MUNKAFÜZET

**Fémek általános jellemzése**

**Készítette: Dóka Erzsébet**

Miskolc

2018

**Balesetvédelem**

Mint minden munkahelyen, a természettudományos laboratóriumokban is be kell tartani azokat a szabályokat, amelyek garantálják a biztonságos munkavégzést. A kísérletek során használt eszközök, berendezések és vegyszerek fokozottan veszélyesek lehetnek, ezért a Lévay Labor használatára vonatkozó előírásokat nagyon komolyan kell venni.

* A laborban csak szaktanári engedéllyel tartózkodhatsz és dolgozhatsz.
* Balesetvédelmi és tűzvédelmi oktatáson minden laboratóriumi gyakorlat előtt mindenkinek részt kell vennie, azt aláírásával igazolnia kell.
* A terembe ételt, italt bevinni, fogyasztani szigorúan tilos!
* Védőruházat viselése kötelező (pl.: begombolt köpeny)! Szükség esetén a munkafüzet utasításai szerint védőszemüveg és gumikesztyű használata is kötelező!
* Hosszú hajat fogjunk össze, vagy viseljünk kendőt, hajpántot.
* Az eszközöket, berendezéseket csak rendeltetésszerűen, tanári engedéllyel és csak az adott mérési paraméterekre beállítva használhatod.
* Munka közben mind a saját, mind társaid testi épségére vigyáznod kell!
* A munkahelyet a feladat végzése közben rendben és tisztán kell tartani. Tiszta eszközökkel dolgozz! A tálcádon mindig legyen törlőruha!
* A vegyszerekhez kézzel hozzányúlni szigorúan tilos!
* Melegítéskor a kémcsövet folyamatosan mozgasd! A kémcsövet úgy fordítsd, hogy nyílása ne nézzen sem feléd, sem más felé!
* Soha ne szagolj meg közvetlenül vegyszereket, ne kóstolj meg anyagokat kémiaórán!
* Ha bőrödre sav vagy lúg kerül, először mindig töröld le száraz ruhával, majd öblítsd le bő vízzel!
* A munka közben okozott károkért a tanuló egyénileg felelős, a kárt meg kell térítenie.
* A legkisebb balesetet vagy az eszközök meghibásodását azonnal jelentsd a szaktanárnak, ha kérdésed van, neki tedd fel!
* A tanóra végén rakj rendet a munkaasztalodon tanárod és a laboráns irányításával.

|  |  |
| --- | --- |
| **Műveltségi terület/tantárgy** | **Ember a természetben/Kémia** |
| **Évfolyam** | **10.** |
| **Témakör** | **A fémek és vegyületeik (10)** |
| **A munka elvégzéséhez szükséges idő** | **45 perc** |

**Előzetes fogalmak**

* fémes kötés, fémrács
* a fémek fizikai tulajdonságait
* redoxireakció (fémek előállítása, tulajdonságai)
* standardpotenciál
* gerjesztett állapot
* sav-bázis reakció
* amfotéria
* reakcióegyenlet írása
* fémek gyakorlati jelentősége
* biológia-egészségtan: nehézfémek és vegyületeik élettani hatása
* kísérletek gyakorlati végrehajtása.
* laboratóriumi balesetvédelmi szabályok

**Probléma felvetés:**

"Bizony az ezüstnek bányája van, és helye az aranynak, a hol tisztítják.

A vasat a földből hozzák elő, a követ pedig érczczé olvasztják."

(Jób 28:1,2)

**Eszközök**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Eszköz neve** | **Eszköz jellemzője** | **Darabszám** |
| **Tanári** | | |
| **kémcső** |  | **2 db** |
| **kémcsőállvány** |  | **1 db** |
| **Bunsen-állvány** |  | **1 db** |
| **kémcsőfogó szorítódióval** |  | **1 db** |
| **Bunsen-égő** |  | **1 db** |
| **gyufa** |  | **1 doboz** |
| **Tanulói** | | |
| műanyag tálca |  | 1 db |
| fém tálca |  | 1 db |
| Bunsen-égő |  | 1 db |
| csipesz |  | 1 db |
| porcelán tálka |  | 1 db |
| gyufa |  | 1 doboz |
| kémcsőállvány |  | 1 db |
| kémcső |  | 8 db |
| gumikesztyű |  | 1 pár |
| védőszemüveg |  | 1 db |
| hulladékgyűjtő |  | 1 db |

**Anyagok**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Anyag** | | | **Anyag jellemzője** | **Mennyisége** |
| **rézdrót** | | | **drót, 25-30 cm** | **1 db** |
| **alumínium** | | | **drót, 25-30 cm** | **1 db** |
| **salétromsav** | | | **tömény, 65 m/m%** | **5 cm3** |
| **kénsav** | | | **tömény, 98 m/m%** | **5 cm3** |
| **higany** | | | **zárt üvegben** | **100 cm3** |
| **ezüst** | | | **gyűrű/karkötő/stb.** | **1 db** |
| **arany** | | | **gyűrű/karkötő/stb.** | **1 db** |
| desztillált víz | | |  | 10 cm3 |
| réz(II)-szulfát oldat | | | 0,5 mol/dm3 | 5 cm3 |
| vas(II)-szulfát-oldat | | | 0,5 mol/dm3 | 5 cm3 |
| vasszög | | | 100 mm | 1 db |
| rézdrót | | | 25-30 cm | 1 db |
| lítium-klorid oldat/  nátrium-klorid oldat/  kálium-klorid oldat/  kalcium-klorid oldat/  bárium-nitrát oldat/  réz(II)-szulfát oldat | | | permetezős flakonban  0,2 mol/dm3 | 50 cm3 |
| vas | | | drót, 25-30 cm | 1 db |
| cink | | | lemez | 1 db |
| ólom | | | lemez | 1 db |
| alumínium | | | drót, 25-30 cm | 1 db |
| alumínium | | | fólia, 10-20 cm | 1 db |
| magnézium | | | forgács kémcsőben | 3 db |
| kalcium szemcsés | | | 0,1 g kémcsőben | 3 db |
| fenolftalein oldat | | | cseppentős flakonban | 1 cm3 |
| magnézium | | | szalag | 2 cm |
| sósav | | | 2 mol/dm3 | 10 cm3 |
| kénsav | | | 1 mol/dm3 | 10 cm3 |
| **Hulladékkezelés** | | | A nehézfém-ionokat tartalmazó oldatokat az erre a célra kijelölt tartályba gyűjtsük. A lúgos kémhatású oldatokat sósavval, a savas kémhatású oldatokat nátrium-hidroxiddal semlegesítsük. | |
| **Hardver eszközök** | | | tanári számítógép  projektor  tanulói laptopok/notebook/mobiltelefon | |
| **Szoftver eszközök** | | | Microsoft Office 365, ClassNotebook  LearningApps | |
| **Felhasznált irodalom** | | Rózsahegyi Márta, Wajand Judit: 575 kísérlet a kémia tanításához, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1991  Dóka Erzsébet: Fémek általános jellemzése 11. (munkafüzet), Lévay Labor - TÁMOP 3.1.3-11/2-2012-0050, Miskolc 2013  Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest  <http://levaylabor.tirek.hu/video/41/>  [http://dload.oktatas.educatio.hu/erettsegi/nyilvanos\_anyagok \_2018tavasz/kemia\_emelt\_szob\_kiserlet\_b\_2018maj.pdf](http://dload.oktatas.educatio.hu/erettsegi/nyilvanos_anyagok_2018tavasz/kemia_emelt_szob_kiserlet_b_2018maj.pdf) | | | |
| **Tanári demonstrációk** | Alumínium és réz reakciója tömény salétromsavval és kénsavval | | | |
| **Tanulói kísérletek** | Vasszög reakciója réz(II)-szulfát oldattal és rézdrót kölcsönhatása vas(II)-szulfát oldattal  Fémek felismerése lángfestésük alapján  Magnézium szalag égése, a magnézium-oxid kölcsönhatása vízzel.  Magnézium és kalcium kölcsönhatása vízzel és híg savakkal. | | | |

*Egyéni munka*

1. **Válaszolj szóban a következő kérdésekre!**
   1. Milyen formában fordulnak elő a fémek a természetben?

* 1. Sorold fel azokat a fémeket, amelyek szabad állapotban fordulnak elő!

* 1. Mit nevezünk ércnek?

* 1. Kémiai szempontból a fémek előállítása vegyületeikből milyen folyamat?

* 1. Milyen redukálószereket használnak a fémek előállítására?

***Csoportmunka***

**E-20/2018**

1. **Vas(II)-szulfát oldat és réz, valamint réz(II)-szulfát oldat és vas reakciója**[[1]](#footnote-1)

Az 1. számú kémcsőben vas(II)-szulfát oldatot, a 2. számú kémcsőben másik főzőpohárba pedig réz(II)-szulfát oldatot találsz! A vas(II)-szulfát oldatba helyezz egy rézlemezt/rézdrótot, a réz(II)-szulfát oldatba pedig vaslemezt/vasdrótot! Várakozz néhány percet, majd vedd ki a fémlemezeket, és helyezd azokat egy törlőpapírra! Magyarázd meg a látottakat! A magyarázathoz használd a standardpotenciál értékeket is! Írd fel a reakció(k) ionegyenletét! Fogalmazz meg és írj le néhány olyan tulajdonságot, amiben egy elem vegyülete (pl. CuSO4) különbözik a kémiai elemtő!

***ε◦Fe/Fe 2+ =***

***ε◦Cu/Cu 2+ =***

***Reakcióegyenletek:***

*Csoportmunka*

1. **A következő feladatokat oldjátok meg a tanárotok által kijelölt csoportokban!**

**A csoport**

„A mint egybe szoktak gyűjteni ezüstöt és rezet és vasat és ólmot és ónt a kemencze közepébe, hogy tüzet gerjesszenek rá a megolvasztásra, így gyűjtelek egybe búsulásomban és haragomban, és bevetlek s megolvasztlak titeket”. (Ez 22:20)

A Bibliában sok helyen található utalás a fémek kinyerésével, előállításával kapcsolatban. Keress hasonló kifejezéseket az alábbi szövegben és a tankönyv, 36. oldalán a vasgyártást leíró részben!

"A vas ércei gyakran földszerűek. Ez lehet az egyik oka annak, hogy a vas előállítása a rézhez képest később vált általánossá. A fém az ércekből szenes redukcióval állítható elő. A vas megolvasztásához szükséges ezerötszáz foknál magasabb hőmérsékletet csak nehezen sikerült elérni. Az első kemencék földbe ásott gödrök voltak. A vasgyártáshoz a faszenet és az ércet rétegesen helyezték a kemencébe. A hőmérsékletet bőrfujtatókkal igyekeztek az olvadáspontig növelni.”

*Forrás: Dr. Nagy Mihály: Ásványok a Bibliában, Debreceni Református Kollégium, Országos Református Tanáregyesület, 2003, 27-28.oldal*

***Megoldás:***

**B csoport**

Olvasd el figyelmesen a szöveget, majd oldd meg a hozzá tartozó feladatokat!

"A réz, vas, ólom, ón szulfidjai – kénnel alkotott vegyületei a természetben nem elkülönítve, hanem közülük több együtt fordul elő, és ezek az ércek ezüstöt és aranyat is tartalmaznak. Az ólom szulfidjának, a galenitnek a feldolgozása során kinyerhető ezüst mennyisége, meghaladja a különféle ezüstércekből kinyerhető ezüst mennységét… A szulfidércekből a bibliai időkben a nemesfémek kinyerése úgy történt, hogy a megolvasztás során előbb a kéntartalmat oxidálják, majd az újraolvasztáskor egy sajátos „buzgatás”-t végeztek. Ekkor a nemesfémek kivételével a többi fém folyamatosan oxidálódott, salakká alakult. A megolvadt nemesfém tetején úszó salakolvadék könnyen eltávolítható volt.”

*Forrás: Dr. Nagy Mihály: Ásványok a Bibliában, Debreceni Református Kollégium, Országos Református Tanáregyesület, 2003, 30.oldal*

**Feladat**: A szöveg említi, hogy az ólom szulfiddal, vagyis a galenittel gyakran fordul elő réz-szulfid is, melyből a réz előállítása a következő, rendezendő reakcióegyenletekkel írható le:

**CuS + O2 = CuO + SO2**

**CuO + C = Cu + CO2**

Rendezd az egyenleteket!

***Megoldás:***

**C csoport**

Az alábbi video megtekintése után írd le a lejátszódó folyamat, folyamatok reakcióegyenleteit! Mi a redukálószer a folyamatban?

<http://levaylabor.tirek.hu/video/41/>

Reakcióegyenletek:

***Megoldás:***

**D csoport**

Olvassátok el figyelmesen a szöveget majd írd le az ólom előállításához kapcsolódó reakciók egyenletét!

"A réz, vas, ólom, ón szulfidjai – kénnel alkotott vegyületei a természetben nem elkülönítve, hanem közülük több együtt fordul elő, és ezek az ércek ezüstöt és aranyat is tartalmaznak. Az ólom szulfidjának, a galenitnek a feldolgozása során kinyerhető ezüst mennyisége, meghaladja a különféle ezüstércekből kinyerhető ezüst mennységét… A szulfidércekből a bibliai időkben a nemesfémek kinyerése úgy történt, hogy a megolvasztás során előbb a kéntartalmat oxidálják, majd az újraolvasztáskor egy sajátos „buzgatás”-t végeztek. Ekkor a nemesfémek kivételével a többi fém folyamatosan oxidálódott, salakká alakult. A megolvadt nemesfém tetején úszó salakolvadék könnyen eltávolítható volt.”

*Forrás: Dr. Nagy Mihály: Ásványok a Bibliában, Debreceni Református Kollégium, Országos Református Tanáregyesület, 2003, 30.oldal*

A salak többek között ólom-oxidot is tartalmazott, melyet faszénnel kevertek össze, és egy olvasztótégelybe tették; itt a szén-dioxid eltávozott, és folyékony ólom maradt vissza az olvasztótégelyben.

Reakcióegyenletek:

1. a galenit, vagyis ólom(II)-szulfid kölcsönhatása oxigénnel miközben ólom(II)-oxid és kén(IV)-oxid keletkezik
2. az ólom (II)-oxid redukciója szénnel miközben szabad állapotú fém és szén(IV)-oxid keletkezik

***Megoldás:***

*Egyéni munka*

1. **Egészítsd ki a következő szöveget a megfelelő kifejezésekkel!**

Digitalizált változat: <https://learningapps.org/display?v=pbf3tcsgk18>

1. A fémek a kémiai elemek periódusos rendszerében a ***\_\_\_\_\_\_*** vonaltól ***\_\_\_\_\_\_\_*** helyezkednek el. Elektronszerkezetükre a ***\_\_\_\_\_\_***vegyértékelektron jellemző. A fémes kötés a pozitív töltésű ***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*** és a közöttük ***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*** vegyértékelektronok között kialakuló elektromos kölcsönhatás. A fém-atomtörzsek ***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***rendeződnek. A fémek vezetik az ***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*** és a ***\_\_\_\_\_***, jól ***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***.

**Milyen tulajdonság alapján különböztetjük meg a fémeket a nemfémektől?**

*Csoportmunka*

1. **Fémek felismerése lángfestésük alapján**

Egy pumpás flakont feltöltöttünk 0,2 mol/dm3 koncentrációjú LiCl/KCl/NaCl/CaCl2/Ba(NO3)2/CuSO4 oldattal. A Bunsen-égőt helyezd el a fém tálca közepére, gyújtsd meg és kb. 20-30 cm távolságról óvatosan permetezz a lángra egy kevés oldatot! A láng színe alapján következtess a flakon tartalmára!

***Fokozott balesetveszély! Nyílt láng használata!***

***Az alkálifémek vegyérték elektronjai könnyen gerjeszthetőek.***

Írd le a kálium, kalcium és alumínium kationok keletkezését kifejező egyenleteket elemi fémekből kiindulva!

* 1. ***K→***
  2. ***Ca→***
  3. ***Na→***
  4. ***Li→***

*Csoportmunka*

1. **Fémek fizikai tulajdonságai**

A tálcán található fémminták segítségével mutassátok be a fémek fizikai tulajdonságait!

Koncentráljatok a megfigyeléseknél felsorolt tulajdonságokra, írjatok a tulajdonságokhoz példákat a tálcán található, illetve a tanár által felmutatott fémek közül!

Halmazállapot:

Szín:

Megmunkálhatóság:

Könnyűfém: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ nehézfém, nagy sűrűség: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***Egyéni munka***

1. **Fémek kölcsönhatása oxigénnel**

Oldjátok meg a következő feladatot:

<https://learningapps.org/display?v=p1cuspg0a18>

*Csoportmunka*

1. **Magnézium szalag égése, a magnézium-oxid kölcsönhatása vízzel**

A Bunsen-égőt helyezd a fém tálca közepére és közvetlenül mellé helyezd el a porcelán tálkát! Fogd meg a fém csipesszel a magnézium darabka végét! Gyújts meg a Bunsen-égőt és annak lángjánál gyújtsd be a magnézium forgácsot! Az égő magnéziumot tartsd a tálcán lévő porcelán tálka felé! Figyeld meg, mi történik! Jegyezd le a tapasztalatokat és magyarázd meg a jelenséget!

A keletkező égéstermékre spiccflaskából adagolj néhány csepp vizet, majd az így kapott keverékre cseppents egy-két csepp fenolftalein oldatot!

*Csoportmunka*

1. **Magnézium és kalcium kölcsönhatása vízzel és híg savakkal**

Három kémcsőben magnéziumot találsz a kémcsőállványon. Az egyikbe tölts 2 cm3 desztillált vizet, a másikba ugyanannyi 2 mol/dm3-es sósavat, a harmadikba 1 mol/dm3 kénsav oldatot! Figyeld meg a változásokat

Három másik kémcsőben kalciumot találsz a kémcsőállványon. Az egyikbe tölts 2 cm3 desztillált vizet, a másikba ugyanannyi 2 mol/dm3-es sósavat, a harmadikba 1 mol/dm3 kénsav oldatot! Figyeld meg a változásokat!

***Óvatosan dolgozz a maró hatású anyagokkal!***

***Használj védőfelszerelést!***

magnézium+deszt.víz:

magnézium+deszt.víz+fenolftalein:

magnézium+híg sósav:

magnézium+híg kénsav:

kalcium+deszt.víz:

kalcium+deszt.víz+fenolftalein:

kalcium+híg sósav:

kalcium+híg kénsav:

A kalcium azért képes vízből és savakból hidrogént fejleszteni, mert a fémek redukáló sora alapján redukáló képessége ***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

A magnézium kevésbé aktív fém, mint a kalcium.

Írd át kémiai jelekkel, majd rendezd az átalakulások egyenleteit!

kalcium + víz → kalcium-hidroxid + hidrogén:

A fenolftalein a lúgos kémhatást mutatja ki.

kalcium + sósav → kalcium-klorid + hidrogén:

kalcium + kénsav → kalcium-szulfát + hidrogén:

Vízben oldhatatlan csapadék CaSO4 keletkezik.

**Kiegészítés:**

A víz és kalcium kölcsönhatásakor kalcium-hidroxid keletkezik, melynek híg vizes oldata meszes víz néven alkalmas a szén-dioxid gáz kimutatására. A kilélegzett levegő szén-dioxid tartalmát mutatjuk i a kísérlettel, melynek során a következő átalakulást figyelhetjük meg:

Ca(OH)2 + CO2 = CaCO3 + H2O

Ha további szén-dioxidot vezetünk az oldatba a csapadék feloldódik kalcium-hidrogénkarbonát keletkezése közben. Ez történik a mészkő hegységekben az eső és a levegő szén-dioxid tartalmának hatására. Az oldott kalcium-hidrogénkarbonát föld alatti barlangokba szivárogva visszaalakul szilárd kalcium-karbonáttá (cseppkő).

*Tanári demonstráció*

**E-48/2018**

1. **Salétromsav és kénsav oldatok megkülönböztetése rézdrót segítségével [[2]](#footnote-2)**

**Alumínium kölcsönhatása tömény kénsavval és salétromsavval.**

***A kísérletet jól húzó vegyifülke alatt végezzük!***

Meg lehet-e különböztetni a tömény salétromsav- és kénsav-oldatot egy rézdrót segítségével? Hogyan végeznéd el az azonosítást? Írd le és magyarázd meg a várható tapasztalatokat, és add meg a végbemenő folyamatok reakcióegyenletét**!**

**A munka menete:**

1. Veszünk kettő számozott kémcsövet. Az egyik tömény salétromsavat, a második tömény kénsav tartalmaz.
2. Mindegyik kémcsőbe beledugjuk a rézdrót.
3. Megfigyeljük, hogy mi történik a kémcsövekben.
4. A tapasztalatok alapján levonjuk a szükséges következtetéseket.
5. Elvégezzük ezeket a kísérleteke alumíniumdróttal is.

Rézdrót

1. kémcső:
2. kémcső

***Alumíniumdrót***

1. kémcső:
2. kémcső

Rézdrót

1. kémcső:
2. kémcső:

Alumíniumdrót nem reagál

A réz tömény salétromsavban nitrózus gázok fejlődése közben oldódik. Tömény kénsavban melegítés hatására szintén oldódik***.*** Reakcióegyenletek:

Kiegészítés: A réz nem, de az alumínium oldódik lúgokban.

Az alumínium tömény savakban passziválódik.

1. ***Az óra elején elkezdett kísérlethez visszatérve mit tapasztalunk?***
2. ***A fémek felhasználása, biológiai jelentősége***

A két feladat közül bármelyik szabadon választható a tanár belátása szerint

***Frontális munka***

* 1. ***Ötletbörze frontálisan***

Kinek milyen fém, illetve fémvegyület jut eszébe arról, hogy

* csont:
* idegrendszer:
* vér:
* repülő:
* elektromos vezeték:
* fürdőszoba:
* tükör:
* cseppkőbarlang:
* gépkocsi:
* mágnes:

***Egyéni munka***

* 1. ***Végezd el a következő feladatot!***



<https://learningapps.org/display?v=pgz9dykn318>

1. **Írj I betűt az állítás elé, ha igaznak tartod és H betűt, ha hamis!**

\_\_\_\_1. A kálium hevesebben reagál vízzel, mint a nátrium.

\_\_\_\_2. A kálium reagál nátrium hidroxiddal, miközben szabad állapotú nátrium keletkezik.

\_\_\_\_3. Az ezüst-ionok képesek oxidálni a fém rezet.

\_\_\_\_4. Az ezüst csak híg savakban oldódik.

\_\_***\_***\_5. A klór-gáz kimutatható keményítő oldatba mártott kálium-jodidos papírcsíkkal.

\_\_\_\_6. A pozitív standardpotenciálú fémek ionjai erős oxidálószerek.

\_\_\_\_7. Bármilyen két fém elektródból lehet galvánelemet készíteni.

\_\_\_\_8. Az ezüst-lítium galvánelem elektromotoros ereje 3,84 V.

\_\_\_\_9. A cinkbevonat megvédi a vastárgyat a korróziótól, mert a cink könnyebben oxidálódik, mint a vas.

\_\_\_\_10. A termitreakció is magyarázható a standardpotenciál értékekkel.

1. A fémek legfontosabb kémiai tulajdonságai közé sorolható kölcsönhatásuk oxigén gázzal. Írd le a lítium, nátrium, magnézium, alumínium és réz oxigén gázzal való kölcsönhatását reakcióegyenletekkel! Mindegyik egyenlet mellé írj két-két olyan dolgot, amit fontos az adott reakcióval kapcsolatban!

**Egyenletek:**

1. [http://dload.oktatas.educatio.hu/erettsegi/nyilvanos\_anyagok  
   \_2018tavasz/kemia\_emelt\_szob\_kiserlet\_b\_2018maj.pdf](http://dload.oktatas.educatio.hu/erettsegi/nyilvanos_anyagok_2018tavasz/kemia_emelt_szob_kiserlet_b_2018maj.pdf) [↑](#footnote-ref-1)
2. <http://dload.oktatas.educatio.hu/erettsegi/nyilvanos_anyagok_2018tavasz/kemia_emelt_szob_kiserlet_b_2018maj.pdf> [↑](#footnote-ref-2)