

SUFNILABOR



Kóczán György

Amit mindig tudni akartál a kémcsőről...de sosem merted megkérdezni

Üzlettársam hívott kétségbeesve: fia első kémiadolgozata egyes lett. A srác nem tudta „a víz melegítését kémcsőben Bunsen-égővel”. Erre kicsit ledobtam a láncot, hogy hogyan lehet ezt nem „érteni”, ha csak egyszer is látta valaki? Kiderült, hogy itt a turpisság, ugyanis nem látták, mert önállóan, házi feladatként a tankönyvből kellett megtanulni. És a kissrác nem érti, miért is kell ferdén tartani a kémcsövet a lángban, és az apja se tanulta a dolgot a Bankárképzőn. Egyest kapni rá lehet, de magyarázat természetesen nem szerepel a tankönyvben.

Legyünk kemény férfiak: töröljük le a kétségbeesés könnyeit, és mormoljunk el egy csendes imát a magyar közoktatásért. Minden sufnivegész csendes büszkeséggel emlékszik vissza arra, amikor tejfelesszájú sufnivegész-segéd-jelölt korábban elvesztette kémcsőszüzességét öreganyja gyógyszeres fioláiból barkácsolt kémcsővel és a ruhaszáritóról lopott facsipeszből átalakított fogóval. És szép lassan, saját (néha a családja) kárán megtanulta a forralás csínját-bínját. Ez a tudás egy életre velünk marad.

Az oktatási rendszerünk még ezt a csodálatos élményt is képes bürokratikus rémálommá változtatni.

Nem volt mit tennem: nekiálltam telefonon elmagyarázni, hogy hogyan kell elméletben kémcsőben vizet forralni. És hogy miért kell ferdén tartani a kémcsövet. Nem bírtam a kognitív teherrel, és munkahelyemen elmeséltem a történetet. A magyar peptidkémia eklatáns nevei zavarodottan néztek, és végül megkérdezték, hogy „tényleg, miért kell ferdén tartani?”. Hiszen, ha valaki túléli az általános iskolai kémiaképzést a kémcső-dolgozattal, akkor úgy látszik, a probléma akár

az akadémiai székfoglalóig sem merül fel többé. Pár szakkolista diákkal beszélgetve is szóba hoztam a kérdést: volt pár egész jó meglátásuk, de nem tudták, miért kell azt a nyamvadt csövet ferdén tartani. Ennyit a diákolimpia színvonaláról.

A sufnyivegyész esete persze egészen más. Sose felejttem az első alkalmat, amikor a falra lőtt (réz-szulfát és nátrium-klorid vizes oldatából álló*) foltomat próbáltam nyomtalanul eltüntetni (sikertelenül). Később, már gimisként egy osztálytársam tömény NaOH-oldatban forralt vattát (amúgy engedély nélkül), ami csak pár centivel hibázta el a fületem, így végül szépen lemarhatta az olajfestéket a szertár ajtófélfájáról. Faterom is gyakran mesélte, hogy a 60-as évek elején a Pécsi Orvosegyetemen minden hallgatóval végeztek gyakorlatos jegyért Fehling-próbát valódi vizeletmintával kémcsőben forralva. Természetesen egy hűgyszagú, kékfoltos falú teremben. Veszélyes, szép idők voltak, és minden férfi pontosan tudta, hogy miért tartjuk ferdén a kémcsövet.

Napjainkra a kémcső lassan a retorta sorsára jut: kikopik a használata. A modern kémiában már szinte kizárólag kromatográfiás automata frakciószedőkben használjuk: egy keveréket akár sok száz összetevőre (frakcióra) választunk szét, mindegyiket külön-külön kémcsőben gyűjtjük (ill. gyűjti egy szorgos automata). Utólag meghatározzuk, hogy az anyagunk pl. a 35-37. kémcsővekben van, ezeket összeöntjük, a többi anyagot eldobjuk. És persze előszeretettel használjuk hallgatói kísérletekben is, hisz egyszerű, olcsó eszköz, ami egy kis gyakorlattal nagyon sokféle módon használható.

De van vele pár probléma:

1) Nehéz a benne lévő anyagot keverni. Rázogatással csak pár milliméternyi folyadékot tudunk normálisan homogenizálni, többet nem. Persze „stikában”, amikor a tanár nem nézi, mindenki befogja a kémcső száját ujjal, és fejre állítva egy pillanat alatt összekeverünk akár 15 centi magas oldatot is, de azért hosszú távon ez aligha megoldás.

2) A melegítése lángon életveszély: kis felületen éri a hő, hirtelen felforr, és a folyadékoszlopot kilövi, mint egy ágyú. Egy komoly tapasztalattal rendelkező béna diák 4-5 méterre is simán ellő, de a plafonig biztosan. Itt is megoldás a kis anyagmennyiség: a pár mm magas oldatréteg

* Mi történik, ha ilyen oldatot forraluk? Miért?

egyrészt átkeveredik, és egyenletes ütemben forr, másrészt, ha ki is löne, akkor "szétkenődik" a kémcső falán, a végére nem marad anyagdugó, ami repülhetne.

3) Nehéz kimosni (szerencsére olcsó, így gyakran kidobjuk). A kémcsőmosóval könnyű kiutni az alját, vagy éppen lehasítani az oldalát: mindkét mozdulat eredménye pengeéles, láthatatlan, vegyszerrel bevont üvegrepszek röpködése a csap körül.

4) Nem áll meg magától, kell hozzá állvány (de azt meg a meleg kémcső szétégeti). A vége gyakran az, hogy (a jó esetben üres) kémcsöveket a hallgató az asztalra fekteti, ahonnan azok legurulnak. Vagy simán elhajtja a többi kísérletező közé.

A legfontosabb dolog, amit minden rutinos sufnivegyész alaposan megtanult, hogy a kémcsövet nem 1/3-ig töltjük (mint a tankönyv javasolja, bár a képen inkább 40% látható, ejnye), hanem max. 5 mm-ig. Ennyi oldatban is kényelmesen megfigyelhető a legtöbb jelenség, de ekkor még könnyen tudjuk rázással keverni. Amúgy a kémcső egyik nagy előnye éppen az, hogy kevés anyaggal lehet benne dolgozni: egy csapadékképzéshez 5-5 csepp reagens bőven elég, nem kell litereket szétlocsolni. Sajnos a fotókon szinte mindig extrémén sok (persze színes) oldatot raknak a kémcsőbe (nézzük meg a tankönyvünket: a stylistok és grafikusok győzelme a kémia tudománya fölött).

A második dolog az, hogy folyadékot tényleg nem érdemes kémcsőben forralni. Melegíteni kémcsőben leginkább akkor hasznos, ha például egy szilárd anyag viselkedésére vagyunk kíváncsiak (pl. van-e kristályvíz, megolvad-e). Ha folyadékot kell melegíteni (pl. Fehling-próbát végzünk), akkor érdemes a kémcsövet egy forró vizet tartalmazó főzőpohárba állítani. Az OKTV döntőjén azt a megoldást használjuk, hogy egy fazékba rakunk egy kémcsőállványt, és vizet forralunk benne: így sok kémcsövet egyszerűen és biztonságosan tudunk egyszerre melegíteni. Magasabb hőmérsékletigény esetén a fazékba homokot rakunk, és egy termosztált melegítőlapra állítjuk. Ilyenkor állvány nem is kell: a kémcsöveket simán beleállíthatjuk a homokba. Bunsen-égőn pedig nem forralunk, hisz napjaink meggyötört tanárai nem viselik jól azt a mérhetetlen stresszt, amit annak a battle royale-nak a felügyelete jelent, amivé egy tapasztalatlan hallgatóknak kiadott kémcsöves forralási feladat válna például az OKTV döntőjén.

Összegezve kijelenthetjük, hogy kémcsőben se ferdén, se egyenesen nem forralunk. Esetleg kis minták hevítési próbáit végezzük, vagy víz-, esetleg homokfürdőt használunk. Ha valamit forralni kell, akkor érdemes nagyobb átmérőjű, direkt forralásra szolgáló edényt választani: például lángelosztóra (melegítőlapra) állított Erlenmeyer-lombikot (pár darab horzsakővel, természetesen).

Végül el kell árulnom egy nagy titkot: van egy olyan szintetikus-kémiai feladat, amikor a vén sufnyivegyész előveszi a rejtett kémcsőveit, és felidézi az ősi tudást. Átkristályosítási próba! Ha egy korábban nem ismert anyagot állítunk elő, akkor gyakori feladat, hogy keresnünk kell egy olyan oldószert, vagy oldószerkeletet, amiből az anyag jól, hatékonyan kristályosítható át. Ez bizony 30-50 oldószert aprólékos kipróbálását jelenti. E sorok szerzője ezt a feladatot mindig kisméretű kémcsőben csinálja (kollégái lesajnáló tekintetétől kísérve). Egy spatulahegynyi anyagra adunk a vizsgált oldószerekből pár cseppet, és hőlégfúvó (a legelvetemültebbek öngyújtó) segítségével melegítjük a kémcső alját. Kémcsőfogót természetesen nem használunk, nemcsak azért, mert nincs, hanem azért is, mert az üveg rossz hővezető, és nem forraljuk hosszasan az oldatot, hogy a gőzei felmelegítsék a kémcső száját, így ott nyugodtan foghatjuk pusztá kézzel. Megfigyeljük, hogy van-e akár csak részleges oldódás. Ha van, akkor a kémcsövet lassan megdöntjük, így a forró oldat gyorsan kihűl a felső, hideg fallal érintkezve (sőt, a döntés gyorsaságával a hűtés sebességét is változtatni tudjuk!), és – szerencsés esetben – a kristályosodás is megindul. Ha nem vagyunk sikeresek, akkor egy üvegkapillárisal megvakargatjuk az anyagot, ha ez sem válik be, akkor jöhet a következő kémcső és a következő oldószert. Ha egyáltalán nem találunk oldószert, akkor nem rakunk rendet: otthagyjuk a 30-50 kémcsövet az asztalon, hazamegyünk, hátha másnapig az oldószert lassú párolgása, vagy csak simán a nehézkes kristályfejlődés miatt végül egy-két kémcsőben lesznek kristályaink. Ha végeztünk, nem kell mosogatni: az összekent kémcsőveket kidobhatjuk. Az oldószert-vadászatnak ennél hatékonyabb módja aligha létezik.

Most, hogy összeszedtük a kémcsőre vonatkozó legfontosabb tudnivalókat, válaszoljunk meg pár fontos kérdést:

Baj, hogy tanítjuk a kémcső használatát, miközben azt a tudományos gyakorlatban szinte alig használják? Semmiképpen. A kémiai jelenségek

bemutatására a kémcső egy praktikus, olcsó eszköz, amivel a kísérletezés örömét sokaknak megadhatjuk.

Baj, hogy tanítjuk a forralást Bunsen-égőn? Röviden: igen. Ez a módszer a 30-40 évvel ezelőtti munkavédelmi elvekkel volt összeegyeztethető. A mai szemléletünkkel ez egyértelműen egy veszélyes, megengedhetetlen dolog (pláne gyakorlattal nem rendelkező diákokkal), amit egyszerű, olcsó, általánosan elérhető eszközökkel helyettesíthetünk sokkal biztonságosabb megoldásokkal*.

Baj, ha a diák nem tudja, nem tanulja meg a kémcső használatát? Talán nem baj, de egy elszalasztott esély egy izgalmas kalandra, ami révén sok szép, hasznos dolgot megtaníthatnánk neki. És ezért szomorú, hogy még a sikeres vegyészek közül is olyan sokan nem élhették át a kémcsőkísérletek varázsát gyerekként.

Hiszen, ha átélték volna, akkor tudnák, hogy miért kell azt a nyamvadt csövet ferdén tartani:

Mert ha függőlegesen tartjuk, akkor a láng szénné égeti a kezünket, vagy a fogót. A kémcsövet azért tartjuk ferdén, mert máshogy egyszerűen nem lehet! Szög egyszerű dologról van szó. Semmi értelme erről szabályt írni, meg bemagoltatni.

* Egy kollégám hívta fel a figyelmemet arra, hogy túl protektív vagyok. A kémcső-forralás nemcsak veszélyeket jelent, de egyben egy lehetőséget a munkavédelem megértés-, és nem szabálykövetés-alapú, problémaorientált bemutatására. Ha rá tudjuk szánni az időt és energiát arra, hogy biztonságos körülmények között kipróbáltassuk a „fröcskölést”, majd megfigyeljük, kitaláljuk, és begyakoroljuk az elkerülésére alkalmas biztonsági szabályokat, akkor nemcsak egy hasznos „labor-skillel” gazdagítottuk diákjainkat, de egyben sufnivegységhez méltó módon egy problémát nem egyszerűen csak megoldottunk, de egyben hasznunkra is fordítottuk azt. Végül is, ha már tanítjuk a kémcsövet, akkor végezhetünk akár jó munkát is.