GAÁL ISTVÁN—PROKAI BÉLA

NÉHÁNY ÉRDEKESEBB SZERVES KEMIAI KISÉRLET AZ ÁLTALÁNOS ISKOLA 8. OSZTÁLYÁBAN ÉS A SZAKKÖRÖKÖN

ABSTRACT: Organic chemistry experiments in primary schools and study circles

The video tapes contain experiments that can be shown on several lessons and circles. They include organic chemistry of the entire primary school. Several times they give a lot more than that. That is why we advise them also for study circles. Apart of showing the material the teacher's explanation is also necessary.

Organische chemische Experimente in der Grundschule und im Fachzirkel

Die Video-Aufnahmen enthalten mehrere Experimente, die in den Stunden und im Zirkel vorgezeigt werden können. Sie (Aufnahmen) umfassen die ganze organische Chemie für die Grundschule. An mehreren Stellen zeigen viel mehr davon. Deswegen empfehlen wir sie auch in den chemischen Zirkeln zu verwenden. Ausser der fallweise Demonstration des Materials ist auch die lehrerische Erklärung zu haben.

Az általános iskolai kémia szakos tanárképzés során -- főként a III. éves hallgatóink mikrotanításainál -- gyakorta alkalmazzuk a képmagnót. Ezek az alkalmazási területek elsősorban tantárgypedagógiai vonatkozásúak. Kémiai tanszékünk egy ilyen jellegű, kb. ötven perces összeállítást mutatott be 1988-ban Sárospatakon a Kémiatanárok Országos Konferenciáján.

1988-ban az ország kémiai tanszékeinek metodikusai előtt ugyancsak a képmagnó alkalmazási területei közül mutattunk be néhányat Egerben. A legutóbbi 1990-es szombathelyi konferencián arra vállalkoztunk, hogy olyan szervetlen kémiai kísérleteket mutassunk be, amelyek komoly érdeklődésre tarthattak számot. Az akkori VIDEO-anyagunk iránti érdeklődést jelezte, hogy az ország különböző tájairól sok általános iskola adoptálta a rendelkezésükre bocsátott -- Különleges kémiai kísérletek c. -- felvételeket.

A szerves kémiai kísérletek összeállítására, azok bemutatására korábban még nem vállalkoztunk. Most ezt tesszük. Elsősorban olyan kísérletek felvételét, bemutatását és rövid magyarázatát igyekeztünk megadni, amelyek hosszadalmasak. Pl. a kőolaj lepárlása. Másrészt megpróbáltuk átfogni az egész szerves kémiai anyagot az általános iskola igényének megfelelően a szénhidrogénektől kezdve, a fehérjékkel bezárólag. Tudjuk, hogy ezeknek a kísérleteknek egy része eszközigényes. Ebből adódóan azok az általános iskolák, amelyek felszerelése hiányos, alkalmanként felhasználhatják ezt az anyagot. Kiemelten szeretnénk két dolgot hangsúlyozni: Semmiféle VIDEO felvétel nem pótolja az órán élőben bemutatott tanári kísérletezést. Nagyon sajnálnánk, ha segítő szándékunkkal egyes tanárok elkényelmesedését segítenénk.

Másrészt: Ez a szerves kémiai anyag több helyen messze túlhaladja az általános iskola jelenlegi tantervi követelményét, amely a jövőt illetően feltehetően csökkenni fog. Nagyon sok múlik majd azon, hogy a kémiatanár milyen mértékben vállalja fel a szerves kémia oktatását. Főként ez utóbbi gondolatainkat erősítve azt javasoljuk, hogy kémiai szakkörökön vagy a kémiával kapcsolatba hozható -- főként az élő világ -- szakköri foglalkozásain nyerjenek bemutatást az egyes anyagrészek.

Bízunk abban, hogy tanártársaink az egyes részletek feldolgozása során az általuk szükségesnek vélt magyarázattal segítik a megértést.

Az összeállítás anyagát -- a forgatókönyvet -- teljes terjedelmében közöljük azzal a céllal, hogy az itt leírtak esetenként óravázlatok alapját is szolgálhatják.

A videoanyag tanszékünkön megtalálható és megtekinthető.

A szövegben előforduló rövidítések magyarázata:

Idő = I
Narrátor = N
Kép + Hang = K
Inzert = In

In: Néhány érdekesebb szerves kémiai kísérlet az általános iskola 8. osztályában és a szakkörökben

K: Eszterházy Károly Tanárképző Főiskola képe a Bazilika felől, távlati kép, majd a nagykapu egyre közelebb. A felirat a közelítéssel együtt. A kép alatt Bach zene.
Leányka úti bejárati ajtó a szoborral az útról közelítve.
Zene: Vivaldi Négy évszak, Tavasz.

In: **A metán előállítása, kísérletek metánnal**

N: A legegyszerűbb szerves vegyület a metán. A molekulát egy szén- és négy hidrogénatom alkotja (K: narrátor). A természetben megtalálható a földgázban, annak fő alkotórésze. A szénbányák súlytólégrobbanásaiért is a metán a felelős. (K: földgázfogadó állomás.) Az iparban a metánt a földgázból, vagy más, egyszerű szénhidrogén keverékből állítják elő. A laboratóriumi előállítása nátrium-acetát és nátrium-hidroxid reakciójával történik. A reakcióegyenlet a következő:

In: $CH_3 - C\begin{matrix} // O \\ \backslash OH \end{matrix} \xrightarrow{NaOH} CH_4$

nátrium-acetát metán

K: Az egyenletet lépésenként, öt másodpercenként írjuk ki.

N: Az előállítást a következő berendezésben végezzük: (K: berendezés) frakcionáló lombikba bemérjük a kiindulási anyagokat, tehát a nátrium-acetátot és a nátrium-hidroxidot. A reakció érzékeny a levegő nedvességtartalmára is, ezért kalcium-oxidot adunk hozzá segédanyagként. A lombikot lezárjuk és melegítjük, az oldalcsövön távozó gázt üvegkádba vezetjük és a keletkezett metánt víz alatt felfogjuk, így kísérletezünk vele.

A keletkező gáz a levegővel robbanóelegyet alkot, így meggyújtása előtt durranógáz-próbát végzünk annak megállapítására, hogy a metán kiszorította-e az eredetileg bent lévő levegőt. A durranógáz-próba jelezte, hogy meggyújthatjuk a gázt. Vizsgáljuk meg a láng színét, majd tartsunk a lángba óraüveget! Írjuk fel az égés egyenletét!

K: Villogó kérdőjel -- 20 másodpercig.

In: $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$ exoterm folyamat

K: Az egyenlet lépésenként kiírva, utána rendezve. (60 sec.)

N: Az válaszolt helyesen, aki 1 mól metán és 2 mól oxigén reakciójakor 1 mól szén-dioxid és 2 mól víz terméket kapott. Az óraüvegen alig látható korom, az égés tökéletes volt. Vizsgáljuk meg a metán reakcióképességét! Vezessük a metánt megsavanyított kálium-permanganát oldaton át. (I = 15 sec) Látható, hogy nincs változás, a metán nem reakcióképes. Vezessük át most brómos vízen. I = 15 sec. Most sincs változás, tehát a metán nem lép reakcióba a brómmal.

In: **A kőolaj desztillációja**

K: Narrátor.

N: A kőolaj a mindennapi életben nélkülözhetetlen alapanyag, hiszen a mai vegyipar szinte kizárólagos nyersanyag ellátója. A kőolaj a föld mélyén található, fúrótornyok segítségével kerül a felszínre. A nyers kőolaj a lelőhelytől a feldolgozás helyére csővezetéken és tartályhajókon jut el. A feldolgozás célja, hogy a szénhidrogénekből álló bonyolult vegyületelegyet különböző, gyakorlati célra alkalmas szénhidrogénelegyekből álló párlatokra bontsuk. Az eljárás a kőolaj desztillálása. Hazánkban a kőolaj legnagyobb feldolgozója a Dunai Kőolajipari Vállalat, Százhalombattán.

A desztilláció során forráspont alapján különítjük el az általunk kiválasztott szénhidrogénelegyet. (K: készülék elemei)

Készülékünk gömblombikból, hűtőből, felfogóedényből és hőmérőből áll. A gömblombik tartalmazza a nyers kőolajat. Ne feledkezzünk el forrkövet beletenni, hogy a forrás egyenletes legyen. A párahőmérsékletet hőmérő méri. A hűtő az elpárolgó szénhidrogén-gőzök cseppfolyósítására szolgál. A felfogóedény cserélhető, hogy a megfelelő párlatokat külön foghassuk fel. A párlatokat forráshőmérséklet-tartomány alapján osztályozzuk. Így beszélhetünk benzinről, petróleumról, gázolajról és párlási maradékról.

Melegítsük a kőolajat! A 180°C-ig átdesztilláló párlat a benzin. (In: 180°C-ig benzin.) Figyeljük meg a színét! A benzinkutaknál kapható benzint mesterségesen színezik, hogy a minőséget a szín alapján fel lehessen ismerni. (K: a berendezés 120--130°C körül.) A második

párlat a petróleum, amely a 180°C-tól 260°C-ig elpárolgó szénhidrogének gyűjtő neve.

K: Vágás , berendezés 220--240°C körül .

In: 230--240°C petróleum.

N: A tovább finomított petróleum a kerozin, ami a sugárhajtású repülőgépek hajtóanyaga.

N: A harmadik párlat a gázolaj, ami a 260°C-tól 350°C-ig elpárolgó szénhidrogének gyűjtő neve.

K: Vágás, berendezés 300°C körül.

In: 260--350°C gázolaj.

N: A gázolajat a diesel üzemű motorok hajtóanyagaként használják, ezenkívül gyengébb minőségben tüzelőolajként. (K: kamion az országúton.) A párlás maradéka nagyobb szénatomszámú szénhidrogéneket tartalmaz. (K: a maradék a lombikban.) További feldolgozása csökkentett nyomáson végzett lepárlást igényel. Az ezzel a technológiával kapott termékek különböző kenőolajok, gépzsírok, paraffinok. A visszamaradó anyag az aszfalt, amit az utak burkolatának használunk fel. (K: kenőolaj pohárba kiöntése, In: kenőolaj

N: Napjaink élete nélkülözhetetlen a vegyipar ilyen termékei nélkül, amelyek előállítása a kőolaj feldolgozásával kapcsolatos. Vigyáznunk kell okosan, ésszerűen felhasználni kőolajkészletünket, hiszen természeti kincseink végesek, nem szabad pazarolni azokat.

In: **Az etilén előállítása, kísérletek etilénnel**

N: Az etilén a vegyipar egyik alapvető nyersanyaga. A kőolaj egyéb célra használhatatlan származékaiból állítják elő speciális úton, az ún. krakk üzemben. Az etilén felhasználása közül elsősorban a műanyagipart említjük, hiszen az etilénből készülő polietilén fólia, vagy az etilén kis változtatásából előállítható polivinil-klorid köznapian PVC, számunkra legismertebbek ezek közül. Laboratóriumban az etilént etil-alkohol és kénsav egymásra hatásával állítjuk elő. A kénsav a folyamatot katalizálja.

In: $CH_3CH_2OH = C_2H_4 + H_2O$

etil-alkohol etilén

K: Az egyenletet lépésenként írjuk ki.

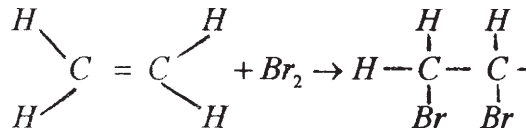
N: A reakció 160°C-on vezet etilénhez, alacsonyabb hőmérsékleten más termékek keletkeznek.
A kénsavat és az alkoholt rázogatás és hűtés közben elegyítjük. (K: berendezés.) A lehűtött elegyet csepegtető tölcsérbe tesszük, ami egy kétnyakú gömblombikra illeszkedik. A lombikba homokot tettünk, melynek a felületnövelés a szerepe. Kis adag elegyet a homokra engedünk. Melegítjük, majd a keletkező gázt víz alatt felfogjuk. Az elegy adagolását olyan ütemben végezzük, amilyen ütemű a gáz fejlődése. Az etilén a levegővel robbanóelegyet alkot, ezért el kell végezni a durranógáz-próbát, hogy meggyőződjünk: a keletkezett etilén kiszorította-e az eredetileg benn levő levegőt. (I = 15 sec.) A próba sikerült, a gáz így már meggyújtható. Vizsgáljuk meg a láng színét, valamint a lángba tartott üveget! Írjuk fel a folyamat egyenletét!

K: A képen kérdőjel villog -- 30 sec. Az egyenletet lépésenként kiírni, utána rendezni.

In: $C_2H_4 + 3O_2 = 2CO_2 + 2H_2O$ exoterm folyamat
etilén

N: A helyes egyenletben 1 mól etilén 3 mól oxigénnel reagálva szén-dioxiddá és vízzé égett el. Az óraüvegen látható korom a tökéletlen égésből származik. (K: narrátor.) Vezessük az etiléngázt megsavanyított kálium-permanganát oldaton keresztül! (I = 15 sec, K = készülék.) Látható, hogy az oldat a színét elveszti, tehát az etilén reakcióba lépett a kálium-permanganáttal, -- az etilén reakcióképes vegyület.
Vezessük a gázt brómos vízbe! (I = 15 sec, K = berendezés Azt tapasztaljuk, hogy reagált a brómmal, amit a bróm színének eltűnése jelzett. Tehát az etilén telítetlen vegyület, a brómmal addíciós reakcióba lépett. Írjuk fel az egyenletet!

K: A képen kérdőjel villog -- 20 sec. Az egyenletet lépésenként kiírni.

In: 

dibróm-etán

N: A helyes egyenletben 1 mól etilén 1 mól brómmal reagált dibróm-etán keletkezése közben.

meggyújthatók, tehát az acetilén kismértékben oldódik vízben. Gömblombikot töltsünk meg acetilénnel! (K: lombik) Kis mennyiségű acetont juttatunk a lombikba, lezárjuk egy dugóval, melynek végén kapilláris van. A kapillárist szorosan befogjuk és jól összerázzuk a lombikot, majd a kapillárissal felfelé, festett vizet tartalmazó kádba tesszük és elengedjük a kapillárist (I = 25 sec).

N: Látható, hogy a víz felszökött a kapillárisba, behatolt a lombikba. Mi lehet a magyarázata?

K: 10 sec-ig kérdőjel villog.

N: Azok válaszoltak helyesen, akik az acetilén acetonban való jól oldódásával magyarázták a kísérletet. Így a lombikban légritkulás keletkezett, aminek kiegyenlítésére a külső légnyomás beáramoltatja a vizet. Vizsgáljuk meg az acetilén kémiai tulajdonságait! Vezessünk acetiléngázt megsavanyított kálium-permanganát oldaton keresztül! (I = 15 sec) Látható, hogy az acetilén reagált, amit a színváltozás jelzett. Tehát az acetilén reakcióképes vegyület. Vezessünk acetiléngázt brómos vízbe (I = 15 sec). Látható, hogy a brómos víz elszíntelenedett, tehát az acetilén telítetlen vegyület, addícióra képes. Írjuk fel a folyamat egyenletét!

K: A képen kérdőjel villog -- 10 sec. Az egyenletet lépésenként kiírni, utána rendezni

In: $HC \equiv CH + 2Br_2 = Br-\underset{\underset{Br}{|}}{\overset{\overset{H}{|}}{C}}-\underset{\underset{Br}{|}}{\overset{\overset{H}{|}}{C}}-Br$ -- tetrabróm-etán

acetilén

N: A helyes válasz: 1 mól acetilén 2 mól brómmal reagál, tetrabróm-etán keletkezése közben.

In: **Az aldehidek képződése alkoholokból, gyenge oxidációval**

N: Az etil-alkohol gyenge oxidációjával előállítható anyag az acet-aldehid. Kísérletünkben etil-alkoholból indulunk ki. A gyenge oxidálószer az enyhén megsavanyított kálium-dikromát. Készülékünk 2 db vastag kémcső, amelyeket összekapcsoltunk egy üvegcsővel. (K = készülék) Az oxidációban keletkező acet-aldehid gázalakú termékként távozik,

a második kémcső hideg vizében ez lecsapódik. Kezdjük el a kísérletet! Az első kémcsőbe bemérjük az alkoholt és a megsavanyított kálium-dikromátot. Melegítjük az elegyet. A sárga színű kálium-dikromát zöldülése jelzi a reakció haladását. A gépkocsivezetők ellenőrzésére szolgáló alkoholszonda is ugyanezen az elven működik. (K = vágás) Pár perc múlva befejezzük a melegítést. A keletkezett acet-aldehid vizes oldatát kaptuk.

Írjuk fel a folyamat egyszerűsített egyenletét (csak a szerves anyag feltüntetésével).

K: A képen kérdőjel villog -- 30 sec.

In: $CH_3CH_2OH \rightarrow CH_3CHO$

etil-alkohol acet-aldehid

N: Az acet-aldehid kimutatása két módszerrel történhet (K = narrátor). *Az ezüsttükör-próbát* a következőképpen végezzük:

Gondosan kitisztított kémcsőbe 5 cm^3 5 %-os ezüst-nitrát oldatot öntünk (K = kémcső), majd ehhez 5 %-os ammónium-hidroxid oldatot csepegtetünk míg a keletkező csapadék feloldódik. Tegyünk hozzá 1 cm^3-t az előbb kapott acet-aldehid oldatból. Óvatosan melegítsük és lassan forgassuk a kémcsövet! Aldehid tartalmú csoport esetén tükröző fémezüst válik ki a kémcső falára. Mi lehet a magyarázata?

K: A képen kérdőjel villog -- 30 sec.

In: $CH_3CHO \xrightarrow{ox.} CH_3COOH \quad Ag^+ \rightarrow Ag$ (redukció)

acet-aldehid ecetsav

N: Az aldehid oxidációjával egyidőben az oldatban levő ezüstionok redukálódnak, fémezüst válik ki. (K = narrátor) *A másik kimutatási reakció a Fehling-próba.* Fehling I. és Fehling II. reagensekből 1-1 cm^3-t elegyítek (K = kémcső), majd ehhez 1 cm^3 aldehid tartalmú oldatot öntök. Melegítés hatására vörösbarna csapadék válik le. (I = 5 sec) Az oldat tartalmazott aldehidet.

In: **Ecetsav képződése etil-alkohol oxidálásával**

N: Etil-alkohol erélyesebb oxidálásával ecetsavat állíthatunk elő. (K = narrátor) Az oxidációhoz kálium-dikromátot és tömény kénsavat használunk. A berendezés gömblombikból, csepegtető tölcsérből, hűtőből és felfogóedényből áll. A gömblombikba mérjük a kálium-dikromátot és a kénsavat, majd lassan rázogatás közben adagoljuk az

etil-alkoholt. Melegítsük a lombikot! A képződő ecetsav gáz alakban távozik és a szedőedénybe gyűlik össze. Hogyan tudnánk kimutatni az ecetsav jelenlétét?

K: A képen kérdőjel villog -- 15 sec.

N: Azok válaszoltak helyesen, akik az ecetsav savasságát mutatják ki. Vizsgáljuk meg kék lakmusszal (I = 5 sec), megpirosodott, tehát az oldat savas.

In: **Kísérletek fehérjékkel**

N: A fehérjék az élet számára nélkülözhetetlen anyagok. (K = narrátor). Ezt kifejezi a protein görög szó is, mely "elsőnek" lennit jelent. A fehérjék felépítésében különféle aminosavak vesznek részt. Az aminosavak ún. peptid kötéssel kapcsolódnak egymáshoz. A fehérjék kémiailag nagyon érzékeny vegyületek, kémiai anyagok hatására átmeneti vagy maradandó, idegen szóval reverzibilis vagy irreverzibilis változáson mennek át.
(I:reverzibilis megfordítható, irreverzibilis megfordíthatatlan)
Készítsünk elöször fehérje oldatot, az egyik legismertebb fehérje forrásból, a tojásból. (K = berendezés) Válasszuk el a fehérjét a sárgájától, majd a fehérjét oldjuk fel térfogatának hatszoros mennyiségű vízben, rázogatás közben. (I = 25 sec) Szűrjük le szűrőpapíron! Az így előállt fehérje oldattal kísérletezzünk. Könnyű fémsót, pl. ammóniumszulfátot adva a fehérjéhez, zavarosodás lép fel, a fehérje kicsapódott. Öntsünk kevés vizet hozzá! Látható, hogy a fehérje oldódott, tehát a kicsapás átmeneti, reverzibilis. Öntsünk a fehérje oldathoz etil-alkoholt! Csapadék keletkezett, tehát a fehérje kicsapódott. Tegyünk hozzá vizet, a fehérje oldatba megy. A kicsapás átmeneti, reverzibilis. Öntsünk réz-szulfát oldatot a fehérjéhez! A keletkezett csapadék a fehérje kicsapódását jelzi. Próbáljuk oldani a csapadékot. Látható, hogy a keletkezett fehérje nem oldható, maradandó, irreverzibilis kicsapás történt. Ezért veszélyesek a vízben oldódó ezüst, réz, ólom, higany vegyületek.

N: Öntsünk a fehérje oldatra erős ásványi savat, pl. sósavat. A keletkezett csapadékot próbáljuk oldani. Nem sikerült. Az erős ásványi savak is irreverzibilisen csapják ki a fehérjét. Melegítsük a fehérje oldatot! Látható, hogy ebben az esetben is kicsapódott a fehérje. Lehűlve, desztillált vízzel próbáljuk oldani. Nem sikerült. A fehérje most is irrever-

zibilisen, maradandóan csapódott ki. Ez történik akkor is, amikor a tojást megfőzzük, vagy megsütjük.
A fehérjéknek jellemző színreakcióik vannak. Ezek közül kettőt mutatunk be. *A Biuret-próba* esetén 2 cm^3 fehérje oldathoz öntsünk 1 cm^3 10 %-os NaOH-oldatot, majd 1-2 csepp 1 %-os $CuSO_4$-oldatot. Egy másik kémcsőbe csak réz-szulfát oldatot és nátrium-hidroxid oldatot öntsünk, hogy össze tudjuk hasonlítani a fehérje hatására bekövetkező színváltozást! Látható, hogy fehérje esetében ibolya színeződés lesz az oldatban. A reakciót minden, legalább 2 peptidkötést tartalmazó vegyület adja, így minden fehérje is.
A *Xantoprotein-próbához* öntsünk a fehérje oldathoz tömény salétromsavat. Melegítsük az oldatot! (I -=15 sec) Az intenzív sárga szín a fehérje jelenlétére utal.