje.

II. b)  Az oldatok térfogata.  Az oldatok koncentrációja.

Az oldatok hőmérséklete.  Az oldatok felcseppentésének sorrendje.

9. GONDOLKODJUNK!

Tegyük fel, hogy biciklizés közben egy barátotok elesett, és a bőrén keletkezett csúnya horzsolást Betadine oldattal fertőtlenítettétek. A nagy igyekezet során azonban a barna színű Betadine oldatból a barátotok kedvenc világos színű nadrágjára is csöppent. A Betadine-ban lévő jód nem vízoldható, de az interneten az olvasható, hogy a „*Betadine oldat …nátrium-tioszulfát-oldattal (fixírsó) eltávolítható*”.[[15]](#footnote-15) Szilárd nátrium-tioszulfát a vegyszerboltban olcsón kapható.[[16]](#footnote-16) A kémiai reakció egyenlete: 2 Na2S2O3 + I2 → Na2S4O6 + 2 NaI. A keletkező termékek színtelenek és vízoldhatók, így a legközelebbi mosással távoznak. Milyen nátrium-tioszulfát-oldatot kell készítenetek a szilárd sóból, ha azt szeretnétek, hogy a barna folt a lehető leggyorsabban eltűnjön a nadrágról? Húzd alá a megfelelő választ!

A) Híg és hideg oldatot. B) Híg és meleg oldatot. C) Tömény és hideg oldatot. D) Tömény és meleg oldatot.

**A pillanatragasztó és társai** (jelenléti oktatás, 2. típus: recept+magyarázat, tanári)

Kérjük szépen a tanár kollégákat, legyenek szívesek bátorítani a diákjaikat a kísérlettervezéssel kapcsolatos kérdések megválaszolására azzal, hogy kiemelik annak hasznosságát, és megdicsérik őket, ha jól gondolkodnak.

Ugye, azt szeretnénk, hogy a pillanatragasztó valóban nagyon gyorsan kössön meg, de a gáztűzhelyben használt földgáz soha ne robbanjon fel? A kémiai folyamatok sebességét tehát mindig a szükségleteinknek megfelelően kell szabályoznunk. Először a vegyészeknek meg kell találniuk, hogy milyen anyagokat kell reagáltatni egymással egy adott célra. Például a pillanatragasztó anyagát, a cianoakrilátot, ami a levegőben lévő vízzel gyorsan, szinte pillanatszerűen reagál, Harry Coover[[17]](#footnote-17) fedezte föl 1942-ben. A reakciók sebességét azonban a reagáló anyagok anyagi minőségén kívül más tényezők is befolyásolják. Sok tragédia következett már be úgy, hogy a lakás légterében figyelmetlenség miatt a földgáz koncentrációja meghaladta az alsó robbanási határt[[18]](#footnote-18), és egy égő cigarettától vagy egy villanykapcsoló szikrájától a magas hőmérsékleten felrobbant a gázelegy. Ezért most azt fogjuk vizsgálni, **hogyan hat a reagáló anyagok koncentrációja és a hőmérséklet a kémiai reakciók sebességére**.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK: hideg és meleg vízfürdők, Pasteur-pipettában/cseppentős flakonban folyadékok: 1 db cseppentőben 0,5 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat (Na2S2O3-oldat), 1 db cseppentőben 1,0 mol/dm3 koncentrációjú sósav (HCl-oldat), 1 db cseppentőben víz, 1 db műanyag tasakba helyezett, A4 papírra nyomtatott ábra, 1 db mobiltelefon, stopperóra funkcióval

Először is szükségünk van egy **közepes sebességgel zajló reakcióra**, amelyet a következő kísérletben ismerünk meg.

**I. Kísérlet**: Tegyétek a Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket a **zárt végükkel lefelé** a hideg vízfürdőbe (vagy tegyétek az ilyen oldatokat tartalmazó flakonokat a hideg vízfürdőbe). Mikor lehűltek, cseppentsetek a műanyag mappán az „I. kísérlet” feliratú kör közepére 1 csepp Na2S2O3-oldatot, majd arra 1 csepp sósavat (HCl-oldatot). Mérjétek meg a mobiltelefonotok stopperóra funkciójával, hogy mennyi idő telik el addig, amikor már éppen nem látjátok a folyadék alatt a kör közepén lévő pontot. Jegyezzétek föl a tapasztalatokat és magyarázzátok meg a változásokat!

**Tapasztalat:** Az oldat egy idő után előbb fehér (opálos) színű lett, majd később sárga színűvé vált.

A kör közepén lévő pont kb. 30 s idő múlva nem látható.

**Magyarázat:** A nátrium-tioszulfát-oldat és a sósav között a következő, **rendezendő** reakcióegyenlet szerinti

reakció játszódott le. A színt a keletkező kén okozta. A szúrós szagú gáz a kén-dioxid.

Na2S2O3 + 2 HCl → 2 NaCl + SO2 + S + H2O

**II. Kísérlet:** A műanyag mappán lévő „II. a)” és a „II. b)” jelű körökben végezzétek el a következő kísérleteket.

|  |  |
| --- | --- |
| II. a): 1 csepp **hideg** Na2S2O3-oldat + 1 csepp **hideg víz** + 1 csepp **hideg** sósav | II. b): 1 csepp **meleg** Na2S2O3-oldat + 1 csepp **meleg** sósav |

KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

II. a):

1. Tegyétek a vizet tartalmazó cseppentőt vagy flakont a hideg vízfürdőbe.

2. A II. a) jelű körbe cseppentsetek 1 csepp hideg Na2S2O3-oldatot.

3. Cseppentsetek rá 1 csepp hideg vizet.

4. Cseppentsetek rá 1 csepp hideg sósavat.

5. Mérjétek meg azt az időt, aminek el kell telnie ahhoz, hogy már ne lássátok a kör közepén lévő pontot.

II. b):

1. Tegyétek Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket vagy flakonokat a meleg vízfürdőbe.

2. A II. b) jelű körbe cseppentsetek 1 csepp meleg Na2S2O3-oldatot.

3. Cseppentsetek rá 1 csepp meleg sósavat.

4. Mérjétek meg azt az időt, aminek el kell telnie ahhoz, hogy már ne lássátok a kör közepén lévő pontot.

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és magyarázatokat. Vonjátok le a következtetést is.**

1. TAPASZTALATOK:

II. a) A vízzel való hígítás esetében a kör közepén lévő pont kb. 60 s múlva nem látható.

II. b) A meleg oldatok esetében a kör közepén lévő pont kb. 10 s múlva nem látható.

2. MAGYARÁZAT:

II. a) Kisebb koncentráció esetén az adott térben kevesebb részecske van, ezért a részecskék ritkábban ütköznek, így a reakció lassabban játszódik le.

II. b) Magasabb hőmérsékleten több részecskének van akkora energiája, amivel teljesül a folyamat aktiválásienergia-igénye. A részecskék gyorsabban mozognak és gyakrabban is ütköznek. Tehát gyakoribbak a hasznos ütközések.

3. KÖVETKEZTETÉS:

II. a) A koncentráció csökkentésével csökkenthető a reakció sebessége.

II. b) A hőmérséklet növelésével növelhető a reakció sebessége.

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. Ennek érdekében válaszoljatok a következő kérdésekre!**

4. MIK VOLTAK A FÜGGETLEN VÁLTOZÓK, AMIKET NEKTEK KELLETT VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLETEK SORÁN?

**EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!**

a)A koncentráció. b) A hőmérséklet.

5. MI VOLT A FÜGGŐ VÁLTOZÓ? A reakcióidő.

6. HOGYAN TUDTÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT?

A kör közepén lévő pont láthatóságának megszűnésével.

7. EZEK VOLTAK A FELTÉTELEZÉSEK (HIPOTÉZISEK):

II. a) Ha a koncentrációt csökkentjük (a független változó a tervezett módon változik), akkor az növeli a reakció lejátszódásához szükséges időt (a függő változó ilyen módon fog változni).

II. b) Ha a hőmérsékletet emeljük (a független változó a tervezett módon változik), akkor az csökkenti a reakció lejátszódásához szükséges időt (a függő változó ilyen módon fog változni).

8. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYEK VOLTAK AZOK AZ ÁLLANDÓK, AMELYEKNEK UGYANOLYANOKNAK KELLETT LENNIÜK, MINT AZ I. KÍSÉRLETBEN? Jelöljétek **X** jellel!

II. a)  Az oldatok térfogata.  Az oldatok koncentrációja.

Az oldatok hőmérséklete.  Az oldatok felcseppentésének sorrendje.

II. b)  Az oldatok térfogata.  Az oldatok koncentrációja.

Az oldatok hőmérséklete.  Az oldatok felcseppentésének sorrendje.

9. GONDOLKODJUNK!

Tegyük fel, hogy biciklizés közben egy barátotok elesett, és a bőrén keletkezett csúnya horzsolást Betadine oldattal fertőtlenítettétek. A nagy igyekezet során azonban a barna színű Betadine oldatból a barátotok kedvenc világos színű nadrágjára is csöppent. A Betadine-ban lévő jód nem vízoldható, de az interneten az olvasható, hogy a „*Betadine oldat …nátrium-tioszulfát-oldattal (fixírsó) eltávolítható*”.[[19]](#footnote-19) Szilárd nátrium-tioszulfát a vegyszerboltban olcsón kapható.[[20]](#footnote-20) A kémiai reakció egyenlete: 2 Na2S2O3 + I2 → Na2S4O6 + 2 NaI. A keletkező termékek színtelenek és vízoldhatók, így a legközelebbi mosással távoznak. Milyen nátrium-tioszulfát-oldatot kell készítenetek a szilárd sóból, ha azt szeretnétek, hogy a barna folt a lehető leggyorsabban eltűnjön a nadrágról? Húzd alá a megfelelő választ!

A) Híg és hideg oldatot. B) Híg és meleg oldatot. C) Tömény és hideg oldatot. D) Tömény és meleg oldatot.

**A pillanatragasztó és társai** (jelenléti oktatás, 3. típus: kísérlettervező, tanulói)

Ugye, azt szeretnénk, hogy a pillanatragasztó valóban nagyon gyorsan kössön meg, de a gáztűzhelyben használt földgáz soha ne robbanjon fel? A kémiai folyamatok sebességét tehát mindig a szükségleteinknek megfelelően kell szabályoznunk. Először a vegyészeknek meg kell találniuk, hogy milyen anyagokat kell reagáltatni egymással egy adott célra. Például a pillanatragasztó anyagát, a cianoakrilátot, ami a levegőben lévő vízzel gyorsan, szinte pillanatszerűen reagál, Harry Coover[[21]](#footnote-21) fedezte föl 1942-ben. A reakciók sebességét azonban a reagáló anyagok anyagi minőségén kívül más tényezők is befolyásolják. Sok tragédia következett már be úgy, hogy a lakás légterében figyelmetlenség miatt a földgáz koncentrációja meghaladta az alsó robbanási határt[[22]](#footnote-22), és egy égő cigarettától vagy egy villanykapcsoló szikrájától a magas hőmérsékleten felrobbant a gázelegy. Ezért most azt fogjuk vizsgálni, **hogyan hat a reagáló anyagok koncentrációja és a hőmérséklet a kémiai reakciók sebességére**.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK: hideg és meleg vízfürdők, Pasteur-pipettában/cseppentős flakonban folyadékok: 1 db cseppentőben 0,5 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat (Na2S2O3-oldat), 1 db cseppentőben 1,0 mol/dm3 koncentrációjú sósav (HCl-oldat), 1 db cseppentőben víz, 1 db műanyag tasakba helyezett, A4 papírra nyomtatott ábra, 1 db mobiltelefon, stopperóra funkcióval

Először is szükségünk van egy **közepes sebességgel zajló reakcióra**, amelyet a következő kísérletben ismerünk meg.

**I. Kísérlet**: Tegyétek a Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket a **zárt végükkel lefelé** a hideg vízfürdőbe (vagy tegyétek az ilyen oldatokat tartalmazó flakonokat a hideg vízfürdőbe). Mikor lehűltek, cseppentsetek a műanyag mappán az „I. kísérlet” feliratú kör közepére 1 csepp Na2S2O3-oldatot, majd arra 1 csepp sósavat (HCl-oldatot). Mérjétek meg a mobiltelefonotok stopperóra funkciójával, hogy mennyi idő telik el addig, amikor már éppen nem látjátok a folyadék alatt a kör közepén lévő pontot. Jegyezzétek föl a tapasztalatokat és magyarázzátok meg a változásokat!

**Tapasztalat:** Az oldat egy idő után előbb ………………………… színű lett, majd később ……………………….. színűvé vált.

A kör közepén lévő pont …………………………………………… idő múlva nem látható.

**Magyarázat:** A nátrium-tioszulfát-oldat és a sósav között a következő, **rendezendő** reakcióegyenlet szerinti

reakció játszódott le. A színt a keletkező …………………….. okozta. A szúrós szagú gáz a …………………………………………

Na2S2O3 + …. HCl → …. NaCl + SO2 + S + H2O

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. A következő kérdésekre adott válaszaitok segítenek ebben.**

**II. Kísérlet:** Használjátok az I. Kísérletet kontrollkísérletként, amelynek tapasztalataihoz a következő két kísérlet tapasztalatait hasonlítjátok! Hogyan tudnátok a meglévő anyagokkal és eszközökkel

a) **lassítani** a II. a) jelű körben az I. Kísérletben megismert reakciót?

b) **gyorsítani** a II. a) jelű körben az I. Kísérletben megismert reakciót?

1. MIK A FÜGGETLEN VÁLTOZÓK, AMELYEKET NEKTEK KELL VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLETEK SORÁN?

(**EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!)**

a) ………………………………………………………… b) …………………………………………………………

2. MI A FÜGGŐ VÁLTOZÓ? …………………………………………………………

3. HOGYAN TUDJÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT?

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

4. FELTÉTELEZÉSEK (HIPOTÉZISEK):

II. a) Ha ………………………………………………………………………………… (a független változó a tervezett módon változik),

akkor ………………………………………………………………………………………………… (a függő változó ilyen módon fog változni).

II. b) Ha ………………………………………………………………………………… (a független változó a tervezett módon változik),

akkor ………………………………………………………………………………………………… (a függő változó ilyen módon fog változni).

5. HOGYAN VÁLTOZHATNAK A FÜGGETLEN VÁLTOZÓK? Tervezzétek meg, milyen folyadékokat és milyen sorrendben kell cseppenteni a műanyag tasakban lévő lapra rajzolt, és a következő módon megjelölt körökbe!

|  |  |
| --- | --- |
| II. a): | II. b): |
| Hány csoport végezte el összesen az osztályban? | Hány csoport végezte el összesen az osztályban? |

6. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYEK LESZNEK AZOK AZ ÁLLANDÓK, AMELYEKNEK UGYANOLYANOKNAK KELL LENNIE, MINT AZ I. KÍSÉRLETBEN (AZAZ A KONTROLLKÍSÉRLETBEN)? Jelöljétek **X** jellel!

II. a)  Az oldatok térfogata.  Az oldatok koncentrációja.

Az oldatok hőmérséklete.  Az oldatok felcseppentésének sorrendje.

II. b)  Az oldatok térfogata.  Az oldatok koncentrációja.

Az oldatok hőmérséklete.  Az oldatok felcseppentésének sorrendje.

7. A KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

II. a): 1. Tegyétek ………………………………………………………. cseppentőt vagy flakont a ……………………………. vízfürdőbe.

2. A II. a) jelű körbe cseppentsetek ……………………………………………………………………………………………………………..

3. Cseppentsetek rá ……………………………………………………………………………………………………………………………….…..

4. Cseppentsetek rá …………………………………………………………………………………………………………………………………..

5. Mérjétek meg …………………………………………………………………………………………………………………………..……………..

II. b): 1. Tegyétek a ………………………………………………………………………………………………… a …………………..… vízfürdőbe.

2. A II. b) jelű körbe cseppentsetek ………………………………………………………………………………………………….…………

3. Cseppentsetek rá ……………………………………………………………………………………………………………………………….…..

4. Mérjétek meg …………………………………………………………………………………………………………………………….………….

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és magyarázatokat. Vonjátok le a következtetést is!**

8. TAPASZTALATOK:

II. a) …………………………………………………………………….…. II.b) ……………………………………….……………………………………………

9. MAGYARÁZAT:

II. a) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

II. b) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

10. KÖVETKEZTETÉS:

II. a) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

II. b) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

11. GONDOLKODJUNK! Tegyük fel, hogy biciklizés közben egy barátotok elesett, és a bőrén keletkezett csúnya horzsolást Betadine oldattal fertőtlenítettétek. A nagy igyekezet során azonban a barna színű Betadine oldatból a barátotok kedvenc világos színű nadrágjára is csöppent. A Betadine-ban lévő jód nem vízoldható, de az interneten az olvasható, hogy a „*Betadine oldat …nátrium-tioszulfát-oldattal (fixírsó) eltávolítható*”.[[23]](#footnote-23) Szilárd nátrium-tioszulfát a vegyszerboltban olcsón kapható.[[24]](#footnote-24) A kémiai reakció egyenlete:

2 Na2S2O3 + I2 → Na2S4O6 + 2 NaI. A keletkező termékek színtelenek és vízoldhatók, így a legközelebbi mosással távoznak. Milyen nátrium-tioszulfát-oldatot kell készítenetek a szilárd sóból, ha azt szeretnétek, hogy a barna folt a lehető leggyorsabban eltűnjön a nadrágról? Húzd alá a megfelelő választ!

A) Híg és hideg oldatot. B) Híg és meleg oldatot. C) Tömény és hideg oldatot. D) Tömény és meleg oldatot.

**A pillanatragasztó és társai** (jelenléti oktatás, 3. típus: kísérlettervező, tanári)

Kérjük szépen a tanár kollégákat, legyenek szívesek bátorítani a diákjaikat a kísérlettervezéssel kapcsolatos kérdések megválaszolására azzal, hogy kiemelik annak hasznosságát, és megdicsérik őket, ha jól gondolkodnak.

Ugye, azt szeretnénk, hogy a pillanatragasztó valóban nagyon gyorsan kössön meg, de a gáztűzhelyben használt földgáz soha ne robbanjon fel? A kémiai folyamatok sebességét tehát mindig a szükségleteinknek megfelelően kell szabályoznunk. Először a vegyészeknek meg kell találniuk, hogy milyen anyagokat kell reagáltatni egymással egy adott célra. Például a pillanatragasztó anyagát, a cianoakrilátot, ami a levegőben lévő vízzel gyorsan, szinte pillanatszerűen reagál, Harry Coover[[25]](#footnote-25) fedezte föl 1942-ben. A reakciók sebességét azonban a reagáló anyagok anyagi minőségén kívül más tényezők is befolyásolják. Sok tragédia következett már be úgy, hogy a lakás légterében figyelmetlenség miatt a földgáz koncentrációja meghaladta az alsó robbanási határt[[26]](#footnote-26), és egy égő cigarettától vagy egy villanykapcsoló szikrájától a magas hőmérsékleten felrobbant a gázelegy. Ezért most azt fogjuk vizsgálni, **hogyan hat a reagáló anyagok koncentrációja és a hőmérséklet a kémiai reakciók sebességére**.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK: hideg és meleg vízfürdők, Pasteur-pipettában/cseppentős flakonban folyadékok: 1 db cseppentőben 0,5 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat (Na2S2O3-oldat), 1 db cseppentőben 1,0 mol/dm3 koncentrációjú sósav (HCl-oldat), 1 db cseppentőben víz, 1 db műanyag tasakba helyezett, A4 papírra nyomtatott ábra, 1 db mobiltelefon, stopperóra funkcióval

Először is szükségünk van egy **közepes sebességgel zajló reakcióra**, amelyet a következő kísérletben ismerünk meg.

**I. Kísérlet**: Tegyétek a Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket a **zárt végükkel lefelé** a hideg vízfürdőbe (vagy tegyétek az ilyen oldatokat tartalmazó flakonokat a hideg vízfürdőbe). Mikor lehűltek, cseppentsetek a műanyag mappán az „I. kísérlet” feliratú kör közepére 1 csepp Na2S2O3-oldatot, majd arra 1 csepp sósavat (HCl-oldatot). Mérjétek meg a mobiltelefonotok stopperóra funkciójával, hogy mennyi idő telik el addig, amikor már éppen nem látjátok a folyadék alatt a kör közepén lévő pontot. Jegyezzétek föl a tapasztalatokat és magyarázzátok meg a változásokat!

**Tapasztalat:** Az oldat egy idő után előbb fehér (opálos) színű lett, majd később sárga színűvé vált.

A kör közepén lévő pont kb. 30 s idő múlva nem látható.

**Magyarázat:** A nátrium-tioszulfát-oldat és a sósav között a következő, **rendezendő** reakcióegyenlet szerinti

reakció játszódott le. A színt a keletkező kén okozta. A szúrós szagú gáz a kén-dioxid.

Na2S2O3 + 2 HCl → 2 NaCl + SO2 + S + H2O

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. A következő kérdésekre adott válaszaitok segítenek ebben.**

**II. Kísérlet:** Használjátok az I. Kísérletet kontrollkísérletként, amelynek tapasztalataihoz a következő két kísérlet tapasztalatait hasonlítjátok! Hogyan tudnátok a meglévő anyagokkal és eszközökkel

a) **lassítani** a II. a) jelű körben az I. Kísérletben megismert reakciót?

b) **gyorsítani** a II. a) jelű körben az I. Kísérletben megismert reakciót?

1. MIK A FÜGGETLEN VÁLTOZÓK, AMELYEKET NEKTEK KELL VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLETEK SORÁN?

(**EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!)**

a)A koncentráció. b) A hőmérséklet.

2. MI A FÜGGŐ VÁLTOZÓ? A reakcióidő.

3. HOGYAN TUDJÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT?

A kör közepén lévő pont láthatóságának megszűnésével.

4. FELTÉTELEZÉSEK (HIPOTÉZISEK):

II. a) Ha a koncentrációt csökkentjük (a független változó a tervezett módon változik), akkor az növeli a reakció lejátszódásához szükséges időt (a függő változó ilyen módon fog változni).

II. b) Ha a hőmérsékletet emeljük (a független változó a tervezett módon változik), akkor az csökkenti a reakció lejátszódásához szükséges időt (a függő változó ilyen módon fog változni).

5. HOGYAN VÁLTOZHATNAK A FÜGGETLEN VÁLTOZÓK? Tervezzétek meg, milyen folyadékokat és milyen sorrendben kell cseppenteni a műanyag tasakban lévő lapra rajzolt, és a következő módon megjelölt körökbe!

|  |  |
| --- | --- |
| II. a): 1 csepp **hideg** Na2S2O3-oldat + 1 csepp **hideg víz** + 1 csepp **hideg** sósav | II. b): 1 csepp **meleg** Na2S2O3-oldat + 1 csepp **meleg** sósav |
| Hány csoport végezte el összesen az osztályban? | Hány csoport végezte el összesen az osztályban? |

6. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYEK LESZNEK AZOK AZ ÁLLANDÓK, AMELYEKNEK UGYANOLYANOKNAK KELL LENNIE, MINT AZ I. KÍSÉRLETBEN (AZAZ A KONTROLLKÍSÉRLETBEN)? Jelöljétek **X** jellel!

II. a)  Az oldatok térfogata.  Az oldatok koncentrációja.

Az oldatok hőmérséklete.  Az oldatok felcseppentésének sorrendje.

II. b)  Az oldatok térfogata.  Az oldatok koncentrációja.

Az oldatok hőmérséklete.  Az oldatok felcseppentésének sorrendje.

7. A KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

II. a): 1. Tegyétek a vizet tartalmazó cseppentőt vagy flakont a hideg vízfürdőbe.

2. A II. a) jelű körbe cseppentsetek 1 csepp hideg Na2S2O3-oldatot.

3. Cseppentsetek rá 1 csepp hideg vizet.

4. Cseppentsetek rá 1 csepp hideg sósavat.

5. Mérjétek meg azt az időt, aminek el kell telnie ahhoz, hogy már ne lássátok a kör közepén lévő pontot.

II. b): 1. Tegyétek a Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket vagy flakonokat a meleg vízfürdőbe.

2. A II. b) jelű körbe cseppentsetek 1 csepp meleg Na2S2O3-oldatot.

3. Cseppentsetek rá 1 csepp meleg sósavat.

4. Mérjétek meg azt az időt, aminek el kell telnie ahhoz, hogy már ne lássátok a kör közepén lévő pontot.

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és magyarázatokat. Vonjátok le a következtetést is!**

8. TAPASZTALATOK:

II. a) A vízzel való hígítás esetében a kör közepén lévő pont kb. 60 s múlva nem látható.

II. b) A meleg oldatok esetében a kör közepén lévő pont kb. 10 s múlva nem látható.

9. MAGYARÁZAT:

II. a) Kisebb koncentráció esetén az adott térben kevesebb részecske van, ezért a részecskék ritkábban ütköznek, így a reakció lassabban játszódik le.

II. b) Magasabb hőmérsékleten több részecskének van akkora energiája, amivel teljesül a folyamat aktiválásienergia-igénye. A részecskék gyorsabban mozognak és gyakrabban is ütköznek. Tehát gyakoribbak a hasznos ütközések.

10. KÖVETKEZTETÉS:

II. a) A koncentráció csökkentésével csökkenthető a reakció sebessége.

II. b) A hőmérséklet növelésével növelhető a reakció sebessége.

11. GONDOLKODJUNK! Tegyük fel, hogy biciklizés közben egy barátotok elesett, és a bőrén keletkezett csúnya horzsolást Betadine oldattal fertőtlenítettétek. A nagy igyekezet során azonban a barna színű Betadine oldatból a barátotok kedvenc világos színű nadrágjára is csöppent. A Betadine-ban lévő jód nem vízoldható, de az interneten az olvasható, hogy a „*Betadine oldat …nátrium-tioszulfát-oldattal (fixírsó) eltávolítható*”.[[27]](#footnote-27) Szilárd nátrium-tioszulfát a vegyszerboltban olcsón kapható.[[28]](#footnote-28) A kémiai reakció egyenlete:

2 Na2S2O3 + I2 → Na2S4O6 + 2 NaI. A keletkező termékek színtelenek és vízoldhatók, így a legközelebbi mosással távoznak. Milyen nátrium-tioszulfát-oldatot kell készítenetek a szilárd sóból, ha azt szeretnétek, hogy a barna folt a lehető leggyorsabban eltűnjön a nadrágról? Húzd alá a megfelelő választ!

A) Híg és hideg oldatot. B) Híg és meleg oldatot. C) Tömény és hideg oldatot. D) Tömény és meleg oldatot.

**A pillanatragasztó és társai**

(15. feladatlap, 1. típus: otthoni, receptszerű, tanulói)

Ugye, azt szeretnénk, hogy a pillanatragasztó valóban nagyon gyorsan kössön meg, de a gáztűzhelyben használt földgáz soha ne robbanjon fel? A kémiai folyamatok sebességét tehát mindig a szükségleteinknek megfelelően kell szabályoznunk. Először a vegyészeknek meg kell találniuk, hogy milyen anyagokat kell reagáltatni egymással egy adott célra. Például a pillanatragasztó anyagát, a cianoakrilátot, ami a levegőben lévő vízzel gyorsan, szinte pillanatszerűen reagál, Harry Coover[[29]](#footnote-29) fedezte föl 1942-ben. A reakciók sebességét azonban a reagáló anyagok anyagi minőségén kívül más tényezők is befolyásolják. Sok tragédia következett már be úgy, hogy a lakás légterében figyelmetlenség miatt a földgáz koncentrációja meghaladta az alsó robbanási határt[[30]](#footnote-30), és egy égő cigarettától vagy egy villanykapcsoló szikrájától a magas hőmérsékleten felrobbant a gázelegy. Ezért most azt fogjuk vizsgálni, **hogyan hat a reagáló anyagok koncentrációja és a hőmérséklet a kémiai reakciók sebességére**.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK:

* egy pohárban hideg (jeges) vízfürdő
* egy pohárban meleg (kb. 60 °C hőmérsékletű) vízfürdő (elektromos vízforralóban melegítve – nem szükséges hozzá hőmérő, csak az a fontos, hogy jó meleg legyen, de ne forrázza le vele magát senki)
* 2 db 300-500 ml térfogatú befőttesüveg az oldatok elkészítéséhez, illetve tárolásához
* 1 db teáskanál és 1 db evőkanál az oldatok elkészítéséhez
* (1 db konyhai mérleg, de helyettesíthető teáskanállal)
* 1 db konyhai mérőedény
* 3 db feliratozott szemcseppentőben vagy kis cseppentős flakonban[[31]](#footnote-31) a következő folyadékok:
  + 1 db cseppentőben vagy flakonban kb. 0,5 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat (Na2S2O3-oldat)
  + 1 db cseppentőben vagy flakonban kb. 1,0 mol/dm3 koncentrációjú sósav (HCl-oldat)
  + 1 db cseppentőben vagy flakonban víz
* 1 db genotherm színtelen műanyag mappába helyezett, A4 papírra kinyomtatandó ábra (ld. a nyomtatásra kész változatot az „Előkészítés” fejezet után)
* 1 db mobiltelefon, stopperóra funkcióval
* tálca
* védőszemüveg
* védőkesztyű
* **Előkészítés:**
* A Na2S2O3·5H2O beszerezhető vegyszerboltokban, pl.: [Kapcsolat - AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/), 100 g Na2S2O3·5H2O ára 2023. 07. 21-én 500 Ft volt. Ez nagyon sok kísérlethez elég, így célszerű másokkal közösen megvásárolni.
* A kb. 0,5 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat készítése: konyhai mérleggel kimért 12 g (vagy 2 csapott teáskanál) Na2S2O3·5H2O-ot (ld. a mellékelt fényképet) kell kevés vízben kevergetve feloldani, és vízzel kiegészíteni az oldatot egy konyhai mérőedényben 100 cm3 végtérfogatra, majd újra elkeverni.
* Egy konyhai mérőedénnyel kimért kb. 50 cm3 20%-os sósavat kell lassan, kevergetés közben (**védőkesztyű és védőszemüveg használata mellett**) kb. 250 cm3 vízbe önteni, vagy 10%-os sósavból kb. 100 cm3-t kell elegyíteni a fent leírt módon 200 cm3 vízzel. Az oldatokat a feliratozott szemcseppentőkbe kell felszívni a poharakból, vagy egy tiszta konyhai mérőedényből óvatosan beletölteni a kis cseppentős műanyag flakonokba.
* A kísérleteket vízszintes felületen kell végezni, mert a cseppek könnyen elgurulnak a műanyag mappán.
* Az oldatok készítéséhez szükséges anyagokról és eszközökről készített fénykép:

A képen fal, szöveg, fedett pályás, palack látható

Automatikusan generált leírás

* **Balesetvédelem**
  + A háztartási sósav erősen maró, korrozív hatású. Ezért kizárólag gumikesztyűben és (védő)szemüvegben szabad dolgozni vele.
  + Sav vízzel való elegyítésekor mindig vékony sugárban és lassan, kevergetés közben kell a savat a vízbe önteni.
  + A felhasznált vegyszerek igen kis mennyisége miatt csak nagyon kevés kén-dioxid-gáz keletkezik. Azonban ennek belélegzését is kerülni kell, és ezért a kísérletet jól szellőző helységben (lehetőleg nyitott ablak mellett) kell végezni.
* **Hulladékkezelés**
  + A kísérlet termékeinek letörlése és vízzel való lemosása után a genotherm műanyag tasak újra felhasználható, ha nem túl sokáig maradnak rajta a kísérlet termékei.
  + A maradék sósav vízkőoldásra használható.
* A kísérletekhez kétféle lehetséges módon előkészített eszközökről és anyagokról készített fényképek:

A képen asztali kerámiaáru, szöveg, mosdókagyló, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírásA képen mosdókagyló, fedett pályás, szöveg, palack látható

Automatikusan generált leírás

* A genotherm műanyag mappába helyezett, A4 papírra kinyomtatandó ábra a következő oldalon található.

I. kísérlet II. a) kísérlet II. b) kísérlet

∙

∙

∙

Először is szükségünk van egy **közepes sebességgel zajló reakcióra**, amelyet a következő kísérletben ismerünk meg.

**I. Kísérlet**: Tegyétek a Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket a **zárt végükkel lefelé** a hideg vízfürdőbe (vagy tegyétek az ilyen oldatokat tartalmazó flakonokat a hideg vízfürdőbe). Mikor lehűltek, cseppentsetek a műanyag mappán az „I. kísérlet” feliratú kör közepére 1 csepp Na2S2O3-oldatot, majd arra 1 csepp sósavat (HCl-oldatot). Mérjétek meg a mobiltelefonotok stopperóra funkciójával, hogy mennyi idő telik el addig, amikor már éppen nem látjátok a folyadék alatt a kör közepén lévő pontot. Jegyezzétek föl a tapasztalatokat és magyarázzátok meg a változásokat!

**Tapasztalat:** Az oldat egy idő után előbb ………………………… színű lett, majd később ……………………….. színűvé vált.

A kör közepén lévő pont …………………………………………… idő múlva nem látható.

**Magyarázat:** A nátrium-tioszulfát-oldat és a sósav között a következő, **rendezendő** reakcióegyenlet szerinti

reakció játszódott le. A színt a keletkező …………………….. okozta. A szúrós szagú gáz a …………………………………………

Na2S2O3 + …. HCl → …. NaCl + SO2 + S + H2O

**II. Kísérlet:** A műanyag mappán lévő „II. a) és a II. b)” jelű körökben végezzétek el a következő kísérleteket.

|  |  |
| --- | --- |
| II. a): 1 csepp **hideg** Na2S2O3-oldat + 1 csepp **hideg víz** + 1 csepp **hideg** sósav | II. b): 1 csepp **meleg** Na2S2O3-oldat + 1 csepp **meleg** sósav |

KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

II. a):

1. Tegyétek a vizet tartalmazó cseppentőt vagy flakont a hideg vízfürdőbe.

2. A II. a) jelű körbe cseppentsetek 1 csepp hideg Na2S2O3-oldatot.

3. Cseppentsetek rá 1 csepp hideg vizet.

4. Cseppentsetek rá 1 csepp hideg sósavat.

5. Mérjétek meg azt az időt, aminek el kell telnie ahhoz, hogy már ne lássátok a kör közepén lévő pontot.

II. b):

1. Tegyétek Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket vagy flakonokat a meleg vízfürdőbe.

2. A II. b) jelű körbe cseppentsetek 1 csepp meleg Na2S2O3-oldatot.

3. Cseppentsetek rá 1 csepp meleg sósavat.

4. Mérjétek meg azt az időt, aminek el kell telnie ahhoz, hogy már ne lássátok a kör közepén lévő pontot.

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és magyarázatokat. Vonjátok le a következtetést is.**

1. TAPASZTALATOK ÉS FÉNYKÉPEK:

II. a) …………………………………………………………………….………………………………………………………………………………………………

II. b) ……………………………………….…………………………………………………………………………………………………………………………….

2. MAGYARÁZAT:

II. a) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

II. b) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

3. KÖVETKEZTETÉS:

II. a) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

II. b) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

4. GONDOLKODJUNK!

Tegyük fel, hogy biciklizés közben egy barátotok elesett, és a bőrén keletkezett csúnya horzsolást Betadine oldattal fertőtlenítettétek. A nagy igyekezet során azonban a barna színű Betadine oldatból a barátotok kedvenc világos színű nadrágjára is csöppent. A Betadine-ban lévő jód nem vízoldható, de az interneten az olvasható, hogy a „*Betadine oldat …nátrium-tioszulfát-oldattal (fixírsó) eltávolítható*”.[[32]](#footnote-32) Szilárd nátrium-tioszulfát a vegyszerboltban olcsón kapható.[[33]](#footnote-33) A kémiai reakció egyenlete: 2 Na2S2O3 + I2 → Na2S4O6 + 2 NaI. A keletkező termékek színtelenek és vízoldhatók, így a legközelebbi mosással távoznak. Milyen nátrium-tioszulfát-oldatot kell készítenetek a szilárd sóból, ha azt szeretnétek, hogy a barna folt a lehető leggyorsabban eltűnjön a nadrágról? Húzd alá a megfelelő választ!

A) Híg és hideg oldatot. B) Híg és meleg oldatot. C) Tömény és hideg oldatot. D) Tömény és meleg oldatot.

**A pillanatragasztó és társai**

(15. feladatlap, 1. típus: otthoni, receptszerű, tanári)

Kérjük szépen a tanár kollégákat, legyenek szívesek bátorítani a diákjaikat a kísérletezésre azzal, hogy kiemelik a kísérletek fontosságát a természettudományokban, és megdicsérik őket, ha jól gondolkodnak.

Ugye, azt szeretnénk, hogy a pillanatragasztó valóban nagyon gyorsan kössön meg, de a gáztűzhelyben használt földgáz soha ne robbanjon fel? A kémiai folyamatok sebességét tehát mindig a szükségleteinknek megfelelően kell szabályoznunk. Először a vegyészeknek meg kell találniuk, hogy milyen anyagokat kell reagáltatni egymással egy adott célra. Például a pillanatragasztó anyagát, a cianoakrilátot, ami a levegőben lévő vízzel gyorsan, szinte pillanatszerűen reagál, Harry Coover[[34]](#footnote-34) fedezte föl 1942-ben. A reakciók sebességét azonban a reagáló anyagok anyagi minőségén kívül más tényezők is befolyásolják. Sok tragédia következett már be úgy, hogy a lakás légterében figyelmetlenség miatt a földgáz koncentrációja meghaladta az alsó robbanási határt[[35]](#footnote-35), és egy égő cigarettától vagy egy villanykapcsoló szikrájától a magas hőmérsékleten felrobbant a gázelegy. Ezért most azt fogjuk vizsgálni, **hogyan hat a reagáló anyagok koncentrációja és a hőmérséklet a kémiai reakciók sebességére**.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK:

* egy pohárban hideg (jeges) vízfürdő
* egy pohárban meleg (kb. 60 °C hőmérsékletű) vízfürdő (elektromos vízforralóban melegítve – nem szükséges hozzá hőmérő, csak az a fontos, hogy jó meleg legyen, de ne forrázza le vele magát senki)
* 2 db 300-500 ml térfogatú befőttesüveg az oldatok elkészítéséhez, illetve tárolásához
* 1 db teáskanál és 1 db evőkanál az oldatok elkészítéséhez
* (1 db konyhai mérleg, de helyettesíthető teáskanállal)
* 1 db konyhai mérőedény
* 3 db feliratozott szemcseppentőben vagy kis cseppentős flakonban[[36]](#footnote-36) a következő folyadékok:
  + 1 db cseppentőben vagy flakonban kb. 0,5 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat (Na2S2O3-oldat)
  + 1 db cseppentőben vagy flakonban kb. 1,0 mol/dm3 koncentrációjú sósav (HCl-oldat)
  + 1 db cseppentőben vagy flakonban víz
* 1 db genotherm színtelen műanyag mappába helyezett, A4 papírra kinyomtatandó ábra (ld. a nyomtatásra kész változatot az „Előkészítés” fejezet után)
* 1 db mobiltelefon, stopperóra funkcióval
* tálca
* védőszemüveg
* védőkesztyű
* **Előkészítés:**
* A Na2S2O3·5H2O beszerezhető vegyszerboltokban, pl.: [Kapcsolat - AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/), 100 g Na2S2O3·5H2O ára 2023. 07. 21-én 500 Ft volt. Ez nagyon sok kísérlethez elég, így célszerű másokkal közösen megvásárolni.
* A kb. 0,5 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat készítése: konyhai mérleggel kimért 12 g (vagy 2 csapott teáskanál) Na2S2O3·5H2O-ot (ld. a mellékelt fényképet) kell kevés vízben kevergetve feloldani, és vízzel kiegészíteni az oldatot egy konyhai mérőedényben 100 cm3 végtérfogatra, majd újra elkeverni.
* Egy konyhai mérőedénnyel kimért kb. 50 cm3 20%-os sósavat kell lassan, kevergetés közben (**védőkesztyű és védőszemüveg használata mellett**) kb. 250 cm3 vízbe önteni, vagy 10%-os sósavból kb. 100 cm3-t kell elegyíteni a fent leírt módon 200 cm3 vízzel. Az oldatokat a feliratozott szemcseppentőkbe kell felszívni a poharakból, vagy egy tiszta konyhai mérőedényből óvatosan beletölteni a kis cseppentős műanyag flakonokba.
* A kísérleteket vízszintes felületen kell végezni, mert a cseppek könnyen elgurulnak a műanyag mappán.
* Az oldatok készítéséhez szükséges anyagokról és eszközökről készített fénykép:

A képen fal, szöveg, fedett pályás, palack látható

Automatikusan generált leírás

* **Balesetvédelem**
  + A háztartási sósav erősen maró, korrozív hatású. Ezért kizárólag gumikesztyűben és (védő)szemüvegben szabad dolgozni vele.
  + Sav vízzel való elegyítésekor mindig vékony sugárban és lassan, kevergetés közben kell a savat a vízbe önteni.
  + A felhasznált vegyszerek igen kis mennyisége miatt csak nagyon kevés kén-dioxid-gáz keletkezik. Azonban ennek belélegzését is kerülni kell, és ezért a kísérletet jól szellőző helységben (lehetőleg nyitott ablak mellett) kell végezni.
* **Hulladékkezelés**
  + A kísérlet termékeinek letörlése és vízzel való lemosása után a genotherm műanyag tasak újra felhasználható, ha nem túl sokáig maradnak rajta a kísérlet termékei.
  + A maradék sósav vízkőoldásra használható.
* A kísérletekhez kétféle lehetséges módon előkészített eszközökről és anyagokról készített fényképek:

A képen asztali kerámiaáru, szöveg, mosdókagyló, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírásA képen mosdókagyló, fedett pályás, szöveg, palack látható

Automatikusan generált leírás

* A genotherm műanyag mappába helyezett, A4 papírra kinyomtatandó ábra a következő oldalon található.

I. kísérlet II. a) kísérlet II. b) kísérlet

∙

∙

∙

Először is szükségünk van egy **közepes sebességgel zajló reakcióra**, amelyet a következő kísérletben ismerünk meg.

**I. Kísérlet**: Tegyétek a Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket a **zárt végükkel lefelé** a hideg vízfürdőbe (vagy tegyétek az ilyen oldatokat tartalmazó flakonokat a hideg vízfürdőbe). Mikor lehűltek, cseppentsetek a műanyag mappán az „I. kísérlet” feliratú kör közepére 1 csepp Na2S2O3-oldatot, majd arra 1 csepp sósavat (HCl-oldatot). Mérjétek meg a mobiltelefonotok stopperóra funkciójával, hogy mennyi idő telik el addig, amikor már éppen nem látjátok a folyadék alatt a kör közepén lévő pontot. Jegyezzétek föl a tapasztalatokat és magyarázzátok meg a változásokat!

**Tapasztalat:** Az oldat egy idő után előbb fehér (opálos) színű lett, majd később sárga színűvé vált.

A kör közepén lévő pont kb. 30 s idő múlva nem látható.

**Magyarázat:** A nátrium-tioszulfát-oldat és a sósav között a következő, **rendezendő** reakcióegyenlet szerinti

reakció játszódott le. A színt a keletkező kén okozta. A szúrós szagú gáz a kén-dioxid.

Na2S2O3 + 2 HCl → 2 NaCl + SO2 + S + H2O

**II. Kísérlet:** A műanyag mappán lévő „II. a) és a II. b)” jelű körökben végezzétek el a következő kísérleteket.

|  |  |
| --- | --- |
| II. a): 1 csepp **hideg** Na2S2O3-oldat + 1 csepp **hideg víz** + 1 csepp **hideg** sósav | II. b): 1 csepp **meleg** Na2S2O3-oldat + 1 csepp **meleg** sósav |

KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

II. a):

1. Tegyétek a vizet tartalmazó cseppentőt vagy flakont a hideg vízfürdőbe.

2. A II. a) jelű körbe cseppentsetek 1 csepp hideg Na2S2O3-oldatot.

3. Cseppentsetek rá 1 csepp hideg vizet.

4. Cseppentsetek rá 1 csepp hideg sósavat.

5. Mérjétek meg azt az időt, aminek el kell telnie ahhoz, hogy már ne lássátok a kör közepén lévő pontot.

II. b):

1. Tegyétek Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket vagy flakonokat a meleg vízfürdőbe.

2. A II. b) jelű körbe cseppentsetek 1 csepp meleg Na2S2O3-oldatot.

3. Cseppentsetek rá 1 csepp meleg sósavat.

4. Mérjétek meg azt az időt, aminek el kell telnie ahhoz, hogy már ne lássátok a kör közepén lévő pontot.

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és magyarázatokat. Vonjátok le a következtetést is.**

1. TAPASZTALATOK ÉS FÉNYKÉPEK:

II. a) A vízzel való hígítás esetében a kör közepén lévő pont kb. 60 s múlva nem látható.

A képen szöveg, képernyőkép látható

Automatikusan generált leírás

II. b) A meleg oldatok esetében a kör közepén lévő pont kb. 10 s múlva nem látható.

A képen szöveg, képernyőkép, írószer, tervezés látható

Automatikusan generált leírás

2. MAGYARÁZAT:

II. a) Kisebb koncentráció esetén az adott térben kevesebb részecske van, ezért a részecskék ritkábban ütköznek, így a reakció lassabban játszódik le.

II. b) Magasabb hőmérsékleten több részecskének van akkora energiája, amivel teljesül a folyamat aktiválásienergia-igénye. A részecskék gyorsabban mozognak és gyakrabban is ütköznek. Tehát gyakoribbak a hasznos ütközések.

3. KÖVETKEZTETÉS:

II. a) A koncentráció csökkentésével csökkenthető a reakció sebessége.

II. b) A hőmérséklet növelésével növelhető a reakció sebessége.

4. GONDOLKODJUNK!

Tegyük fel, hogy biciklizés közben egy barátotok elesett, és a bőrén keletkezett csúnya horzsolást Betadine oldattal fertőtlenítettétek. A nagy igyekezet során azonban a barna színű Betadine oldatból a barátotok kedvenc világos színű nadrágjára is csöppent. A Betadine-ban lévő jód nem vízoldható, de az interneten az olvasható, hogy a „*Betadine oldat …nátrium-tioszulfát-oldattal (fixírsó) eltávolítható*”.[[37]](#footnote-37) Szilárd nátrium-tioszulfát a vegyszerboltban olcsón kapható.[[38]](#footnote-38) A kémiai reakció egyenlete: 2 Na2S2O3 + I2 → Na2S4O6 + 2 NaI. A keletkező termékek színtelenek és vízoldhatók, így a legközelebbi mosással távoznak. Milyen nátrium-tioszulfát-oldatot kell készítenetek a szilárd sóból, ha azt szeretnétek, hogy a barna folt a lehető leggyorsabban eltűnjön a nadrágról? Húzd alá a megfelelő választ!

A) Híg és hideg oldatot. B) Híg és meleg oldatot. C) Tömény és hideg oldatot. D) Tömény és meleg oldatot.

**A pillanatragasztó és társai**

(15. feladatlap, 2. típus: otthoni, recept+magyarázat, tanulói)

Ugye, azt szeretnénk, hogy a pillanatragasztó valóban nagyon gyorsan kössön meg, de a gáztűzhelyben használt földgáz soha ne robbanjon fel? A kémiai folyamatok sebességét tehát mindig a szükségleteinknek megfelelően kell szabályoznunk. Először a vegyészeknek meg kell találniuk, hogy milyen anyagokat kell reagáltatni egymással egy adott célra. Például a pillanatragasztó anyagát, a cianoakrilátot, ami a levegőben lévő vízzel gyorsan, szinte pillanatszerűen reagál, Harry Coover[[39]](#footnote-39) fedezte föl 1942-ben. A reakciók sebességét azonban a reagáló anyagok anyagi minőségén kívül más tényezők is befolyásolják. Sok tragédia következett már be úgy, hogy a lakás légterében figyelmetlenség miatt a földgáz koncentrációja meghaladta az alsó robbanási határt[[40]](#footnote-40), és egy égő cigarettától vagy egy villanykapcsoló szikrájától a magas hőmérsékleten felrobbant a gázelegy. Ezért most azt fogjuk vizsgálni, **hogyan hat a reagáló anyagok koncentrációja és a hőmérséklet a kémiai reakciók sebességére**.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK:

* egy pohárban hideg (jeges) vízfürdő
* egy pohárban meleg (kb. 60 °C hőmérsékletű) vízfürdő (elektromos vízforralóban melegítve – nem szükséges hozzá hőmérő, csak az a fontos, hogy jó meleg legyen, de ne forrázza le vele magát senki)
* 2 db 300-500 ml térfogatú befőttesüveg az oldatok elkészítéséhez, illetve tárolásához
* 1 db teáskanál és 1 db evőkanál az oldatok elkészítéséhez
* (1 db konyhai mérleg, de helyettesíthető teáskanállal)
* 1 db konyhai mérőedény
* 3 db feliratozott szemcseppentőben vagy kis cseppentős flakonban[[41]](#footnote-41) a következő folyadékok:
  + 1 db cseppentőben vagy flakonban kb. 0,5 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat (Na2S2O3-oldat)
  + 1 db cseppentőben vagy flakonban kb. 1,0 mol/dm3 koncentrációjú sósav (HCl-oldat)
  + 1 db cseppentőben vagy flakonban víz
* 1 db genotherm színtelen műanyag mappába helyezett, A4 papírra kinyomtatandó ábra (ld. a nyomtatásra kész változatot az „Előkészítés” fejezet után)
* 1 db mobiltelefon, stopperóra funkcióval
* tálca
* védőszemüveg
* védőkesztyű
* **Előkészítés:**
* A Na2S2O3·5H2O beszerezhető vegyszerboltokban, pl.: [Kapcsolat - AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/), 100 g Na2S2O3·5H2O ára 2023. 07. 21-én 500 Ft volt. Ez nagyon sok kísérlethez elég, így célszerű másokkal közösen megvásárolni.
* A kb. 0,5 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat készítése: konyhai mérleggel kimért 12 g (vagy 2 csapott teáskanál) Na2S2O3·5H2O-ot (ld. a mellékelt fényképet) kell kevés vízben kevergetve feloldani, és vízzel kiegészíteni az oldatot egy konyhai mérőedényben 100 cm3 végtérfogatra, majd újra elkeverni.
* Egy konyhai mérőedénnyel kimért kb. 50 cm3 20%-os sósavat kell lassan, kevergetés közben (**védőkesztyű és védőszemüveg használata mellett**) kb. 250 cm3 vízbe önteni, vagy 10%-os sósavból kb. 100 cm3-t kell elegyíteni a fent leírt módon 200 cm3 vízzel. Az oldatokat a feliratozott szemcseppentőkbe kell felszívni a poharakból, vagy egy tiszta konyhai mérőedényből óvatosan beletölteni a kis cseppentős műanyag flakonokba.
* A kísérleteket vízszintes felületen kell végezni, mert a cseppek könnyen elgurulnak a műanyag mappán.
* Az oldatok készítéséhez szükséges anyagokról és eszközökről készített fénykép:

A képen fal, szöveg, fedett pályás, palack látható

Automatikusan generált leírás

* **Balesetvédelem**
  + A háztartási sósav erősen maró, korrozív hatású. Ezért kizárólag gumikesztyűben és (védő)szemüvegben szabad dolgozni vele.
  + Sav vízzel való elegyítésekor mindig vékony sugárban és lassan, kevergetés közben kell a savat a vízbe önteni.
  + A felhasznált vegyszerek igen kis mennyisége miatt csak nagyon kevés kén-dioxid-gáz keletkezik. Azonban ennek belélegzését is kerülni kell, és ezért a kísérletet jól szellőző helységben (lehetőleg nyitott ablak mellett) kell végezni.
* **Hulladékkezelés**
  + A kísérlet termékeinek letörlése és vízzel való lemosása után a genotherm műanyag tasak újra felhasználható, ha nem túl sokáig maradnak rajta a kísérlet termékei.
  + A maradék sósav vízkőoldásra használható.
* A kísérletekhez kétféle lehetséges módon előkészített eszközökről és anyagokról készített fényképek:

A képen asztali kerámiaáru, szöveg, mosdókagyló, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírásA képen mosdókagyló, fedett pályás, szöveg, palack látható

Automatikusan generált leírás

* A genotherm műanyag mappába helyezett, A4 papírra kinyomtatandó ábra a következő oldalon található.

I. kísérlet II. a) kísérlet II. b) kísérlet

∙

∙

∙

Először is szükségünk van egy **közepes sebességgel zajló reakcióra**, amelyet a következő kísérletben ismerünk meg.

**I. Kísérlet**: Tegyétek a Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket a **zárt végükkel lefelé** a hideg vízfürdőbe (vagy tegyétek az ilyen oldatokat tartalmazó flakonokat a hideg vízfürdőbe). Mikor lehűltek, cseppentsetek a műanyag mappán az „I. kísérlet” feliratú kör közepére 1 csepp Na2S2O3-oldatot, majd arra 1 csepp sósavat (HCl-oldatot). Mérjétek meg a mobiltelefonotok stopperóra funkciójával, hogy mennyi idő telik el addig, amikor már éppen nem látjátok a folyadék alatt a kör közepén lévő pontot. Jegyezzétek föl a tapasztalatokat és magyarázzátok meg a változásokat!

**Tapasztalat:** Az oldat egy idő után előbb ………………………… színű lett, majd később ……………………….. színűvé vált.

A kör közepén lévő pont …………………………………………… idő múlva nem látható.

**Magyarázat:** A nátrium-tioszulfát-oldat és a sósav között a következő, **rendezendő** reakcióegyenlet szerinti

reakció játszódott le. A színt a keletkező …………………….. okozta. A szúrós szagú gáz a …………………………………………

Na2S2O3 + …. HCl → …. NaCl + SO2 + S + H2O

**II. Kísérlet:** A műanyag mappán lévő „II. a)” és a „II. b)” jelű körökben végezzétek el a következő kísérleteket.

|  |  |
| --- | --- |
| II. a): 1 csepp **hideg** Na2S2O3-oldat + 1 csepp **hideg víz** + 1 csepp **hideg** sósav | II. b): 1 csepp **meleg** Na2S2O3-oldat + 1 csepp **meleg** sósav |

KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

II. a):

1. Tegyétek a vizet tartalmazó cseppentőt vagy flakont a hideg vízfürdőbe.

2. A II. a) jelű körbe cseppentsetek 1 csepp hideg Na2S2O3-oldatot.

3. Cseppentsetek rá 1 csepp hideg vizet.

4. Cseppentsetek rá 1 csepp hideg sósavat.

5. Mérjétek meg azt az időt, aminek el kell telnie ahhoz, hogy már ne lássátok a kör közepén lévő pontot.

II. b):

1. Tegyétek Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket vagy flakonokat a meleg vízfürdőbe.

2. A II. b) jelű körbe cseppentsetek 1 csepp meleg Na2S2O3-oldatot.

3. Cseppentsetek rá 1 csepp meleg sósavat.

4. Mérjétek meg azt az időt, aminek el kell telnie ahhoz, hogy már ne lássátok a kör közepén lévő pontot.

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és magyarázatokat. Vonjátok le a következtetést is.**

1. TAPASZTALATOK ÉS FÉNYKÉPEK:

II. a) …………………………………………………………………….………………………………………………………………………………………………

II.b) ……………………………………….……………………………………………………………………………………………………………………………..

2. MAGYARÁZAT:

II. a) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

II. b) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

3. KÖVETKEZTETÉS:

II. a) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

II. b) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. Ennek érdekében válaszoljatok a következő kérdésekre!**

4. MIK VOLTAK A FÜGGETLEN VÁLTOZÓK, AMIKET NEKTEK KELLETT VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLETEK SORÁN?

**EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!**

a) ………………………………………………………… b) …………………………………………………………

5. MI VOLT A FÜGGŐ VÁLTOZÓ?

…………………………………………………………

6. HOGYAN TUDTÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT?

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

7. EZEK VOLTAK A FELTÉTELEZÉSEK (HIPOTÉZISEK):

II. a) Ha ………………………………………………………………………………… (a független változó a tervezett módon változik),

akkor ………………………………………………………………………………………………… (a függő változó ilyen módon fog változni).

II. b) Ha ………………………………………………………………………………… (a független változó a tervezett módon változik),

akkor ………………………………………………………………………………………………… (a függő változó ilyen módon fog változni).

8. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYEK VOLTAK AZOK AZ ÁLLANDÓK, AMELYEKNEK UGYANOLYANOKNAK KELLETT LENNIÜK, MINT AZ I. KÍSÉRLETBEN? Jelöljétek **X** jellel!

II. a)  Az oldatok térfogata.  Az oldatok koncentrációja.

Az oldatok hőmérséklete.  Az oldatok felcseppentésének sorrendje.

II. b)  Az oldatok térfogata.  Az oldatok koncentrációja.

Az oldatok hőmérséklete.  Az oldatok felcseppentésének sorrendje.

9. GONDOLKODJUNK!

Tegyük fel, hogy biciklizés közben egy barátotok elesett, és a bőrén keletkezett csúnya horzsolást Betadine oldattal fertőtlenítettétek. A nagy igyekezet során azonban a barna színű Betadine oldatból a barátotok kedvenc világos színű nadrágjára is csöppent. A Betadine-ban lévő jód nem vízoldható, de az interneten az olvasható, hogy a „*Betadine oldat …nátrium-tioszulfát-oldattal (fixírsó) eltávolítható*”.[[42]](#footnote-42) Szilárd nátrium-tioszulfát a vegyszerboltban olcsón kapható.[[43]](#footnote-43) A kémiai reakció egyenlete: 2 Na2S2O3 + I2 → Na2S4O6 + 2 NaI. A keletkező termékek színtelenek és vízoldhatók, így a legközelebbi mosással távoznak. Milyen nátrium-tioszulfát-oldatot kell készítenetek a szilárd sóból, ha azt szeretnétek, hogy a barna folt a lehető leggyorsabban eltűnjön a nadrágról? Húzd alá a megfelelő választ!

A) Híg és hideg oldatot. B) Híg és meleg oldatot. C) Tömény és hideg oldatot. D) Tömény és meleg oldatot.

**A pillanatragasztó és társai**

(15. feladatlap, 2. típus: otthoni, recept+magyarázat, tanári)

Kérjük szépen a tanár kollégákat, legyenek szívesek bátorítani a diákjaikat a kísérlettervezéssel kapcsolatos kérdések megválaszolására azzal, hogy kiemelik annak hasznosságát, és megdicsérik őket, ha jól gondolkodnak.

Ugye, azt szeretnénk, hogy a pillanatragasztó valóban nagyon gyorsan kössön meg, de a gáztűzhelyben használt földgáz soha ne robbanjon fel? A kémiai folyamatok sebességét tehát mindig a szükségleteinknek megfelelően kell szabályoznunk. Először a vegyészeknek meg kell találniuk, hogy milyen anyagokat kell reagáltatni egymással egy adott célra. Például a pillanatragasztó anyagát, a cianoakrilátot, ami a levegőben lévő vízzel gyorsan, szinte pillanatszerűen reagál, Harry Coover[[44]](#footnote-44) fedezte föl 1942-ben. A reakciók sebességét azonban a reagáló anyagok anyagi minőségén kívül más tényezők is befolyásolják. Sok tragédia következett már be úgy, hogy a lakás légterében figyelmetlenség miatt a földgáz koncentrációja meghaladta az alsó robbanási határt[[45]](#footnote-45), és egy égő cigarettától vagy egy villanykapcsoló szikrájától a magas hőmérsékleten felrobbant a gázelegy. Ezért most azt fogjuk vizsgálni, **hogyan hat a reagáló anyagok koncentrációja és a hőmérséklet a kémiai reakciók sebességére**.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK:

* egy pohárban hideg (jeges) vízfürdő
* egy pohárban meleg (kb. 60 °C hőmérsékletű) vízfürdő (elektromos vízforralóban melegítve – nem szükséges hozzá hőmérő, csak az a fontos, hogy jó meleg legyen, de ne forrázza le vele magát senki)
* 2 db 300-500 ml térfogatú befőttesüveg az oldatok elkészítéséhez, illetve tárolásához
* 1 db teáskanál és 1 db evőkanál az oldatok elkészítéséhez
* (1 db konyhai mérleg, de helyettesíthető teáskanállal)
* 1 db konyhai mérőedény
* 3 db feliratozott szemcseppentőben vagy kis cseppentős flakonban[[46]](#footnote-46) a következő folyadékok:
  + 1 db cseppentőben vagy flakonban kb. 0,5 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat (Na2S2O3-oldat)
  + 1 db cseppentőben vagy flakonban kb. 1,0 mol/dm3 koncentrációjú sósav (HCl-oldat)
  + 1 db cseppentőben vagy flakonban víz
* 1 db genotherm színtelen műanyag mappába helyezett, A4 papírra kinyomtatandó ábra (ld. a nyomtatásra kész változatot az „Előkészítés” fejezet után)
* 1 db mobiltelefon, stopperóra funkcióval
* tálca
* védőszemüveg
* védőkesztyű
* **Előkészítés:**
* A Na2S2O3·5H2O beszerezhető vegyszerboltokban, pl.: [Kapcsolat - AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/), 100 g Na2S2O3·5H2O ára 2023. 07. 21-én 500 Ft volt. Ez nagyon sok kísérlethez elég, így célszerű másokkal közösen megvásárolni.
* A kb. 0,5 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat készítése: konyhai mérleggel kimért 12 g (vagy 2 csapott teáskanál) Na2S2O3·5H2O-ot (ld. a mellékelt fényképet) kell kevés vízben kevergetve feloldani, és vízzel kiegészíteni az oldatot egy konyhai mérőedényben 100 cm3 végtérfogatra, majd újra elkeverni.
* Egy konyhai mérőedénnyel kimért kb. 50 cm3 20%-os sósavat kell lassan, kevergetés közben (**védőkesztyű és védőszemüveg használata mellett**)kb. 250 cm3 vízbe önteni, vagy 10%-os sósavból kb. 100 cm3-t kell elegyíteni a fent leírt módon 200 cm3 vízzel. Az oldatokat a feliratozott szemcseppentőkbe kell felszívni a poharakból, vagy egy tiszta konyhai mérőedényből óvatosan beletölteni a kis cseppentős műanyag flakonokba.
* A kísérleteket vízszintes felületen kell végezni, mert a cseppek könnyen elgurulnak a műanyag mappán.
* Az oldatok készítéséhez szükséges anyagokról és eszközökről készített fénykép:

A képen fal, szöveg, fedett pályás, palack látható

Automatikusan generált leírás

* **Balesetvédelem**
  + A háztartási sósav erősen maró, korrozív hatású. Ezért kizárólag gumikesztyűben és (védő)szemüvegben szabad dolgozni vele.
  + Sav vízzel való elegyítésekor mindig vékony sugárban és lassan, kevergetés közben kell a savat a vízbe önteni.
  + A felhasznált vegyszerek igen kis mennyisége miatt csak nagyon kevés kén-dioxid-gáz keletkezik. Azonban ennek belélegzését is kerülni kell, és ezért a kísérletet jól szellőző helységben (lehetőleg nyitott ablak mellett) kell végezni.
* **Hulladékkezelés**
  + A kísérlet termékeinek letörlése és vízzel való lemosása után a genotherm műanyag tasak újra felhasználható, ha nem túl sokáig maradnak rajta a kísérlet termékei.
  + A maradék sósav vízkőoldásra használható.
* A kísérletekhez kétféle lehetséges módon előkészített eszközökről és anyagokról készített fényképek:

A képen asztali kerámiaáru, szöveg, mosdókagyló, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírásA képen mosdókagyló, fedett pályás, szöveg, palack látható

Automatikusan generált leírás

* A genotherm műanyag mappába helyezett, A4 papírra kinyomtatandó ábra a következő oldalon található.

I. kísérlet II. a) kísérlet II. b) kísérlet

∙

∙

∙

Először is szükségünk van egy **közepes sebességgel zajló reakcióra**, amelyet a következő kísérletben ismerünk meg.

**I. Kísérlet**: Tegyétek a Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket a **zárt végükkel lefelé** a hideg vízfürdőbe (vagy tegyétek az ilyen oldatokat tartalmazó flakonokat a hideg vízfürdőbe). Mikor lehűltek, cseppentsetek a műanyag mappán az „I. kísérlet” feliratú kör közepére 1 csepp Na2S2O3-oldatot, majd arra 1 csepp sósavat (HCl-oldatot). Mérjétek meg a mobiltelefonotok stopperóra funkciójával, hogy mennyi idő telik el addig, amikor már éppen nem látjátok a folyadék alatt a kör közepén lévő pontot. Jegyezzétek föl a tapasztalatokat és magyarázzátok meg a változásokat!

**Tapasztalat:** Az oldat egy idő után előbb fehér (opálos) színű lett, majd később sárga színűvé vált.

A kör közepén lévő pont kb. 30 s idő múlva nem látható.

**Magyarázat:** A nátrium-tioszulfát-oldat és a sósav között a következő, **rendezendő** reakcióegyenlet szerinti

reakció játszódott le. A színt a keletkező kén okozta. A szúrós szagú gáz a kén-dioxid.

Na2S2O3 + 2 HCl → 2 NaCl + SO2 + S + H2O

**II. Kísérlet:** A műanyag mappán lévő „II. a)” és a „II. b)” jelű körökben végezzétek el a következő kísérleteket.

|  |  |
| --- | --- |
| II. a): 1 csepp **hideg** Na2S2O3-oldat + 1 csepp **hideg víz** + 1 csepp **hideg** sósav | II. b): 1 csepp **meleg** Na2S2O3-oldat + 1 csepp **meleg** sósav |

KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

II. a):

1. Tegyétek a vizet tartalmazó cseppentőt vagy flakont a hideg vízfürdőbe.

2. A II. a) jelű körbe cseppentsetek 1 csepp hideg Na2S2O3-oldatot.

3. Cseppentsetek rá 1 csepp hideg vizet.

4. Cseppentsetek rá 1 csepp hideg sósavat.

5. Mérjétek meg azt az időt, aminek el kell telnie ahhoz, hogy már ne lássátok a kör közepén lévő pontot.

II. b):

1. Tegyétek Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket vagy flakonokat a meleg vízfürdőbe.

2. A II. b) jelű körbe cseppentsetek 1 csepp meleg Na2S2O3-oldatot.

3. Cseppentsetek rá 1 csepp meleg sósavat.

4. Mérjétek meg azt az időt, aminek el kell telnie ahhoz, hogy már ne lássátok a kör közepén lévő pontot.

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és magyarázatokat. Vonjátok le a következtetést is.**

1. TAPASZTALATOK ÉS FÉNYKÉPEK:

II. a) A vízzel való hígítás esetében a kör közepén lévő pont kb. 60 s múlva nem látható.

A képen szöveg, képernyőkép látható

Automatikusan generált leírás

II. b) A meleg oldatok esetében a kör közepén lévő pont kb. 10 s múlva nem látható.

A képen szöveg, képernyőkép, írószer, tervezés látható

Automatikusan generált leírás

2. MAGYARÁZAT:

II. a) Kisebb koncentráció esetén az adott térben kevesebb részecske van, ezért a részecskék ritkábban ütköznek, így a reakció lassabban játszódik le.

II. b) Magasabb hőmérsékleten több részecskének van akkora energiája, amivel teljesül a folyamat aktiválásienergia-igénye. A részecskék gyorsabban mozognak és gyakrabban is ütköznek. Tehát gyakoribbak a hasznos ütközések.

3. KÖVETKEZTETÉS:

II. a) A koncentráció csökkentésével csökkenthető a reakció sebessége.

II. b) A hőmérséklet növelésével növelhető a reakció sebessége.

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. Ennek érdekében válaszoljatok a következő kérdésekre!**

4. MIK VOLTAK A FÜGGETLEN VÁLTOZÓK, AMIKET NEKTEK KELLETT VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLETEK SORÁN?

**EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!**

a)A koncentráció. b) A hőmérséklet.

5. MI VOLT A FÜGGŐ VÁLTOZÓ? A reakcióidő.

6. HOGYAN TUDTÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT?

A kör közepén lévő pont láthatóságának megszűnésével.

7. EZEK VOLTAK A FELTÉTELEZÉSEK (HIPOTÉZISEK):

II. a) Ha a koncentrációt csökkentjük (a független változó a tervezett módon változik), akkor az növeli a reakció lejátszódásához szükséges időt (a függő változó ilyen módon fog változni).

II. b) Ha a hőmérsékletet emeljük (a független változó a tervezett módon változik), akkor az csökkenti a reakció lejátszódásához szükséges időt (a függő változó ilyen módon fog változni).

8. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYEK VOLTAK AZOK AZ ÁLLANDÓK, AMELYEKNEK UGYANOLYANOKNAK KELLETT LENNIÜK, MINT AZ I. KÍSÉRLETBEN? Jelöljétek **X** jellel!

II. a)  Az oldatok térfogata.  Az oldatok koncentrációja.

Az oldatok hőmérséklete.  Az oldatok felcseppentésének sorrendje.

II. b)  Az oldatok térfogata.  Az oldatok koncentrációja.

Az oldatok hőmérséklete.  Az oldatok felcseppentésének sorrendje.

9. GONDOLKODJUNK!

Tegyük fel, hogy biciklizés közben egy barátotok elesett, és a bőrén keletkezett csúnya horzsolást Betadine oldattal fertőtlenítettétek. A nagy igyekezet során azonban a barna színű Betadine oldatból a barátotok kedvenc világos színű nadrágjára is csöppent. A Betadine-ban lévő jód nem vízoldható, de az interneten az olvasható, hogy a „*Betadine oldat …nátrium-tioszulfát-oldattal (fixírsó) eltávolítható*”.[[47]](#footnote-47) Szilárd nátrium-tioszulfát a vegyszerboltban olcsón kapható.[[48]](#footnote-48) A kémiai reakció egyenlete: 2 Na2S2O3 + I2 → Na2S4O6 + 2 NaI. A keletkező termékek színtelenek és vízoldhatók, így a legközelebbi mosással távoznak. Milyen nátrium-tioszulfát-oldatot kell készítenetek a szilárd sóból, ha azt szeretnétek, hogy a barna folt a lehető leggyorsabban eltűnjön a nadrágról? Húzd alá a megfelelő választ!

A) Híg és hideg oldatot. B) Híg és meleg oldatot. C) Tömény és hideg oldatot. D) Tömény és meleg oldatot.

**A pillanatragasztó és társai**

(15. feladatlap, 3. típus: otthoni, kísérlettervező, tanulói)

Ugye, azt szeretnénk, hogy a pillanatragasztó valóban nagyon gyorsan kössön meg, de a gáztűzhelyben használt földgáz soha ne robbanjon fel? A kémiai folyamatok sebességét tehát mindig a szükségleteinknek megfelelően kell szabályoznunk. Először a vegyészeknek meg kell találniuk, hogy milyen anyagokat kell reagáltatni egymással egy adott célra. Például a pillanatragasztó anyagát, a cianoakrilátot, ami a levegőben lévő vízzel gyorsan, szinte pillanatszerűen reagál, Harry Coover[[49]](#footnote-49) fedezte föl 1942-ben. A reakciók sebességét azonban a reagáló anyagok anyagi minőségén kívül más tényezők is befolyásolják. Sok tragédia következett már be úgy, hogy a lakás légterében figyelmetlenség miatt a földgáz koncentrációja meghaladta az alsó robbanási határt[[50]](#footnote-50), és egy égő cigarettától vagy egy villanykapcsoló szikrájától a magas hőmérsékleten felrobbant a gázelegy. Ezért most azt fogjuk vizsgálni, **hogyan hat a reagáló anyagok koncentrációja és a hőmérséklet a kémiai reakciók sebességére**.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK:

* egy pohárban hideg (jeges) vízfürdő
* egy pohárban meleg (kb. 60 °C hőmérsékletű) vízfürdő (elektromos vízforralóban melegítve – nem szükséges hozzá hőmérő, csak az a fontos, hogy jó meleg legyen, de ne forrázza le vele magát senki)
* 2 db 300-500 ml térfogatú befőttesüveg az oldatok elkészítéséhez, illetve tárolásához
* 1 db teáskanál és 1 db evőkanál az oldatok elkészítéséhez
* (1 db konyhai mérleg, de helyettesíthető teáskanállal)
* 1 db konyhai mérőedény
* 3 db feliratozott szemcseppentőben vagy kis cseppentős flakonban[[51]](#footnote-51) a következő folyadékok:
  + 1 db cseppentőben vagy flakonban kb. 0,5 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat (Na2S2O3-oldat)
  + 1 db cseppentőben vagy flakonban kb. 1,0 mol/dm3 koncentrációjú sósav (HCl-oldat)
  + 1 db cseppentőben vagy flakonban víz
* 1 db genotherm színtelen műanyag mappába helyezett, A4 papírra kinyomtatandó ábra (ld. a nyomtatásra kész változatot az „Előkészítés” fejezet után)
* 1 db mobiltelefon, stopperóra funkcióval
* tálca
* védőszemüveg
* védőkesztyű
* **Előkészítés:**
* A Na2S2O3·5H2O beszerezhető vegyszerboltokban, pl.: [Kapcsolat - AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/), 100 g Na2S2O3·5H2O ára 2023. 07. 21-én 500 Ft volt. Ez nagyon sok kísérlethez elég, így célszerű másokkal közösen megvásárolni.
* A kb. 0,5 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat készítése: konyhai mérleggel kimért 12 g (vagy 2 csapott teáskanál) Na2S2O3·5H2O-ot (ld. a mellékelt fényképet) kell kevés vízben kevergetve feloldani, és vízzel kiegészíteni az oldatot egy konyhai mérőedényben 100 cm3 végtérfogatra, majd újra elkeverni.
* Egy konyhai mérőedénnyel kimért kb. 50 cm3 20%-os sósavat kell lassan, kevergetés közben (**védőkesztyű és védőszemüveg használata mellett**)kb. 250 cm3 vízbe önteni, vagy 10%-os sósavból kb. 100 cm3-t kell elegyíteni a fent leírt módon 200 cm3 vízzel. Az oldatokat a feliratozott szemcseppentőkbe kell felszívni a poharakból, vagy egy tiszta konyhai mérőedényből óvatosan beletölteni a kis cseppentős műanyag flakonokba.
* A kísérleteket vízszintes felületen kell végezni, mert a cseppek könnyen elgurulnak a műanyag mappán.
* Az oldatok készítéséhez szükséges anyagokról és eszközökről készített fénykép:

A képen fal, szöveg, fedett pályás, palack látható

Automatikusan generált leírás

* **Balesetvédelem**
  + A háztartási sósav erősen maró, korrozív hatású. Ezért kizárólag gumikesztyűben és (védő)szemüvegben szabad dolgozni vele.
  + Sav vízzel való elegyítésekor mindig vékony sugárban és lassan, kevergetés közben kell a savat a vízbe önteni.
  + A felhasznált vegyszerek igen kis mennyisége miatt csak nagyon kevés kén-dioxid-gáz keletkezik. Azonban ennek belélegzését is kerülni kell, és ezért a kísérletet jól szellőző helységben (lehetőleg nyitott ablak mellett) kell végezni.
* **Hulladékkezelés**
  + A kísérlet termékeinek letörlése és vízzel való lemosása után a genotherm műanyag tasak újra felhasználható, ha nem túl sokáig maradnak rajta a kísérlet termékei.
  + A maradék sósav vízkőoldásra használható.
* A kísérletekhez kétféle lehetséges módon előkészített eszközökről és anyagokról készített fényképek:

A képen asztali kerámiaáru, szöveg, mosdókagyló, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírásA képen mosdókagyló, fedett pályás, szöveg, palack látható

Automatikusan generált leírás

* A genotherm műanyag mappába helyezett, A4 papírra kinyomtatandó ábra a következő oldalon található.

I. kísérlet II. a) kísérlet II. b) kísérlet

∙

∙

∙

Először is szükségünk van egy **közepes sebességgel zajló reakcióra**, amelyet a következő kísérletben ismerünk meg.

**I. Kísérlet**: Tegyétek a Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket a **zárt végükkel lefelé** a hideg vízfürdőbe (vagy tegyétek az ilyen oldatokat tartalmazó flakonokat a hideg vízfürdőbe). Mikor lehűltek, cseppentsetek a műanyag mappán az „I. kísérlet” feliratú kör közepére 1 csepp Na2S2O3-oldatot, majd arra 1 csepp sósavat (HCl-oldatot). Mérjétek meg a mobiltelefonotok stopperóra funkciójával, hogy mennyi idő telik el addig, amikor már éppen nem látjátok a folyadék alatt a kör közepén lévő pontot. Jegyezzétek föl a tapasztalatokat és magyarázzátok meg a változásokat!

**Tapasztalat:** Az oldat egy idő után előbb ………………………… színű lett, majd később ……………………….. színűvé vált.

A kör közepén lévő pont …………………………………………… idő múlva nem látható.

**Magyarázat:** A nátrium-tioszulfát-oldat és a sósav között a következő, **rendezendő** reakcióegyenlet szerinti

reakció játszódott le. A színt a keletkező …………………….. okozta. A szúrós szagú gáz a …………………………………………

Na2S2O3 + …. HCl → …. NaCl + SO2 + S + H2O

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. A következő kérdésekre adott válaszaitok segítenek ebben.**

**II. Kísérlet:** Használjátok az I. Kísérletet kontrollkísérletként, amelynek tapasztalataihoz a következő két kísérlet tapasztalatait hasonlítjátok! Hogyan tudnátok a meglévő anyagokkal és eszközökkel

a) **lassítani** a II. a) jelű körben az I. Kísérletben megismert reakciót?

b) **gyorsítani** a II. a) jelű körben az I. Kísérletben megismert reakciót?

1. MIK A FÜGGETLEN VÁLTOZÓK, AMELYEKET NEKTEK KELL VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLETEK SORÁN?

(**EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!)**

a) ………………………………………………………… b) …………………………………………………………

2. MI A FÜGGŐ VÁLTOZÓ? …………………………………………………………

3. HOGYAN TUDJÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT?

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

4. FELTÉTELEZÉSEK (HIPOTÉZISEK):

II. a) Ha ………………………………………………………………………………… (a független változó a tervezett módon változik),

akkor ………………………………………………………………………………………………… (a függő változó ilyen módon fog változni).

II. b) Ha ………………………………………………………………………………… (a független változó a tervezett módon változik),

akkor ………………………………………………………………………………………………… (a függő változó ilyen módon fog változni).

5. HOGYAN VÁLTOZHATNAK A FÜGGETLEN VÁLTOZÓK? Tervezzétek meg, milyen folyadékokat és milyen sorrendben kell cseppenteni a műanyag tasakban lévő lapra rajzolt, és a következő módon megjelölt körökbe!

|  |  |
| --- | --- |
| II. a): | II. b): |
| Hány csoport végezte el összesen az osztályban? | Hány csoport végezte el összesen az osztályban? |

6. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYEK LESZNEK AZOK AZ ÁLLANDÓK, AMELYEKNEK UGYANOLYANOKNAK KELL LENNIE, MINT AZ I. KÍSÉRLETBEN (AZAZ A KONTROLLKÍSÉRLETBEN)? Jelöljétek **X** jellel!

II. a)  Az oldatok térfogata.  Az oldatok koncentrációja.

Az oldatok hőmérséklete.  Az oldatok felcseppentésének sorrendje.

II. b)  Az oldatok térfogata.  Az oldatok koncentrációja.

Az oldatok hőmérséklete.  Az oldatok felcseppentésének sorrendje.

7. A KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

II. a): 1. Tegyétek a …………………….………………………………. cseppentőt vagy flakont a ………………………..… vízfürdőbe.

2. A II. a) jelű körbe cseppentsetek ……………………………………………………………………………………………………………..

3. Cseppentsetek rá ……………………………………………………………………………………………………………………………….…..

4. Cseppentsetek rá …………………………………………………………………………………………………………………………………..

5. Mérjétek meg …………………………………………………………………………………………………………………………..……………..

II. b): 1. Tegyétek a ………………………………………………………………………………………………… a …………………..… vízfürdőbe.

2. A II. b) jelű körbe cseppentsetek ………………………………………………………………………………………………….…………

3. Cseppentsetek rá ……………………………………………………………………………………………………………………………….…..

4. Mérjétek meg …………………………………………………………………………………………………………………………….………….

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és magyarázatokat. Vonjátok le a következtetést is!**

8. TAPASZTALATOK ÉS FÉNYKÉPEK:

II. a) …………………………………………………………………….…. II.b) ……………………………………….……………………………………………

9. MAGYARÁZAT:

II. a) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

II. b) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

10. KÖVETKEZTETÉS:

II. a) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

II. b) ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

11. GONDOLKODJUNK! Tegyük fel, hogy biciklizés közben egy barátotok elesett, és a bőrén keletkezett csúnya horzsolást Betadine oldattal fertőtlenítettétek. A nagy igyekezet során azonban a barna színű Betadine oldatból a barátotok kedvenc világos színű nadrágjára is csöppent. A Betadine-ban lévő jód nem vízoldható, de az interneten az olvasható, hogy a „*Betadine oldat …nátrium-tioszulfát-oldattal (fixírsó) eltávolítható*”.[[52]](#footnote-52) Szilárd nátrium-tioszulfát a vegyszerboltban olcsón kapható.[[53]](#footnote-53) A kémiai reakció egyenlete:

2 Na2S2O3 + I2 → Na2S4O6 + 2 NaI. A keletkező termékek színtelenek és vízoldhatók, így a legközelebbi mosással távoznak. Milyen nátrium-tioszulfát-oldatot kell készítenetek a szilárd sóból, ha azt szeretnétek, hogy a barna folt a lehető leggyorsabban eltűnjön a nadrágról? Húzd alá a megfelelő választ!

A) Híg és hideg oldatot. B) Híg és meleg oldatot. C) Tömény és hideg oldatot. D) Tömény és meleg oldatot.

**A pillanatragasztó és társai**

(15. feladatlap, 3. típus: otthoni, kísérlettervező, tanári)

Kérjük szépen a tanár kollégákat, legyenek szívesek bátorítani a diákjaikat a kísérlettervezéssel kapcsolatos kérdések megválaszolására azzal, hogy kiemelik annak hasznosságát, és megdicsérik őket, ha jól gondolkodnak.

Ugye, azt szeretnénk, hogy a pillanatragasztó valóban nagyon gyorsan kössön meg, de a gáztűzhelyben használt földgáz soha ne robbanjon fel? A kémiai folyamatok sebességét tehát mindig a szükségleteinknek megfelelően kell szabályoznunk. Először a vegyészeknek meg kell találniuk, hogy milyen anyagokat kell reagáltatni egymással egy adott célra. Például a pillanatragasztó anyagát, a cianoakrilátot, ami a levegőben lévő vízzel gyorsan, szinte pillanatszerűen reagál, Harry Coover[[54]](#footnote-54) fedezte föl 1942-ben. A reakciók sebességét azonban a reagáló anyagok anyagi minőségén kívül más tényezők is befolyásolják. Sok tragédia következett már be úgy, hogy a lakás légterében figyelmetlenség miatt a földgáz koncentrációja meghaladta az alsó robbanási határt[[55]](#footnote-55), és egy égő cigarettától vagy egy villanykapcsoló szikrájától a magas hőmérsékleten felrobbant a gázelegy. Ezért most azt fogjuk vizsgálni, **hogyan hat a reagáló anyagok koncentrációja és a hőmérséklet a kémiai reakciók sebességére**.

ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK:

* egy pohárban hideg (jeges) vízfürdő
* egy pohárban meleg (kb. 60 °C hőmérsékletű) vízfürdő (elektromos vízforralóban melegítve – nem szükséges hozzá hőmérő, csak az a fontos, hogy jó meleg legyen, de ne forrázza le vele magát senki)
* 2 db 300-500 ml térfogatú befőttesüveg az oldatok elkészítéséhez, illetve tárolásához
* 1 db teáskanál és 1 db evőkanál az oldatok elkészítéséhez
* (1 db konyhai mérleg, de helyettesíthető teáskanállal)
* 1 db konyhai mérőedény
* 3 db feliratozott szemcseppentőben vagy kis cseppentős flakonban[[56]](#footnote-56) a következő folyadékok:
  + 1 db cseppentőben vagy flakonban kb. 0,5 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat (Na2S2O3-oldat)
  + 1 db cseppentőben vagy flakonban kb. 1,0 mol/dm3 koncentrációjú sósav (HCl-oldat)
  + 1 db cseppentőben vagy flakonban víz
* 1 db genotherm színtelen műanyag mappába helyezett, A4 papírra kinyomtatandó ábra (ld. a nyomtatásra kész változatot az „Előkészítés” fejezet után)
* 1 db mobiltelefon, stopperóra funkcióval
* tálca
* védőszemüveg
* védőkesztyű
* **Előkészítés:**
* A Na2S2O3·5H2O beszerezhető vegyszerboltokban, pl.: [Kapcsolat - AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/), 100 g Na2S2O3·5H2O ára 2023. 07. 21-én 500 Ft volt. Ez nagyon sok kísérlethez elég, így célszerű másokkal közösen megvásárolni.
* A kb. 0,5 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat készítése: konyhai mérleggel kimért 12 g (vagy 2 csapott teáskanál) Na2S2O3·5H2O-ot (ld. a mellékelt fényképet) kell kevés vízben kevergetve feloldani, és vízzel kiegészíteni az oldatot egy konyhai mérőedényben 100 cm3 végtérfogatra, majd újra elkeverni.
* Egy konyhai mérőedénnyel kimért kb. 50 cm3 20%-os sósavat kell lassan, kevergetés közben (**védőkesztyű és védőszemüveg használata mellett**)kb. 250 cm3 vízbe önteni, vagy 10%-os sósavból kb. 100 cm3-t kell elegyíteni a fent leírt módon 200 cm3 vízzel. Az oldatokat a feliratozott szemcseppentőkbe kell felszívni a poharakból, vagy egy tiszta konyhai mérőedényből óvatosan beletölteni a kis cseppentős műanyag flakonokba.
* A kísérleteket vízszintes felületen kell végezni, mert a cseppek könnyen elgurulnak a műanyag mappán.
* Az oldatok készítéséhez szükséges anyagokról és eszközökről készített fénykép:

A képen fal, szöveg, fedett pályás, palack látható

Automatikusan generált leírás

* **Balesetvédelem**
  + A háztartási sósav erősen maró, korrozív hatású. Ezért kizárólag gumikesztyűben és (védő)szemüvegben szabad dolgozni vele.
  + Sav vízzel való elegyítésekor mindig vékony sugárban és lassan, kevergetés közben kell a savat a vízbe önteni.
  + A felhasznált vegyszerek igen kis mennyisége miatt csak nagyon kevés kén-dioxid-gáz keletkezik. Azonban ennek belélegzését is kerülni kell, és ezért a kísérletet jól szellőző helységben (lehetőleg nyitott ablak mellett) kell végezni.
* **Hulladékkezelés**
  + A kísérlet termékeinek letörlése és vízzel való lemosása után a genotherm műanyag tasak újra felhasználható, ha nem túl sokáig maradnak rajta a kísérlet termékei.
  + A maradék sósav vízkőoldásra használható.
* A kísérletekhez kétféle lehetséges módon előkészített eszközökről és anyagokról készített fényképek:

A képen asztali kerámiaáru, szöveg, mosdókagyló, fedett pályás látható

Automatikusan generált leírásA képen mosdókagyló, fedett pályás, szöveg, palack látható

Automatikusan generált leírás

* A genotherm színtelen műanyag mappába helyezett, A4 papírra kinyomtatandó ábra a következő oldalon található.

I. kísérlet II. a) kísérlet II. b) kísérlet

∙

∙

∙

Először is szükségünk van egy **közepes sebességgel zajló reakcióra**, amelyet a következő kísérletben ismerünk meg.

**I. Kísérlet**: Tegyétek a Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket a **zárt végükkel lefelé** a hideg vízfürdőbe (vagy tegyétek az ilyen oldatokat tartalmazó flakonokat a hideg vízfürdőbe). Mikor lehűltek, cseppentsetek a műanyag mappán az „I. kísérlet” feliratú kör közepére 1 csepp Na2S2O3-oldatot, majd arra 1 csepp sósavat (HCl-oldatot). Mérjétek meg a mobiltelefonotok stopperóra funkciójával, hogy mennyi idő telik el addig, amikor már éppen nem látjátok a folyadék alatt a kör közepén lévő pontot. Jegyezzétek föl a tapasztalatokat és magyarázzátok meg a változásokat!

**Tapasztalat:** Az oldat egy idő után előbb fehér (opálos) színű lett, majd később sárga színűvé vált.

A kör közepén lévő pont kb. 30 s idő múlva nem látható.

**Magyarázat:** A nátrium-tioszulfát-oldat és a sósav között a következő, **rendezendő** reakcióegyenlet szerinti

reakció játszódott le. A színt a keletkező kén okozta. A szúrós szagú gáz a kén-dioxid.

Na2S2O3 + 2 HCl → 2 NaCl + SO2 + S + H2O

**A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek, hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. A következő kérdésekre adott válaszaitok segítenek ebben.**

**II. Kísérlet:** Használjátok az I. Kísérletet kontrollkísérletként, amelynek tapasztalataihoz a következő két kísérlet tapasztalatait hasonlítjátok! Hogyan tudnátok a meglévő anyagokkal és eszközökkel

a) **lassítani** a II. a) jelű körben az I. Kísérletben megismert reakciót?

b) **gyorsítani** a II. a) jelű körben az I. Kísérletben megismert reakciót?

1. MIK A FÜGGETLEN VÁLTOZÓK, AMELYEKET NEKTEK KELL VÁLTOZTATNI A KÍSÉRLETEK SORÁN?

(**EGYSZERRE CSAK EGY TÉNYEZŐT SZABAD VÁLTOZTATNI!)**

a)A koncentráció. b) A hőmérséklet.

2. MI A FÜGGŐ VÁLTOZÓ? A reakcióidő.

3. HOGYAN TUDJÁTOK VIZSGÁLNI EZT A FÜGGŐ VÁLTOZÓT?

A kör közepén lévő pont láthatóságának megszűnésével.

4. FELTÉTELEZÉSEK (HIPOTÉZISEK):

II. a) Ha a koncentrációt csökkentjük (a független változó a tervezett módon változik), akkor az növeli a reakció lejátszódásához szükséges időt (a függő változó ilyen módon fog változni).

II. b) Ha a hőmérsékletet emeljük (a független változó a tervezett módon változik), akkor az csökkenti a reakció lejátszódásához szükséges időt (a függő változó ilyen módon fog változni).

5. HOGYAN VÁLTOZHATNAK A FÜGGETLEN VÁLTOZÓK? Tervezzétek meg, milyen folyadékokat és milyen sorrendben kell cseppenteni a műanyag tasakban lévő lapra rajzolt, és a következő módon megjelölt körökbe!

|  |  |
| --- | --- |
| II. a): 1 csepp **hideg** Na2S2O3-oldat + 1 csepp **hideg víz** + 1 csepp **hideg** sósav | II. b): 1 csepp **meleg** Na2S2O3-oldat + 1 csepp **meleg** sósav |
| Hány csoport végezte el összesen az osztályban? | Hány csoport végezte el összesen az osztályban? |

6. AZ ALÁBBIAK KÖZÜL MELYEK LESZNEK AZOK AZ ÁLLANDÓK, AMELYEKNEK UGYANOLYANOKNAK KELL LENNIE, MINT AZ I. KÍSÉRLETBEN (AZAZ A KONTROLLKÍSÉRLETBEN)? Jelöljétek **X** jellel!

II. a)  Az oldatok térfogata.  Az oldatok koncentrációja.

Az oldatok hőmérséklete.  Az oldatok felcseppentésének sorrendje.

II. b)  Az oldatok térfogata.  Az oldatok koncentrációja.

Az oldatok hőmérséklete.  Az oldatok felcseppentésének sorrendje.

7. A KÍSÉRLETEK LÉPÉSEI:

II. a): 1. Tegyétek a vizet tartalmazó cseppentőt vagy flakont a hideg vízfürdőbe.

2. A II. a) jelű körbe cseppentsetek 1 csepp hideg Na2S2O3-oldatot.

3. Cseppentsetek rá 1 csepp hideg vizet.

4. Cseppentsetek rá 1 csepp hideg sósavat.

5. Mérjétek meg azt az időt, aminek el kell telnie ahhoz, hogy már ne lássátok a kör közepén lévő pontot.

II. b): 1. Tegyétek a Na2S2O3-oldatot és a sósavat tartalmazó cseppentőket vagy flakonokat a meleg vízfürdőbe.

2. A II. b) jelű körbe cseppentsetek 1 csepp meleg Na2S2O3-oldatot.

3. Cseppentsetek rá 1 csepp meleg sósavat.

4. Mérjétek meg azt az időt, aminek el kell telnie ahhoz, hogy már ne lássátok a kör közepén lévő pontot.

**A kísérletek elvégzése után írjátok le a tapasztalatokat és magyarázatokat. Vonjátok le a következtetést is!**

8. TAPASZTALATOK ÉS FÉNYKÉPEK:

II. a) A vízzel való hígítás esetében a kör közepén lévő pont kb. 60 s múlva nem látható.

A képen szöveg, képernyőkép látható

Automatikusan generált leírás

II. b) A meleg oldatok esetében a kör közepén lévő pont kb. 10 s múlva nem látható.

A képen szöveg, képernyőkép, írószer, tervezés látható

Automatikusan generált leírás

9. MAGYARÁZAT:

II. a) Kisebb koncentráció esetén az adott térben kevesebb részecske van, ezért a részecskék ritkábban ütköznek, így a reakció lassabban játszódik le.

II. b) Magasabb hőmérsékleten több részecskének van akkora energiája, amivel teljesül a folyamat aktiválásienergia-igénye. A részecskék gyorsabban mozognak és gyakrabban is ütköznek. Tehát gyakoribbak a hasznos ütközések.

10. KÖVETKEZTETÉS:

II. a) A koncentráció csökkentésével csökkenthető a reakció sebessége.

II. b) A hőmérséklet növelésével növelhető a reakció sebessége.

11. GONDOLKODJUNK! Tegyük fel, hogy biciklizés közben egy barátotok elesett, és a bőrén keletkezett csúnya horzsolást Betadine oldattal fertőtlenítettétek. A nagy igyekezet során azonban a barna színű Betadine oldatból a barátotok kedvenc világos színű nadrágjára is csöppent. A Betadine-ban lévő jód nem vízoldható, de az interneten az olvasható, hogy a „*Betadine oldat …nátrium-tioszulfát-oldattal (fixírsó) eltávolítható*”.[[57]](#footnote-57) Szilárd nátrium-tioszulfát a vegyszerboltban olcsón kapható.[[58]](#footnote-58) A kémiai reakció egyenlete:

2 Na2S2O3 + I2 → Na2S4O6 + 2 NaI. A keletkező termékek színtelenek és vízoldhatók, így a legközelebbi mosással távoznak. Milyen nátrium-tioszulfát-oldatot kell készítenetek a szilárd sóból, ha azt szeretnétek, hogy a barna folt a lehető leggyorsabban eltűnjön a nadrágról? Húzd alá a megfelelő választ!

A) Híg és hideg oldatot. B) Híg és meleg oldatot. C) Tömény és hideg oldatot. D) Tömény és meleg oldatot.

1. A jelen feladatlap témájának korábbi földolgozásai: Szakács Erzsébet: Gyorsulási verseny vegytan módra (feladatlap); Dancsó Éva: A kémiai reakciók sebessége óraterv: [Természettudományos Oktatásmódszertani Centrum (elte.hu)](https://ttomc.elte.hu/publications/62) és videóra rögzített órafelvétel: [Természettudományos Oktatásmódszertani Centrum (elte.hu)](https://ttomc.elte.hu/publications/63); Bárány Zsolt Béla: Traffipax a kémiaórán (feladatlap): [Természettudományos Oktatásmódszertani Centrum (elte.hu)](https://ttomc.elte.hu/publications/90), [16. feladatlap: Traffipax a kémiaórán](https://ttomc.elte.hu/rails/active_storage/blobs/eyJfcmFpbHMiOnsibWVzc2FnZSI6IkJBaHBBbTBKIiwiZXhwIjpudWxsLCJwdXIiOiJibG9iX2lkIn19--71acbae4322a8f10829b98a7abd3c050cbc620fc/16Reakciosebesseg2019_08_06_HONLAPRA.docx?disposition=attachment); (2023. 07. 19.) [↑](#footnote-ref-1)
2. [1/01 - Elefántfogkrém | Sz2A - Szabó Szabolcs Alapítvány](https://sz2a.hu/digitalis-mobillabor-elefant-fogkrem/) (2023. 07. 24.) [↑](#footnote-ref-2)
3. Egy UNIPATIKA gyógyszertárban az ára 109 Ft/darab volt 2023. 08. 22-én. [↑](#footnote-ref-3)
4. Egy BENU gyógyszertárban az ára 45 Ft/db volt 2023. 07. 24-én. [↑](#footnote-ref-4)
5. [Pillanatragasztó – Wikipédia (wikipedia.org)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Pillanatragaszt%C3%B3) (2023. 07. 19.) [↑](#footnote-ref-5)
6. A földgáz fő komponensére a metánra ez kb. 5 térfogat% [Érzékelhető gázok és határértékek (mikrotrade.sk)](http://www.mikrotrade.sk/gases/gasesHU.html) [↑](#footnote-ref-6)
7. Ld.: [Betadine fertőtlenítő oldat 30ml - Vet-Plus Állatgyógyászati (vetpluspatika.hu)](https://vetpluspatika.hu/Betadine-oldat-30ml) (2023. 07. 21.) [↑](#footnote-ref-7)
8. [Kapcsolat - AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/) (2023. 07. 21.: 100 g Na2S2O3 ára 500 Ft.) [↑](#footnote-ref-8)
9. [Pillanatragasztó – Wikipédia (wikipedia.org)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Pillanatragaszt%C3%B3) (2023. 07. 19.) [↑](#footnote-ref-9)
10. A földgáz fő komponensére a metánra ez kb. 5 térfogat% [Érzékelhető gázok és határértékek (mikrotrade.sk)](http://www.mikrotrade.sk/gases/gasesHU.html) [↑](#footnote-ref-10)
11. Ld.: [Betadine fertőtlenítő oldat 30ml - Vet-Plus Állatgyógyászati (vetpluspatika.hu)](https://vetpluspatika.hu/Betadine-oldat-30ml) (2023. 07. 21.) [↑](#footnote-ref-11)
12. [Kapcsolat - AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/) (2023. 07. 21.: 100 g Na2S2O3 ára 500 Ft.) [↑](#footnote-ref-12)
13. [Pillanatragasztó – Wikipédia (wikipedia.org)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Pillanatragaszt%C3%B3) (2023. 07. 19.) [↑](#footnote-ref-13)
14. A földgáz fő komponensére a metánra ez kb. 5 térfogat% [Érzékelhető gázok és határértékek (mikrotrade.sk)](http://www.mikrotrade.sk/gases/gasesHU.html) [↑](#footnote-ref-14)
15. Ld.: [Betadine fertőtlenítő oldat 30ml - Vet-Plus Állatgyógyászati (vetpluspatika.hu)](https://vetpluspatika.hu/Betadine-oldat-30ml) (2023. 07. 21.) [↑](#footnote-ref-15)
16. [Kapcsolat - AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/) (2023. 07. 21.: 100 g Na2S2O3 ára 500 Ft.) [↑](#footnote-ref-16)
17. [Pillanatragasztó – Wikipédia (wikipedia.org)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Pillanatragaszt%C3%B3) (2023. 07. 19.) [↑](#footnote-ref-17)
18. A földgáz fő komponensére a metánra ez kb. 5 térfogat% [Érzékelhető gázok és határértékek (mikrotrade.sk)](http://www.mikrotrade.sk/gases/gasesHU.html) [↑](#footnote-ref-18)
19. Ld.: [Betadine fertőtlenítő oldat 30ml - Vet-Plus Állatgyógyászati (vetpluspatika.hu)](https://vetpluspatika.hu/Betadine-oldat-30ml) (2023. 07. 21.) [↑](#footnote-ref-19)
20. [Kapcsolat - AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/) (2023. 07. 21.: 100 g Na2S2O3 ára 500 Ft.) [↑](#footnote-ref-20)
21. [Pillanatragasztó – Wikipédia (wikipedia.org)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Pillanatragaszt%C3%B3) (2023. 07. 19.) [↑](#footnote-ref-21)
22. A földgáz fő komponensére a metánra ez kb. 5 térfogat% [Érzékelhető gázok és határértékek (mikrotrade.sk)](http://www.mikrotrade.sk/gases/gasesHU.html) [↑](#footnote-ref-22)
23. Ld.: [Betadine fertőtlenítő oldat 30ml - Vet-Plus Állatgyógyászati (vetpluspatika.hu)](https://vetpluspatika.hu/Betadine-oldat-30ml) (2023. 07. 21.) [↑](#footnote-ref-23)
24. [Kapcsolat - AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/) (2023. 07. 21.: 100 g Na2S2O3 ára 500 Ft.) [↑](#footnote-ref-24)
25. [Pillanatragasztó – Wikipédia (wikipedia.org)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Pillanatragaszt%C3%B3) (2023. 07. 19.) [↑](#footnote-ref-25)
26. A földgáz fő komponensére a metánra ez kb. 5 térfogat% [Érzékelhető gázok és határértékek (mikrotrade.sk)](http://www.mikrotrade.sk/gases/gasesHU.html) [↑](#footnote-ref-26)
27. Ld.: [Betadine fertőtlenítő oldat 30ml - Vet-Plus Állatgyógyászati (vetpluspatika.hu)](https://vetpluspatika.hu/Betadine-oldat-30ml) (2023. 07. 21.) [↑](#footnote-ref-27)
28. [Kapcsolat - AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/) (2023. 07. 21.: 100 g Na2S2O3 ára 500 Ft.) [↑](#footnote-ref-28)
29. [Pillanatragasztó – Wikipédia (wikipedia.org)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Pillanatragaszt%C3%B3) (2023. 07. 19.) [↑](#footnote-ref-29)
30. A földgáz fő komponensére a metánra ez kb. 5 térfogat% [Érzékelhető gázok és határértékek (mikrotrade.sk)](http://www.mikrotrade.sk/gases/gasesHU.html) [↑](#footnote-ref-30)
31. Az áruk 45 Ft/db volt egy BENU gyógyszertárban 2023. 07. 24-én. [↑](#footnote-ref-31)
32. Ld.: [Betadine fertőtlenítő oldat 30ml - Vet-Plus Állatgyógyászati (vetpluspatika.hu)](https://vetpluspatika.hu/Betadine-oldat-30ml) (2023. 07. 21.) [↑](#footnote-ref-32)
33. [Kapcsolat - AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/) (2023. 07. 21.: 100 g Na2S2O3 ára 500 Ft.) [↑](#footnote-ref-33)
34. [Pillanatragasztó – Wikipédia (wikipedia.org)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Pillanatragaszt%C3%B3) (2023. 07. 19.) [↑](#footnote-ref-34)
35. A földgáz fő komponensére a metánra ez kb. 5 térfogat% [Érzékelhető gázok és határértékek (mikrotrade.sk)](http://www.mikrotrade.sk/gases/gasesHU.html) [↑](#footnote-ref-35)
36. Az áruk 45 Ft/db volt egy BENU gyógyszertárban 2023. 07. 24-én. [↑](#footnote-ref-36)
37. Ld.: [Betadine fertőtlenítő oldat 30ml - Vet-Plus Állatgyógyászati (vetpluspatika.hu)](https://vetpluspatika.hu/Betadine-oldat-30ml) (2023. 07. 21.) [↑](#footnote-ref-37)
38. [Kapcsolat - AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/) (2023. 07. 21.: 100 g Na2S2O3 ára 500 Ft.) [↑](#footnote-ref-38)
39. [Pillanatragasztó – Wikipédia (wikipedia.org)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Pillanatragaszt%C3%B3) (2023. 07. 19.) [↑](#footnote-ref-39)
40. A földgáz fő komponensére a metánra ez kb. 5 térfogat% [Érzékelhető gázok és határértékek (mikrotrade.sk)](http://www.mikrotrade.sk/gases/gasesHU.html) [↑](#footnote-ref-40)
41. Az áruk 45 Ft/db volt egy BENU gyógyszertárban 2023. 07. 24-én. [↑](#footnote-ref-41)
42. Ld.: [Betadine fertőtlenítő oldat 30ml - Vet-Plus Állatgyógyászati (vetpluspatika.hu)](https://vetpluspatika.hu/Betadine-oldat-30ml) (2023. 07. 21.) [↑](#footnote-ref-42)
43. [Kapcsolat - AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/) (2023. 07. 21.: 100 g Na2S2O3 ára 500 Ft.) [↑](#footnote-ref-43)
44. [Pillanatragasztó – Wikipédia (wikipedia.org)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Pillanatragaszt%C3%B3) (2023. 07. 19.) [↑](#footnote-ref-44)
45. A földgáz fő komponensére a metánra ez kb. 5 térfogat% [Érzékelhető gázok és határértékek (mikrotrade.sk)](http://www.mikrotrade.sk/gases/gasesHU.html) [↑](#footnote-ref-45)
46. Az áruk 45 Ft/db volt egy BENU gyógyszertárban 2023. 07. 24-én. [↑](#footnote-ref-46)
47. Ld.: [Betadine fertőtlenítő oldat 30ml - Vet-Plus Állatgyógyászati (vetpluspatika.hu)](https://vetpluspatika.hu/Betadine-oldat-30ml) (2023. 07. 21.) [↑](#footnote-ref-47)
48. [Kapcsolat - AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/) (2023. 07. 21.: 100 g Na2S2O3 ára 500 Ft.) [↑](#footnote-ref-48)
49. [Pillanatragasztó – Wikipédia (wikipedia.org)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Pillanatragaszt%C3%B3) (2023. 07. 19.) [↑](#footnote-ref-49)
50. A földgáz fő komponensére a metánra ez kb. 5 térfogat% [Érzékelhető gázok és határértékek (mikrotrade.sk)](http://www.mikrotrade.sk/gases/gasesHU.html) [↑](#footnote-ref-50)
51. Az áruk 45 Ft/db volt egy BENU gyógyszertárban 2023. 07. 24-én. [↑](#footnote-ref-51)
52. Ld.: [Betadine fertőtlenítő oldat 30ml - Vet-Plus Állatgyógyászati (vetpluspatika.hu)](https://vetpluspatika.hu/Betadine-oldat-30ml) (2023. 07. 21.) [↑](#footnote-ref-52)
53. [Kapcsolat - AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/) (2023. 07. 21.: 100 g Na2S2O3 ára 500 Ft.) [↑](#footnote-ref-53)
54. [Pillanatragasztó – Wikipédia (wikipedia.org)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Pillanatragaszt%C3%B3) (2023. 07. 19.) [↑](#footnote-ref-54)
55. A földgáz fő komponensére a metánra ez kb. 5 térfogat% [Érzékelhető gázok és határértékek (mikrotrade.sk)](http://www.mikrotrade.sk/gases/gasesHU.html) [↑](#footnote-ref-55)
56. Az áruk 45 Ft/db volt egy BENU gyógyszertárban 2023. 07. 24-én. [↑](#footnote-ref-56)
57. Ld.: [Betadine fertőtlenítő oldat 30ml - Vet-Plus Állatgyógyászati (vetpluspatika.hu)](https://vetpluspatika.hu/Betadine-oldat-30ml) (2023. 07. 21.) [↑](#footnote-ref-57)
58. [Kapcsolat - AZÚR Vegyszerbolt (azurvegyszer.hu)](https://azurvegyszer.hu/index.php/kapcsolat/) (2023. 07. 21.: 100 g Na2S2O3 ára 500 Ft.) [↑](#footnote-ref-58)