

EGYSZERŰ KÍSÉRLETEK KÉMIAÓRÁRA

Válogatta
KEGLEVICH KRISTÓF



*Budapesti Fazekas Mihály
Gyakorló Általános Iskola
és Gimnázium*

Budapest, 2018

Az alábbiakban saját kémiaórai praxisom kedvelt kísérletei közül válogatok. Olyan kísérletek tömör leírását nyújtom, amelyek:

- túlnyomórészt egyszerűen előkészíthetők;
- egyszerűen magyarázhatóak;
- a diákok figyelmét fölkelte;
- feltételezésem szerint nem közismertek, pontosabban szólva magam az elmúlt években ismertem meg őket.

A kísérletek leírásában szerepel:

- a szükséges eszközök, anyagok listája;
- a kísérlet elvégzésének rövid leírása, a veszélyforrások; tömör magyarázat;
- a témakörök, amelyek kapcsán elvégezhető;
- irodalmi hivatkozás, a kísérlet – tudomásom szerinti – első közlése (a rövidítések feloldása az utolsó oldalon);
- a cím után annak jelzése, hogy diákkísérletről van-e szó.

Az alábbi kísérleteket az elmúlt években több tematikus válogatásban ismertettem; az összeállítás alapját elsősorban a Fazekas Mihály Gimnázium által budapesti kémiatanárok számára szervezett 2012., 2016., 2017. évi munkaközösség-vezetői értekezleteken, valamint a Fővárosi Pedagógiai Napok 2017. évi szemináriumán elhangzottak jelentik.

Keglevich Kristóf

ÉGÉSSEL / OXIDÁCIÓVAL KAPCSOLATOS KÍSÉRLETEK

- Fémhálón a láng nem hatol át

Bunsen-égő, Bunsen-állvány fogókkal, finom szövésű fémhálók vagy rossz állapotban lévő azbesztes dróthálók

A fémszövet alá helyezett égőből kiáramló gázt meggyújtva az tapasztalható, hogy a gáz csak a fémháló alatt ég. A jelenség magyarázata a gyors égés három feltételének vizsgálatában rejlik. Oxigén biztosan van a háló fölött is, tehát a metán nem jut át a hálón és / vagy nincs meg a gyulladási hőmérséklet. Elzárva az égőt, majd ismét meggyújtva a gázt a háló fölött csak a háló fölött látható láng. Tehát a metán mégis átjut a hálón, mindkét esetben a T_{gyull} hiányzik a háló lánggal átellenes felén, mert a jó hővezető fém elvezeti a láng melegét (vö. Davy-lámpa működési elve). Két fémhálóval elérhető, hogy csak közöttük, illetve hogy csak az alsó alatt és a felső fölött égjen a gáz. Borszeszégővel arra van mód, hogy a láng csak a fémháló alatt égjen.

[gyors égés feltételei, metán]

[1] 46–47. o.]

- Csillagszóró(k) égése a víz alatt

500 cm³-es főzőpohár, benne víz, az előkészített csillagszórók – besötétített terem

Egy db égő, vízbe mártott csillagszóró elalszik. Miért? Vagy az oxigén hiányzik, vagy a gyulladási hőmérséklet, vagy mindkettő. – Öt db, celluluszal jól körbecsavarva csillagszóró végigég. Mivel a víz alatt levegő most sincs több, belátható, hogy az O_2 a csillagszóró anyagából származik. Tehát a gyors égés három feltétele közül előzőleg a megfelelő hőmérséklet hiányzott, a víz lehűtötte a csillagszórót. Öt db sokkal több hőt termel + a cellulux hőszigetelő. (Szerencsés esetben a felforrósodó víz bomlásából keletkező durranógáz a víz felszínén meggyullad.)

[gyors égés feltételei, vas, karácsony]

[2] 6–8. o.]

- Metanolgőzök robbanása

1,5 l-es PET-palack, gázfejlesztő, hidrogén-peroxid, barnakő, metil-alkohol, gyújtópálca

1,5 literes ásványvizes palackba 2 cm³ metil-alkoholt (CH_3OH) töltünk, majd egy gázfejlesztő segítségével megtöltjük a palackot oxigéngázzal. A kupakot rácsavarva, a palackot összerázva segítjük a metanol párolgását és a gázok keveredését. Majd lecsavarjuk a kupakot, és égő gyújtópálcával begyújtjuk a palackot, mely – jó esetben – robbanás közben elröpül.

[égés, alkoholok]

[3]

- A dietil-éter illékony és gyúlékony

Kb. 5 cm³ dietil-éter, főzőpohár

Egy kis főzőpohárból néhány cm³ étert öntünk a talajra (amely nem gyúlékony), és gyorsan égő gyufát dobunk bele. A könnyen párolgó éter kb. fél méter magas lánggal ég.

[diszperziós kötés, éterek]

- Acetongőzök égése kémcsőben, kéz melegétől [diákkísérlet]

Kémcsövek, hozzájuk való műanyag dugó, aceton, cseppentő

Egy kémcsőbe 3 csepp acetont juttatunk és dugóval lezárjuk. Kezünk melegével elpárologtatjuk az acetont, kihúzzuk a dugót, és a kémcsövet fenekénél fogva, szájával ferdén lefelé borszeszegő lángjához / égő gyufához tartjuk. (Vigyázat, a kémcső szája forró lesz!)

[égés, heterogén reakciók, ketonok]

[4] 66. o.]

- Ecetsavgőzök égése

Tömény ecetsav, 75 ml-es, magas főzőpohár, gyújtópálca

Egy 75 cm³-es főzőpohárba 5–10 cm³ jégcetet töltünk, néhány darab horzsakövet dobunk belé, majd Bunsen-égővel fölforraltjuk. Gőzeit egy égő hurkapálcával meggyújtjuk. Az égés tökéletes, a láng lidérc módjára a főzőpohár pereme fölött lebeg, mivel csak ott van jelen éghető és az égést tápláló anyag egyaránt. Az üveg elvonja a hőt, a láng ezért nem érhet hozzá az üveghez – mindaddig, amíg van elegendő ecetsavgőz. Ha elfogy, a láng beleereszkedik a főzőpohárba, majd megszűnik.

[égés, heterogén reakciók, ketonok]

[5] 540. o.]

- Gumimaci a máglyán

Bunsen-állványba fogott ócska és – lehetőleg – nagy kémcső, benne 0,5 cm³ kálium-klorát, alatta egy tálban homok, Bunsen-égő, friss Haribo gumimaci

A kálium-klorátot (KClO₃) víztiszta folyadékká olvasztjuk a kidobható kémcsőben. A KNO₃-hoz hasonlóan O₂-re bomlik, így erős oxidálószer → a gumicukor elég, mégpedig lila fény kíséretében (K⁺ lángfestése). Karamellszag észlelhető.

[égés, lángfestés, szénhidrátok]

[6] 32–33. o.]

- A salétrom olvadéka „megeszi” a hurkapálcát

Bunsen-állványba fogott ócska kémcső, benne 1 cm³ kálium-nitrát, alatta homok, Bunsen-égő, hurkapálca

A kálium-nitrátot (KNO₃) víztiszta folyadékká olvasztjuk egy halálra szánt kémcsőben, majd behelyezzük a hurkapálcát. Ennek vége fénytűnemény és füstölgés közepette elég – hevesebben, mint levegőn, hiszen a KNO₃ hőbomlást szenved, bomlása során O₂ is keletkezik → a hurkapálca vége O₂-atmoszférába kerül.

[égés, nitrátok]

[1] 203. o.]

- Kén égése levegőn és salétromolvadékban

Égetőkanál, ócska kémcső, fém kémcsőállvány, Bunsen-égő, kén, kálium-nitrát

Megmutatjuk, hogy a S égetőkanálban, levegőn szolidan, halványkék lánggal ég. – Egy kémcsőben összekeverünk kb. 1-1 cm³ ként és salétromot, és addig melegítjük a gázegő lángján, amíg a Mg égéséhez hasonló vakító fehér fényt nem észlelünk (előtte a S egy része elszublimál, de ez nem zavaró). Néhány másodpercig még melegítjük a kémcsövet, majd az állványba helyezhetjük: a folyamat fönntartja önmagát. A kén O₂-atmoszférában sokkal hevesebben ég, mint levegőn.

Ha borszeszegővel végezzük a kísérletet, sokkal kevesebb S-t és KNO₃-ot használjunk (0,2-0,2 cm³), különben az égő keverék kilőhet a kémcsőből!

[égés, kén, nitrátok]

[1] 204. o., 7) 95–96. o.]

- Durranópor: kén, salétrom és kálium-karbonát robbanásszerű reakciója

Bunsen-égő, két vasháromláb, két fémlap, gyújtópálca, dörzsmozsár, kén, kálsalétrom, kálium-karbonát

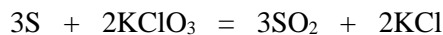
Dörzsmozsárban összedörzsölünk 3 g kálsalétromot (KNO_3), 2 g kálium-karbonátot (K_2CO_3) és 1,5 g ként (S). A porkeverék felét az egyik, másik felét a másik vasháromlábba helyezett fémlapra halmozzuk. Az egyik adagot meggyújtjuk egy égő gyújtópálcával, mire lángra kap és elég. A másik adag alá égő Bunsen-égőt helyezünk, távolabb állunk (óvatosan), mivel a keverék némi idő elteltével egy pillanat alatt felrobban. A robbanás során több párhuzamos reakció játszódik le (a kén diszproporciójával föltehetőleg S^{2-} és $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ képződik, ezeket oxidálja adott hőmérsékleten a KNO_3 robbanásszerűen), csak légnemű termékek képződnek.

[reakciókinetika, égés, kén, nitrátok]
[8]

- Kén és kálium-klorát együtt-dörzsölése egy dörzsmozsárban [diákkísérlet]

Porcelán dörzsmozsár, kén, kálium-klorát

0,1-0,1 g S-t és KClO_3 -ot a mozsártörővel kezdetben finoman, majd erősebben dörzsölünk. Csattanó hangok hallhatóak. Ne feledkezzünk meg a terem szellőztetéséről!



[égés, kén, halogénvegyületek]
[1) 169–170. o., 5) 356. o.]

- Tűzoltás vízzel – nagyban (sírmécses)

Vasháromláb, fémlemez, Bunsen-égő, csipesz, növénypermetező, alufólia, teamécses

Az asztalon tűzálló fémtálca. Ezen Bunsen-égővel egy alufóliába csavart fémlemezzen megolvastunk egy mécses, csipesszel kivesszük a kanócot, majd – ha már gőzölög – a Bunsen-égővel fölülről meggyújtjuk a viaszt. A permetezővel óvatosan vizet fújunk a szelíden égő olvadékba. A víz azonban nem oltja el a tüzet, hanem fél méter magas láng tapasztalható. A permet apró vízcseppjei nekiütközvén az égő viasz felületének viaszcsöppeket löknek a levegőbe. Emiatt az égés nem csak az olvadék felszínén lehetséges, hanem nagyobb felületen is, ezért intenzívebbé válik. (A forró viasz fröcskölhethet, legyünk elővigyázatosak, gondoskodjunk a katedra és a fémlap védelméről pl. alufóliával.)

[heterogén folyamat, gyors égés és feltételei, háztartási balesetek]
[6] 31. o.]

- Tűzoltás vízzel – kicsiben (söröskupak)

Pezsgősüveg kupakját leszorító fémháló, étolaj, gyertya, gyufa, cseppentő

Egy kis gyertyacsonk fölé egy pezsgősüveg kupakját rögzítő, lefejtett fémhálóra egy söröskupakot teszünk. Ebbe étolajat öntünk, alulról forraljuk a gyertya segítségével. Némi várakozás után egy cseppentővel óvatosan egy-két csöpp vizet cseppentünk az olajra. Ennek hatására – mivel hirtelen megnő az olaj potenciális égési felülete – kb. félméteres lángot kapunk.

[heterogén folyamat, gyors égés és feltételei, háztartási balesetek]
[3]

- Kémiai lángszóró

Ócska kémcső félig viaszdarabokkal, Bunsen-állvány fogóval, vízzel megtöltött üvegcád, Bunsen-égő, sok alufólia (a viasz várható kilövésének irányába leterítve)

A megolvastott és forrás állapotában levő viaszt tartalmazó kémcsövet a fogóval együtt kiszerezzük a dióból. Gyorsan, erősen fogva, hirtelen mozdulattal nyakig beledugjuk a vízzel telt üvegcádba. A hőmérsékletkülönbség hatására az üveg elreped, a hideg víz ráfolyik a forró viaszra, a víz egy része azonnal fölforr. A vízgőz gyorsan távozik, apró és forró viaszcsöppeket ragad magával. Ezek nagy felületen érintkeznek a levegővel, hevesen elégnak. A lángszóró irányában forró viasz fröcskölése / lecsöpögése várható!

[heterogén folyamat, gyors égés és feltételei]
[2] 6. o.]

- Robbanás vörösfoszfórral és kálium-kloráttal

Alufólia, kalapács, vörösfoszfór, kálium-klorát

Kb. 4x4 cm-es alufóliadarabba elporított és óvatosan összekevert borsónyi száraz vörösfoszfort (P_{∞}) és kálium-klorátot ($KClO_3$) csomagolunk. A kis csomag kalapácsütésre robban, némi füst is keletkezhetik. [Irinnyi János zajtalan gyufájában a P_{∞} mellett PbO_2 volt $KClO_3$ helyett, így nem robbant, hanem zajtalanul gyulladt meg.]

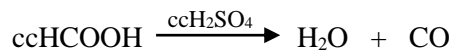
[égés, foszfor, gyufa]

[bonyolultabban, zsineg és súly segítségével: 5) 384–385. o.]

- Szén-monoxid égése

Kis állólombik, gyújtópálca, fekete kartonpapír, tömény hangyasav, tömény kénsav

50–100 cm³-es állólombikban összekeverünk 15 cm³ tömény hangyasavat ($HCOOH$) és 15 cm³ tömény kénsavat (H_2SO_4). A reakció szobahőmérsékleten is gyorsan lejátsszódik, a fejlődő CO gyújtópálcával meggyújtható, kék lánggal ég. Fekete háttér előtt szebben látszik.



A vízmolekula kilépése két lépésben történik: először a hangyasav megprotonált hidroxilcsoportja távozik, majd a C-hez kapcsolódó hidrogén lép ki H^+ formájában.

[szén-monoxid, kénsav vízelvonó hatása, égés]

[5) 391. o.]

SZÍNEK

- Transzparens – I ♥ KÉMIA

Nagy méretű szűrőpapír, ecset, növénypermetező, 0,1 mol/dm³ CuSO₄-, fenolftalein- és 2 mol/dm³ NH₃-oldat

Ecset segítségével a szöveget réz(II)-szulfát-oldattal, a szívet fenolftaleinoldattal fölrajzoljuk egy szűrőpapírra / papírlapra. A megszáritott papírlapot a falra (csempére) rögzítjük és NH_3 -oldatot permetezzük rá. Ennek hatására a rézsóval átítatott rész mélykék ($[Cu(NH_3)_4]^{2+}$), a fenolftaleines pedig ciklámen (lúgos kémhatás) színű lesz.

[kémhatás, indikátor, komplex]

[9) 9. o.]

- Transzparens – K É M I A

Nagy méretű szűrőpapír, ecset, növénypermetező, 0,1 mol/dm³ Pb²⁺-, Sb³⁺-, Cd²⁺-oldat, fenolftalein- és timolftaleinoldat, 0,1 mol/dm³ Na₂S-oldat

Ezúttal Na_2S -oldattal permetezzük a feliratot, amelynek betűi lehetnek barnásfeketék ($Pb(NO_3)_2 \rightarrow PbS$), narancssárgák ($SbCl_3 \rightarrow Sb_2S_3$), kanárisárgák ($CdSO_4 \rightarrow CdS$), lilák (fenolftalein) vagy kékek (timolftalein – alkohollal vihető oldatba).

[csapadék, kémhatás, indikátor]

[9) 9. o.]

- Transzparens dupla titkosírással – F K I É Z M I I K A A

Nagy méretű szűrőpapír, ecset, két növénypermetező (bennük 0,1 mol/dm³ KSCN és minél töményebb NaF-oldat), max. 0,1 mol/dm³ Fe³⁺-oldat, szintelenre mosott Al(OH)₃/fenolftalein-pempő

Ecset segítségével a FIZIKA szó betűit megfelelően híg $FeCl_3$ - vagy $Fe(NO_3)_3$ -oldatból szellősen felírjuk egy szűrőpapírra / papírlapra. A betűk közé írjuk a KÉMIA szó betűit, semlegesre mosott, azaz szintelen $Al(OH)_3$ / fenolftalein csapadékkal. (Az $Al(OH)_3$ -ot kellően tömény $AlCl_3$ -oldat és $NaOH$ -oldat reakciójával állíthatjuk elő, a frissen leválasztott csapadékot kell mosni.) A papírt KSCN-oldattal permetezve vörösbarna szín tűnik elő ($Fe(SCN)_3$), ami NaF-permet hatására elszínteledik ($[FeF_4]^-$). Ugyanakkor a lúgos kémhatású NaF előhozza a fenolftalein lila színét.

[csapadék, kémhatás, hidrolízis, indikátor, komplex]

[9) 9. o.]

- Diffúzió és csapadékképződés [diákkísérlet]

Fehér csempe / papírlap, Petri-csésze, vegyszereskanalak, szilárd réz(II)-klorid és nátrium-hidroxid

Egy Petri-csészébe desztillált vizet töltünk, és az egészet egy fehér papírlapra / csempére helyezük. Vegyszereskanállal a Petri-csészébe, a perem mellé egy CuCl₂-kristályt helyezünk, vele pontosan átellenben pedig egy NaOH-lemezket. Lassanként a Cu²⁺- és az OH⁻-ionok találkozásánál kialakul a csapadék kék frontja.

[diffúzió, ionmozgékonyosság, csapadék, rézvegyületek]

[10] 131–134. o.]

- Egyszerű kromatográfiás kísérlet [diákkísérlet]

Kb. 7x7 cm-es szűrőpapírdarabok, csempe, cseppentő, barna Stabilo filctoll

Szűrőpapírra barna filctollal pontot teszünk – vízzel futtatjuk, a barna festék több színre válik szét. Legegyszerűbb esetben egy csempén, vízszintesen, az ujjainkkal kifeszített papíron és vízzel (cseppentő) végezzük a kísérletet. Lila, barna, vörös filctoll etanollal, acetonnal, vízzel is futtatható – eltérő eredményeket kapunk.

[diffúzió, keverékek szétválasztása, kromatográfia]

[vö. 6) 21. o.]

- Bonyolultabb kromatográfiás kísérlet [diákkísérlet]

Kb. 10x10 cm-es szűrőpapírdarabok, csempe, 4 cseppentő, vas(III)-klorid-, kálium-rodanid-, kálium-hexaciano-ferrát(II)-oldatok, illetve kálium-rodanid és a sárga vérlúgsó-oldatok keveréke

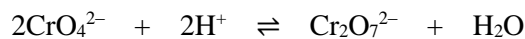
Egy szűrőpapír közepére és két sarkába FeCl₃-oldat egy-egy cseppjét juttatjuk. A sarokban lévő cseppekre KSCN-, illetve K₄[Fe(CN)₆]-oldatot cseppentünk – vörös (Fe(SCN)₃), illetve kék (Fe₄[Fe(CN)₆]₃, berlini kék) csapadék jön létre. A középső Fe³⁺-tartalmú cseppre a rodanid- és hexaciano-ferrát(II)-oldat keverékét cseppentjük – koncentrikus köröket kapunk: a moláris tömegnek megfelelően a vörös esik kívül, a kék belül.

[diffúzió, csapadék, kromatográfia]

- Egyensúly eltolása – Le Chatelier-elv [diákkísérlet]

Kémcső, 0,1 mol/dm³ kálium-dikromát-oldat, 2 mol/dm³ (~ 10 tömeg%-os) NaOH-oldat, 15 tömeg%-os sósav, cseppentők

Egy kémcsőbe kb. 0,2 cm³ 0,1 mol/dm³-es, vörös színű K₂Cr₂O₇-oldatot töltünk. Viszonylag tömény NaOH-oldatot csöpögtetünk hozzá → az oldat színe citromsárga lesz (CrO₄²⁻). 15 m/m%-os sósav néhány cseppjének hatására ismét vörös lesz az oldat, az egyensúly bárhányszor eltolható a savas, illetve a lúgos irányba.

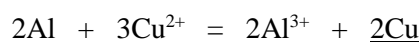
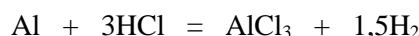
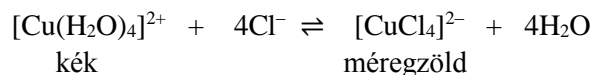


[dinamikus egyensúly, Le Chatelier-Braun-elv]

- Színes lángok alufóliával

500 cm³-es Erlenmeyer-lombik, borszeszegő, gyújtópálca, 30 m/m%-os sósav, rézgalic, alufólia

Kb. 30 cm³ tömény sósavat öntünk egy 500 cm³-es Erlenmeyer-lombikba, beleszórunk és feloldunk egy vegyszereskanálnyi CuSO₄·5H₂O-ot. Ekkor zöld színű oldatot kapunk (klorokomplex). Ezután 50 cm³ vízzel hígítjuk az egészet, ekkor az oldat színe kék lesz (akvakomplex). Ha pedig egy-két diónyi nagyságúra összegyűrt alufóliadarabot dobunk a lombikba, majd egy gyújtópálcával meggyújtjuk a fejlődő hidrogént, zöld lángot látunk a CuCl⁺ lángfestése miatt. Végül szintelen oldatot (alumínium(III)-só) és barna csapadékot (Cu) kapunk.



[komplexek, fémek reakciói, lángfestés]

[8]

KÖRNYEZETÜNK ANYAGAI

- Vörös színű klorofill

UV-lámpa (lehetőleg kb. 350 nm hullámhosszú), Petri-csésze / kémcső, dörzsmozsár, kvarchomok, etanol, levelek
Apróra vágott zöld leveleket dörzsmozsárban homokkal és etil-alkohollal együtt dörzsölve klorofillkivonatot készítünk. A tömény oldatot egy Petri-csészébe öntve és UV-lámpára helyezve (vagy állványba fogott kémcsőbe öntve és UV-lámpával megvilágítva) a klorofilloldat vörös színű lesz. A klorofill fényelnyelése függ a megvilágító fény hullámhosszától – a fény nem valamely anyag állandó sajátága, hanem gerjeszthető elektronjai és a fény kölcsönhatásának eredménye.

[porfirinvázis vegyületek, szín, gerjeszthetőség, elektromágneses sugárzás]
[3]

- A fokhagymakivonat antioxidáns hatása [diákkísérlet]

Kémcső, híg – halvány rózsaszín – kálium-permanganát-oldat, dörzsmozsár, etanol, fokhagyma

Kémcsőben lévő 4–5 cm³ térfogatú, híg hipermanganoldathoz fokhagymakivonatot (dörzsmozsárral, etil-alkohollal készíthető) cseppentünk. A KMnO₄-oldat színe eltűnik. A fokhagymakivonat számos vitamint (A, B, C, E) tartalmaz, ezeknek köszönhetően erős antioxidáns hatást fejt ki.

[redukálószer, antioxidáns]
[3]

- Az aktív oxigénes fehéritő (nátrium-perkarbonát) oxigéntartalma [diákkísérlet]

Kémcső, kémcsőfogó, borszeszégő, gyufa, gyújtópálca, nátrium-perkarbonát

A fehéritő (folttisztító) só nátrium-perkarbonát (Na₂CO₃·1,5H₂O₂) tartalmát egyszerűen kimutathatjuk az anyag termikus bontásával. Egy kémcső aljába kb. 0,5 cm³ sót helyezve rövid melegítés után az oxigén parázsló gyújtópálcával kimutatható.



[oxigén kimutatása, hidrogén-peroxid, kémia a mindennapokban]
[10] 126–127.]

- Virágoskert kémcsőben vas(III)-kloriddal [diákkísérlet]

Kémcső, esetleg kémcsőállvány, vegyszereskanál, háztartási vízüveg, szilárd vas(III)-klorid

Egy kémcsőbe 1:2 hígítású (Na₂SiO₃) vízüveget töltünk, majd egy-két FeCl₃-kristályt dobunk bele. Néhány perc után az általában befőttesüvegben végzett kísérlet során képződőekhez hasonló palánta nő.

[ozmózis, a vas és a szilícium vegyületei]
[3]

- A gumimaci felcseperedik [diákkísérlet]

Kis főzőpohár, gumimaci vagy mazsola

Egy gumimacit egy főzőpohárnyi vízbe helyezünk – kb. 2 óra elteltével a diffúzió miatt megduzzad, hiszen a benti nagy ozmózisnyomás kiegyenlítésére víz áramlik belé. (A kísérlet hagyományos formája: mazsola + víz.)

[diffúzió, ozmózis]
[10] 11–12.]

HALMAZÁLLAPOT-VÁLTOZÁSOK, OLDÓDÁS

- Vízisztító berendezés

Nagy Petri-csésze / üveghád, nagy tölcser, csövébe illő dugó, főzőpohár, valamilyen színes oldat

Egy nagy Petri-csészébe jókora tölcserért állítunk fejjel lefelé. Fönt, a csőnél ledugaszoljuk. Befedve egy kis főzőpohárba festett vizet öntünk. Ha a berendezést napfényre helyezzük, fél óra alatt látható mennyiségű víz párolog el, majd kondenzál a Petri-csészébe. Az amerikai hadseregben minden katonánál volt hasonló, vízisztításra használatos felszerelés.

[üvegházhatás, öntisztulás]

[11) 53. o.]

- A párolgás endoterm [ha van elegendő hőmérő, tanulókísérlet is lehet]

Hőmérő, vatta, dietil-éter vagy tisztaszesz

Egy hőmérő (digitális vagy klasszikus is jó) hőérzékeny részére vattát csavarunk, erre dietil-étert csepegtetünk. A hőmérséklet -5 °C -ig is lemehet. A kísérlet tisztaszesszel is elvégezhető.

[halmazállapot-változások, éter]

[10) 26–27.]

- Szárazjég szifonpatronból

Habszifon fej, szén-dioxid-patron, színes, egyszínű szalvéta

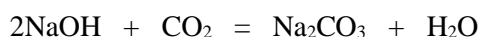
Habszifon fejébe egy CO_2 -patront csavarunk, a fejlődő gáz útjába egy színes szalvétát tartunk. A kitágulás miatt lehülő gáz -78 °C -on deszublimál, fehér kristálykák jelennek meg a szalvétán.

[halmazállapot-változások, szén-dioxid]

- A gázok oldódása kontrakcióval jár [diákkísérlet]

Szűk nyakú Erlenmeyer-lombik, 2 mol/dm^3 -es (kb. $10\text{ m/m}\%$) nátrium-hidroxid-oldat, szén-dioxid-patron, gumicsővel felszerelt szódavizes palack

A szűk nyakú Erlenmeyer-lombikba kb. fél cm magasságban – megfelelő töménységű – NaOH -oldatot töltünk. Egy üres szódavizes palackba – melynek csőrére egy gumicső van erősítve – CO_2 -gázt juttatunk, majd a lombikba töltjük a CO_2 -ot. A lombik tenyérrel befogva és erőlyesen összerázva „beszívja” az ember kezét. (Utána kezét kell mosni!)



[oldódás, kontrakció, sav-bázis reakciók, szén-dioxid]

[1) 178. o.]

Forrásművek

- 1) PAIS ISTVÁN: *Kémiai előadási kísérletek*. Bp., Tankönyvkiadó, 1955.
- 2) BOKROS ATTILA et al.: *Kémiai bemutatókísérletek. VI. rész. Heves reakciók (1)*. In: A kémia tanítása, 19. (2011) 2. sz. 6–8.
- 3) XXV. Bolyai Nyári Akadémia anyaga. Csíkszereda, 2017. július 16–22. RÓKA ANDRÁS kísérletei
- 4) ALBERT VIKTOR: *Kémia 10*. Bp., Műszaki, 2008.
- 5) RÓZSAHEGYI MÁRTA–WAJAND JUDIT: *575 kísérlet a kémia tanításához*. Bp., Nemzeti Tankönyvkiadó, 1991.
- 6) HOBINKA ILDIKÓ: *Új kémiai kísérleti gyűjtemény szakmódszertani javaslatokkal*. [szakdolgozat] Bp., 2005.
- 7) RÓZSAHEGYI MÁRTA–WAJAND JUDIT: *Látványos kémiai kísérletek*. Szeged, Mozaik Oktatási Stúdió, 1999.
- 8) Mini kurzus. BALÁZSNÉ KERÉK MARIANNA és ALBERT ATTILA tanártovábbképzései a Fazekas Mihály Gimnáziumban 2017 őszén
- 9) MURÁNYI ZOLTÁN–OLDAL VINCE: Kísérletezés. [csak elektronikusan érhető el: archiv.fppti.hu/szakterulet/kemia/kemiaegyeb/muranyi2.doc]
- 10) *Kémiai kísérletek az általános iskolákban*. Szerk. SZALAY LUCA. Bp., ELTE, 2016. [csak elektronikusan érhető el: ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai_kiserletek_altalanos_iskolakban_0.pdf]
- 11) LUDÁNYI ÁGOTA et al.: *Kémia tankönyv 9*. Eger, Eszterházy Károly Egyetem, 2017.