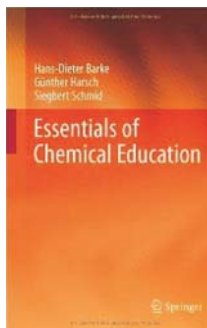


MŰHELY



Kapitány János – Tóth Zoltán: KÖNYVISMERTETŐ

**Tíz kísérlet Hans-Dieter Barke, Günther Harsch, Siegbert Schmid:
„Essentials of Chemical Education” című könyvéből**



Hans-Dieter Barke professzor a Münsteri Egyetem (Németország) Kémiai Didaktikai Intézetének vezetője. Munkásságát 15 önálló könyv, 10 szerkesztett könyv, 150 folyóirat-közlemény, 30 PhD-hallgató témavezetése és több mint 35 év kémiaoktatásban eltöltött idő jellemzi. A kémiai didaktikában végzett sikeres oktatói munkájáért 1986-ban megkapta a GDCh-tól (Gesellschaft Deutscher Chemiker, Német Kémikusok Társasága) a Johann-Friedrich-Gmelin Díjat. A professzor úrral készített interjút a Magyar Kémikusok Lapjának 2012. áprilisi számában olvashatták. A kémiai kísérletekkel kapcsolatban azt mondta, hogy minden általa tanított témánál bemutatja azokat a kísérleteket, amelyek látványossá tehetik a témát. Tanulókorában ő is nagyon szeretett kísérletezni, ezért is választotta a kémiatanári pályát. Az új könyvében – Hans-Dieter Barke, Günter Harsch, Siegbert Schmid: Essentials of Chemical Education, Springer kiadó, 2012 – szerzőtársaival olyan

problémakísérleteket gyűjtöttek össze, amelyek alkalmasak arra, hogy kognitív konfliktust alakítsanak ki a tanulóknál – ezáltal szembesíthetjük a tanulókat a saját elképzeléseikkel –, és elősegíthetjük a fogalmi megértést, a tanulói tévképzetek felismerését és korrekcióját, illetve a fogalmi váltást. A szerzők a könyvben a mai kémiaoktatás átfogó ismertetése mellett számos gyakorlatorientált példát, illetve a kémia tanítását segítő modelleket, a mindennapi kémiaoktatás során felhasználható ötleteket és módszereket mutatnak be.

Változatlan olvadási hőmérséklet

Probléma: A tanulók egyik hétköznapi tapasztalata az lehet, hogy egy anyag melegítésekor növekszik a hőmérséklete. Ha egy tiszta anyag olvad melegítés közben, a hőmérséklet mindaddig állandó marad, amíg az anyag teljesen megolvad: az olvadási folyamat közben a felvett energia arra fordítódik, hogy felszakítsa a szilárd anyag kristályrácsát. A következő kísérletekben a tanulók felismerhetik ezt a jelenséget, és motiválttá tehetők az energia és a hőmérséklet kapcsolatáról való gondolkodásra.

Szükséges eszközök és anyagok: Hőmérő (200 °C, digitális kijelzővel), háromlábú állvány, drótháló, kémcsövek, főzőpoharak, kémcsőfogó facsipesz; jég, naftalin (N) vagy sztearinsav.

Végrehajtás:

- a) Egy jég-víz keverék hőmérsékletét megmérjük. A keveréket egy főzőpohárban egy percig melegítjük, jól megkeverjük, és ismét leolvassuk a hőmérsékletet.
- b) Egy kémcsövet negyedéig töltünk naftalinnal és addig melegítjük Bunsen-égővel, amíg az összes anyag meg nem olvad benne; az olvadékot megkeverjük a hőmérővel és figyeljük. Mialatt kevergetjük, a hőmérsékletet 30 másodpercenként rögzítjük, amíg az anyag megszilárdul és teljesen szilárd lesz újra.

Megfigyelés: Addig, amíg a jég olvad, a hőmérséklet állandó marad: 0 °C-nál. A naftalin erős, molyriasztóhoz hasonló illatú (mert a molyriasztó labdák ezt az anyagot tartalmazzák). Ameddig a naftalinból folyadék és szilárd keverékünk van, a hőmérséklet változatlan marad: 80 °C; amikor az anyag teljesen megszilárdul, a hőmérséklet szobahőmérsékletig esik.

Ártalmatlanítás/hulladékkezelés: A szilárd naftalint tartalmazó kémcsöveket dugóval zárjuk le és tartsuk a laboratóriumban, amíg a kísérletet ismét végrehajtjuk.

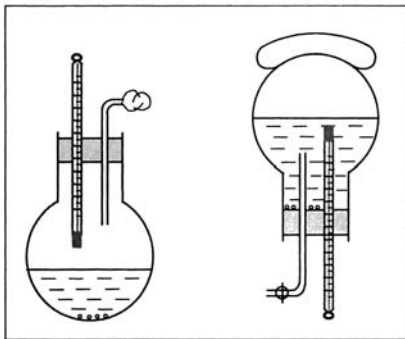
Hány fokon forr a víz?

Probléma: A tanulók gyakran csak a tudományosan leegyszerűsített állítást ismerik: „a víz 100 °C-on forr”. Hogy megmutassuk az összefüggést a forráspont és a légnyomás között, a forrásban lévő vizet tartalmazó lombikot összekötjük egy pumpával, aminek segítségével alacsonyabb légnyomást tudunk létrehozni, és így alacsonyabb forráspontot tudunk mérni.

Az is lehetséges, hogy a forrásban lévő vizet tartalmazó lombikban a levegőt helyettesítjük vízgőzzel és ezt lecsapjuk/kondenzáljuk egy nedves ruhával (lásd a képen). A lecsapódó/kondenzáló vízgőz hatására a lombikban a nyomás csökken, és a mért forráspont 70 °C közelébe csökken. Ez a tanulókat vitára ösztönzi, mivel a víz forráspontját nem a szokásos módon melegítéssel értük el, hanem „hűtéssel”.

Szükséges eszközök, anyagok: gömblombik (500 ml) oldalcsővel és szeleppel, hőmérős gumidugó (hőérzékelő), vízsugárszivattyú, háromlábú állvány; víz, horzsakő/forrkő.

Végrehajtás:



a) A lombikot negyedéig megtöltjük vízzel, felmelegítjük forrásig (használjunk forrkövet), és a forrási hőmérsékletet légköri nyomáson megmérjük. A vízpumpa csatlakoztatva van, újból megmérjük a forrási hőmérsékletet, mialatt levegőt szívunk ki (óvatosan a vákuummal, viseljük védőszemüveget!).

b) A lombikban lévő vizet forrásig melegítjük, és egy percre forraljuk, amíg a levegőt teljesen vízgőzre cseréljük

(használjunk forrkövet). Az égőt vegyük el, és a szivattyú legyen zárva, a lombikot fordítsuk el 180 fokkal, a tetejére (lásd a képen). A vizes ruhát helyezzük a lombikra és rögzítsük a hőmérsékletet. Az eljárást többször meg lehet ismételni, végül a lombikot fordítsuk vissza felfelé, és óvatosan nyissuk ki a szelepet és töltjük meg a lombikot újra levegővel (veszélyes, viseljük védőszemüveget!).

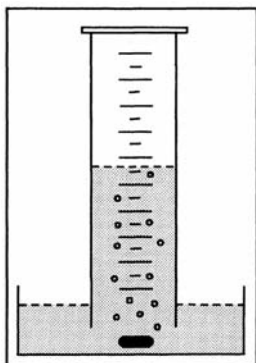
Megfigyelés: a) Csökkentett nyomáson a hőmérők a forráspontot 100 °C alatt mutatják. b) A víz először 100 °C-on forr. A lombikot hűtve a víz ismét forni kezd, a forrási hőmérséklet 70 °C közelébe csökken. Végül, a fűtülő levegő behatol a lombikba és a lombik ismét megtelik levegővel.

Amikor kétszer egy nem egyenlő egy meg egygel: Ugyanolyan pezsgőtabletta, különböző gázmennyiségek

Probléma: A tanulók tudják, hogy oldott szén-dioxid van az ásványvizekben és azt is, hogy ugyanez a gáz fejlődik kicsi buborékok formájában, amikor pezsgőtablettákat oldanak fel vízben. Összegyűjtve egy feloldódó tablettából fejlődő gázt (lásd a képen), a tanulóknak nem tudatosul, hogy a fejlődő gáznak csak egy bizonyos része kerül a hengerben felfogásra, egy másik része pedig feloldódik a vízben, amíg az telített nem lesz. Ha egy második tablettát is feloldunk ebben a telített oldatban, a fejlődő szén-dioxid gáz mennyisége közel kétszer nagyobb lesz, mint az első tablettánál. Ezzel a nem egybevágó két mérési adattal motiválhatjuk a tanulókat, hogy reflektáljanak és értelmezzék ezeket a tapasztalatokat a gázok tiszta vízben való oldódásával kapcsolatban.

Szükséges eszközök, anyagok: beosztott mérőhenger (250 ml) és megfelelő dugó, üvegtál; pezsgőtabletták (típus: „szénsavas / citromsavas”)

Végrehajtás:



A vízzel teljesen feltöltött hengert légmentesen lezárva helyezzük a félig vízzel telt üvegtálba. A víz alatt kinyitott henger alá helyezzük egy pezsgőtablettát, a fejlődő gáz mennyiségét jelöljük a hengeren vagy leolvasás után rögzítjük. A második tablettát is ugyanúgy helyezzük a henger alá, a fejlődő gáz mennyiségét ismét jelöljük vagy rögzítjük.

Megfigyelés: A gázmennyiség az első tablettánál körülbelül 70 ml volt, a második tablettánál 130 ml: összesen 200 ml gázfejlődést figyelhettünk meg (az aktuális mennyiségek eltérhetnek a tabletták márkájától függően, előzetesen le kell tesztelnünk mielőtt bemutatásra/demonstrációra használnánk).

Tűzre vizet? Égő zsírok és fémek „oltása” vízzel

Probléma: Mindennapi életünkben a legtöbb tüzet vízzel oltják el. Ezért a tanulók általában nincsenek tisztában azzal, hogy égő fémeket (például magnéziumot) vagy égő zsírokat nem lehet vízzel eloltani – sőt ezzel ellentétes eredményt érhetünk el: ha ezeket a tüzeket vízzel kezeljük, az durva balesetekhez vezethet. A kísérletek bemutatásával vagy megvitatásával ezeknek a biztonsági vonatkozásait vagy ez egy egyszerű lehetőség lehet a diákok számára létrehozni egy kognitív konfliktust, amit meg is oldhatunk. A kísérletekben megfigyelhetjük, ahogyan az égő zsír magas

hőmérsékleten 300 °C körül azonnal elpárologtatja a hozzáadott vizet, és az elpárologtatott zsírnak egyfajta robbanókeveréke jön létre, ami levegőben nagy, sárga lánggal ég el. A magnézium égésekor a fém és a víz élénk reakciójában fém-hidroxid és hidrogéngáz jön létre: ez a gáz fényes fehér villanással ég el. Ahelyett, hogy eloltottuk volna ezeket a tüzeket, még nagyobb tüzekké váltak – mindkét tűz esetében a levegőt kell kizárni az égéstérből, homokkal lefedve az égő fémeket, vagy a konténert lezárva az égő zsiradék esetében.

Szükséges eszközök, anyagok: háromlábú állvány, drótháló; teamécses alumíniumtartóban, magnéziumforgács (F), ioncserélt vizes palack vízzel.

Végrehajtás:

a) A teamécses kanócat vágjuk le. A paraffint melegítsük erősen az alumíniumtartójában, amíg füstöt nem képez a paraffin bomlása, és a füst be nem gyullad. Vezessünk vízsugarat közvetlenül az égő paraffinra.

b) Egy kanál magnéziumforgácsot tegyünk a dróthálóra és gyújtsuk meg erős, szűrőlángú égővel. A vízsugarat vezessük közvetlenül az égő fémre (veszélyes, viseljünk védőszemüveget! Az asztalt úgy tudjuk megvédeni a lehulló, égő darabkák okozta égési foltoktól, ha az asztalt előre leterítjük alumíniumfóliával).

Megfigyelés: a) az égő zsír körülbelül egy méter magas sárga tűzcsóvát képez; b) az égő magnézium magas, éles fehér tűzcsóvát képez.

Kék villámlás egy gázkeverék robbanásakor

Probléma: Egy történelmi szempontból is érdekes látványos kísérlet bizonyíthatja számunkra, hogy a feltűnő kísérletek általában nagy érzelmeket válthatnak ki az emberekben: a bajor királyné szerette volna másodszor is megnézni a “kék villámlás” nevű kísérletet, és Liebig ezért újra megpróbálta végrehajtani a dinitrogén-oxid és a szén-diszulfid reakcióját. Dinitrogén-oxid helyett helytelenül oxigént használt a szén-diszulfidos keverékben, és a gömblombik felrobbant, megsebesítve a királyt, a királynét és a kísérletezőt is. Manapság már nem gömblombikot használunk a kísérlet elvégzéséhez, hanem hengereket párhuzamos üvegfalakkal: így a robbanások nem törik szét a hengert, a reakciók biztonságosan elvégezhetők.

Szükséges eszközök, anyagok: Üveghenger üvegfedéllel, üvegtál, nagy kémcső elvezető csővel, műanyag pipetta (5 ml), gázégő, ammónium-nitrát (O), szén-diszulfid (F / T), oxigén (O).

Végrehajtás: Előkészítéskor az ammónium-nitrátot elbontjuk egy kémcsőben lassú, óvatos melegítéssel; a bomlás eredményeként színtelen dinitrogén-oxid és vízgőz keverékét kapjuk, amelyet levegőtől elzártan bevezetünk a hengerbe

(vegyifülkében vagy elszívó alatt dolgozzunk!). 2 ml szén-diszulfidot szívunk fel a pipettába és beleengedjük a hengerbe; a hengert lezárjuk az üvegfedéllel. A fedél eltávolítása után a keveréket meggyújtjuk a Bunsen-égővel. A kísérletet megismételhetjük oxigénnel és szén-diszulfiddal.

Megfigyelés: Az élénk fényű, kék villám megjelenik, és a jelenséget egy jellegzetes hang kíséri, ami leginkább kutyaugatásra emlékeztet (a kísérletet ezért „ugató kutyanak” is nevezik). A második kísérletben fehér villanás látható, amit egy hangos durranás kísér.

A cukormentes kóla könnyebb, mint a Coca-Cola

Probléma: A sűrűség fogalma bemutatható egy olyan kísérlettel, amely meglepi a legtöbb tanulót és ezért kihívás számukra, hogy megmagyarázzák a hatást. Mindkét doboz kólát helyezünk jéghideg vízbe: a Coca-Cola doboza lesüllyed a tartó aljára, míg a cukormentes kóla doboza úszik a víz felszínén.

Mérjük le mindkét dobozt és beszéljük meg, hogy miért nagyobb a 330 ml-es Coca-Cola tömege, és értelmezzük ezt annak megfelelően, hogy milyen nagy mennyiségű oldott cukrot tartalmaz a Coca-Cola. Sőt, a tanulók fejleszthetik a sűrűségről alkotott képüket: a Coca-Colának van a legnagyobb sűrűsége a cukormentes kólával és a Coca-Cola Light-tal szemben.

Szükséges eszközök, anyagok: nagy üveghenger vagy üvegcád, mérleg, areométer (sűrűség 1,0 g/ml); 330 ml-es dobozos Coca-Cola, 330 ml-es dobozos Cola Light és/vagy cukormentes kóla (Diet Coke), jeges víz.

Végrehajtás: Az üvegcádat háromnegyedéig töltjük fel jeges vízzel; mindkét kólás dobozt helyezük a vízbe! Azután töröljük szárazra a dobozos kólákat, és mérjük meg tömegüket! Bontsuk fel a dobozokat, óvatosan melegítsük mindkét folyadékot, hogy kiűzzük a szén-dioxidot; a sűrűséget mindkét oldatban mérjük meg areométerrel.

Megfigyelés: a Coca-Cola doboza lesüllyed a henger aljára, a Cola Light doboza a felszínen úszik. A Coca-Cola tömege körülbelül 20 grammal több lesz, mint a Cola Light tömege, ugyanakkora dobozok (330 ml) esetén. A Coca-Cola sűrűsége kicsit nagyobb lesz, mint 1,0 g/ml.

Megjegyzés: A dobozos kólák gyártási technológiája miatt lehet légbuborék a dobozban. Ezen buborékok mérete eltérő lehet dobozonként, és ezért egyes Coca Cola Light dobozok is elsüllyedhetnek a vízben. Próbáljuk ki először különböző dobozokkal a kísérletet és válasszuk ki a megfelelőket, mielőtt bemutatnánk a kísérletet. (A kísérlet – jobb híján – félliteres műanyag flakonos kólával is bemutatható.)

A jég szétrobbantja az üveget

Probléma: Egy másik sűrűséggel kapcsolatos jelenség a víz anomáliája: a jég nagyobb térfogatú, mint a vele azonos tömegű víz. Általában nagyon természetes ténynek vesszük, hogy a jég úszik a víz felszínén, és nem gondolunk arra, hogy normális esetben minden szilárd anyag lesüllyed az olvadékában: a gyertya lesüllyed az olvadékában, egy ólomdarab is elmerül az olvadt fémbe. Hogy szemléltetni tudjuk a víz sűrűségi anomáliáját, töltünk meg egy tartályt hideg vízzel, zárjuk le, és hűtsük a fagyáspont alá: a tartály szétrobban a jég nagyobb térfogata miatt.

Szükséges eszközök, anyagok: Kis üveg csavaros kupakkal, hőmérő ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ közötti skálával); jeges víz, jég-só fagyasztó keverék.

Végrehajtás: A jég-só keveréket készítjük el, és a hőmérséklet legyen $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, amit mutassunk meg a tanulónak is. Az üveget töltjük színültig jeges vízzel és csavarjuk rá a kupakot erősen. Az üveget helyezzük a jég-só keverékbe, néhány perc után vegyük ki a keverékből.

Megfigyelés: A víz jéggé fagy és az üveg szétrobban, üvegdarabokra esik szét.

Fekete szén a fehér cukorból

Probléma: a leglenyűgözőbb jelenség a tanulók számára bármilyen korosztályban a fehér színű cukor és a színtelen kénsav reakciójában keletkező fekete színű szén: ezzel megmutathatjuk, hogy a cukor egy széntartalmú vegyület. A cukor-kénsav reakcióval kezdve a szerves kémia tanítását, a tanulók motiválttá tehetők a széntartalmú vegyületek tanulására.

Szükséges eszközök, anyagok: lombik (100 ml), üvegtál, üvegbot; cukor, tömény kénsav (C), víz.

Végrehajtás: Adagoljunk a lombikba körülbelül 3 cm magasan cukrot és keverjük össze egy kevés vízzel. Öntsük le kénsavval körülbelül 3 cm magasságig, a keveréket gyorsan keverjük meg kicsit az üvegbottal; a lombikot helyezzük egy üvegtálba az asztal védelme érdekében. Várjunk és figyeljük meg, hogy mi történik!

Megfigyelés: A fehér színű keverék feketévé válik, a vízgőz távozása sziszegő hangot és a keverék duzzadását eredményezi, és a keverék nagyon erősen felfelelegszik. Egy fekete, porózus kolbásszerű anyag képződik, ami akár 10 cm hosszúságúra is megnyúlhat. Édeskés illat tapasztalható, ami a cukor bomlásából származik.

Ártalmatlanítás/hulladékkezelés: A keletkezett fekete terméket – tömény kénsavval kevert – óvatosan csomagoljuk alumíniumfóliába, kezeljük szilárd hulladékként. A lombikot vízzel öblítsük ki és töröljük ki papírral.

Elektromosság citromból

Probléma: Az elektrokémia tanulásakor motiválhatunk akár egy citrommal is elvégezhető kísérlettel: két eltérő fémből egy-egy csíkot mérítsünk a citrom húzába; rezet és cinket használva a feszültség körülbelül 1 V lesz, amit a voltmérővel mérhetünk. Ha ugyanabból a fémből van a két fémcső, akkor nem mérhetünk feszültséget. Ugyanez a jelenség mutatható be nátrium-klorid-oldattal; a különböző fémek kombinációjával bemutathatjuk a fémek standard elektródpotenciál sorozatát. Ha lehetséges, mutassuk be egy 2 V-os elektromos motorral, hogy valóban elektromos áramot termeltünk ezekkel az egyszerű elektrokémiai cellákkal.

Szükséges eszközök, anyagok: lombik, kés, voltmérő, 2 V-os elektromos motor, kábelek és aligátorcsipeszek; konyhasó, fém elektródok rézből, cinkből, magnéziumból (F), citrom.

Végrehajtás:

a) A citromot vágjuk be két helyen a késsel, hogy be tudjuk sülyeszteni a két fém elektródot. Helyezzük a citromba a réz- és magnézium elektródokat, kössük ezeket kábelek és krokodilcsipeszek segítségével a voltmérőhöz, a feszültség mérhető.

b) A lombikot félig töltjük fel tömény konyhasóoldattal. Két különböző fém elektródot kábelekkel és krokodilcsipeszekkel kössünk egy voltmérőhöz; a fémeket mártjuk a konyhasóoldatba és a feszültség máris mérhető. A kísérletet megismételhetjük eltérő fémek kombinációival, illetve ugyanolyan fémekkel is. Az elektromos motort is becsatlakoztathatjuk az áramkörbe.

Megfigyelés: A citromba mártás után a voltmérő körülbelül 1,5 V potenciált mutat a réz és a magnézium között. A sóoldatban ugyanez a feszültség figyelhető meg, a cink és a magnézium között kisebb feszültségértékeket mérhetünk. Ha ugyanazon fémeket helyezzük be, akkor nincs mérhető feszültség. A magasabb feszültségeknél az elektromos motor is működni fog, megmutatva, hogy folyamatosan elektromos áramot termelünk.

Megjegyzés: a citromlé elég gyenge elektrolit: a kapcsolófeszültség nem lesz elegendő az elektromos motor elindításához. Akkor sikerülhet, ha két vagy három citromot sorba kötünk. Az elektromotor helyett használhatunk más, 1,5 V-os berendezést, pl. zenélő képeslapot, mp3-lejátszót, elektromos órát stb.

Réz névtábla

Probléma: A tanulók legjobban úgy motiválhatók, ha ők készítenek valamit, amit haza is vihetnek. Elkészíthetik a saját névtáblájukat a „fémek és a savak közötti redoxireakciók” bevezetéseként. Ez a tábla nem csak egy otthon használható eszköz, hanem az elkészítése arra is jó, hogy a tanulók a családjuknak és barátaiknak beszámolhatnak arról, hogy hogyan készítették el: szakértőknek érezhetik magukat a kémiának ezen a területén, és büszkéek lehetnek tudásukra és ügyességükre.

Szükséges eszközök, anyagok: Üvegtál, lombik (100 ml), pipetta, sárgaréz vagy vörösréz lemez, gyertya, vasszög, kés; tömény salétromsav (C), forrkő, gázolaj (Xn, F, N), szűrőpapír.

Végrehajtás: A fémlemez egyik oldalát vonjuk be felmelegített folyékony paraffinnal a gyertyából. A vasszög segítségével karcoljuk bele a paraffinba a nevünket vagy a választott figurát mélyen egészen a fémlap felületéig. Tegyük a fémlapot a viaszos felével felfelé néhány forrkőre helyezve egy üvegtálba, és helyezzük az elszívó berendezés (vegyifülke) alá. A lombikban 5 ml vizet és 10 ml tömény salétromsavat keverjünk össze, és a keverékből csepegtessünk a kikarcolt részekre a paraffinrétegen. Várjunk körülbelül 10 percig.

Megfigyelés: A savas oldat reagál a fémmel, miközben egy barna színű gáz (nitrogén-dioxid) és egy kék színű oldat (réz(II)-nitrát-oldat) keletkezik. A maradék paraffin eltávolítása késsel és a gázolajjal átitatott szűrőpapírral történik, azután a név vagy címke tisztán láthatóvá válik a fémlapon.

Ártalmatlanítás/hulladékkezelés: A névtábla és az üvegtál vízzel jól leöblíthető, a gázolajjal átitatott szűrőpapírt elégethetjük az elszívó berendezés alatt.