

DR. GÁSPÁR VILMOS
tudományos segéd munkatárs
Kossuth Lajos Tudományegyetem

DR. TÓTH ZOLTÁN
egyetemi adjunktus
Fizikai-Kémiai Tanszék,
Debrecen

Látványos kémiai kísérletek I.

A TIT Hajdú-Bihar megyei Szervezetének Kémiai Szakosztálya az elmúlt évben több kísérleti délutánt rendezett a KLTE oktatóinak közreműködésével. E délutánok célja az volt, hogy az általános és középiskolás diákoknak olyan kísérleteket mutassanak be, amelyekkel felkelthető érdeklődésük a kémia iránt és a kísérletekhez fűzött, tanulmányaiknak megfelelő szintű magyarázatokkal pedig bővüljön az „anyag” viselkedéséről kialakult képük.

A cikkben szereplő, bemutatott, látványos kísérletek, a látvány természetéből adódóan különösen alkalmasak a tanulók fantáziájának és szép iránti fogékonyságának mozgósításával érdeklődésük felkeltésére. Jó érzés volt látni a közel ötszáz diák esodálkozó, figyelő tekintetét és figyelni érdeklődésüket a magyarázatok során, valamint kérdéseikre válaszolni.

A bemutatók végén a pedagógusok sokszor kérték meg a bemutató vezető oktatót a kísérletek receptjéért. Úgy gondoltuk, hogy egy csokorba gyűjtve a már ismert és mások, valamint általunk is kipróbált kísérleteket, olyan tanároknak is segítséget nyújthatunk, akik ilyen rendezvényeken nem vehettek részt.

Csak a látvány megteremtése önmagában öncélú lenne. Ezért a kísérletek részletes leírásán túl olyan, a középiskolás diák ismereteinek megfelelő szintű magyarázatot is fűzünk a kísérletekhez, amelyek megfelelően világítják meg a látvány kémiai hátterét.

Reméljük gyűjteményünkkel hasznosan járulunk hozzá a középiskolában dolgozó kollégáknak a kémia tanításában vállalt munkájához.

1. Titkosírás (1)

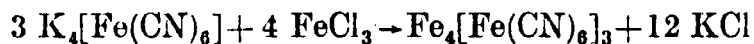
A kívánt szöveget szűrőpapírra írjuk fel ecsettel, $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ ammónium-tiocianát vagy azonos koncentrációjú kálium-[hexaciano-ferrát(II)] „színtelen” oldatokkal. Spricceljünk hajlakkszóróból $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ vas(III)-klorid-oldatot a megszáradt szűrőpapírral. Az írás előtűnik vörös, illetve kék színben. A reagens oldatok koncentrációjának változtatásával a színárnyalatok módosíthatók.

Reakciók:



színtelen

vörös



„színtelen”

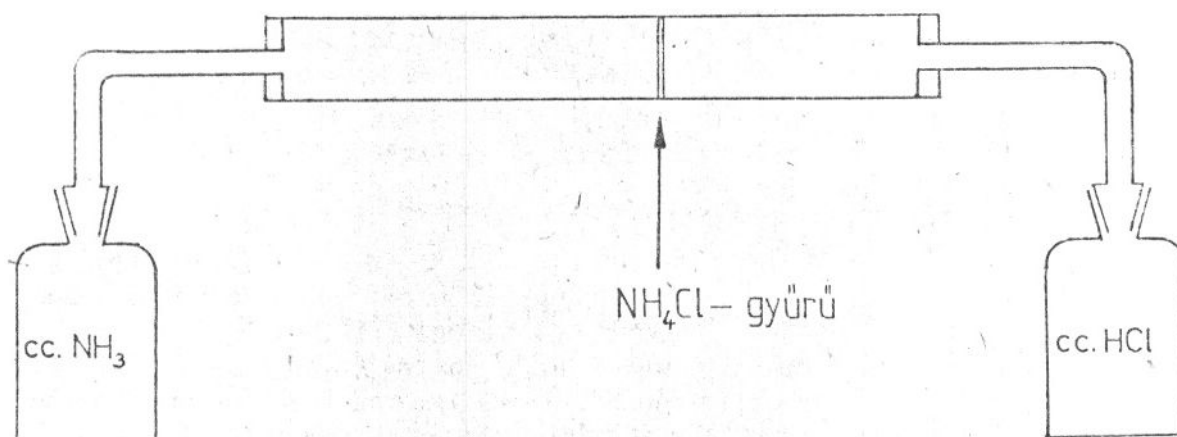
kék

2. A gázok diffúziójának szemléltetése (2)

Ezzel a kísérlettel bemutathatjuk a szilárd ammónium-klorid képződését ammóniából és sósavból, szemléltethetjük a gázok diffúzióját. Kiszámíthatjuk a gázok átlagos diffúziósebességét és rámutathatunk a gázok diffúziósebessége és molekulatömege közötti összefüggésre is.

Eszközök: 1 db 70 cm hosszú, 1,5 cm \varnothing -jű üvegső, 2 db csiszolatos nyakú folyadékedény teljesen megtöltve cc. ammóniával, illetve cc. sósavval, 2 db csiszolatos hajlított üvegső, amelyeket dugókkal rögzítünk a hosszú csőbe. (Ha csiszolatos eszközök nincsenek, hajlított üvegsővel és gumidugókkal is elkészíthető.)

Az elrendezés az ábrán látható:



A kísérlet elindításától számítva körülbelül 20—25 perc múlva egy fehér gyűrű jelenik meg a sósavas edényhez közelebb. Ha jól rendeztük be a kísérletet, akkor a cm pontossággal leolvasott távolságok: $s_{\text{NH}_3} = 42 \text{ cm}$, $s_{\text{HCl}} = 28 \text{ cm}$. Rámutathatunk, hogy a megtett út (ha az időt is mértük és a sebességet is kiszámoltuk, akkor a sebesség) annál nagyobb, minél kisebb a molekulatömeg. Elmondhatjuk, hogy a gázok mozgásának elméletéből az következik, hogy az azonos idő alatt megtett út közelítőleg a molekulatömeg négyzetgyökével fordítottan arányos. Így az elméletileg várható érték a megtett utak arányára a következőképpen számítható:

$$\frac{s_{\text{NH}_3}}{s_{\text{HCl}}} = \frac{\sqrt{M_{\text{HCl}}}}{\sqrt{M_{\text{NH}_3}}} = 1,47$$

A fenti kísérleti távolságadatokból ez az arány 1,5-nek adódik. Gondos kísérleti munkával az a pontosság elérhető.

3. Puffanás és füstfelhő (1)

Tegyünk egy körülbelül 3 cm hosszú és 1 cm \varnothing -jű üveghengerbe annyi benzoil-peroxidot, hogy a henger alját vékony rétegben fedje el! Adjunk ehhez egy csepp anilint! Tizenöt másodperc elteltével egy puffanást hallunk és füst száll fel a hengerből. A kísérletet óvatosan, a diákoktól távol végezzük! A benzoil-peroxid robbanásveszélyes!

4. Oszcilláló reakció (3)

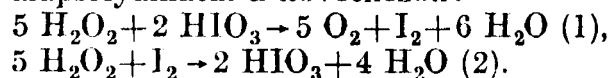
Frissen készítsük el a következő oldatokat!

- A) 205 ml 30%-os hidrogén-peroxidot hígítsunk vízzel 500 ml térfogatra.
 B) 21,4 g KIO_3 +20 ml 2 mol dm^{-3} kénsavat hígítsunk vízzel 500 ml-rel. A KIO_3 oldódásának gyorsításához melegíthetjük az oldatot.
 C) 7,8 g malonsav+1,7 g $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ +0,15 g keményítő feloldva vízben, majd 500 ml-re kiegészítve. Az oldódást melegítéssel segíthetjük elő.

Az A, B, C oldatokból azonos térfogatú (100—100 ml) részleteket mérünk ki. Egy 500 ml-es főzőpohárba öntsük be először a B-t, majd ehhez egyszerre adjuk hozzá az A és C oldatokat. Az összeöntés után egyszer jól keverjük meg üvegbottal az oldatot. További keverés nem szükséges. Az oldat színtelen, világossárga és sötétkék színű állapotokon keresztül többször is változtatja a színét, oszcillál. A reakció előrehaladásával élénk pezsgés is megfigyelhető. Figyelmeztetés: A hidrogén-peroxid és a kénsav is veszélyes anyagok, bőrrel ne érintkezzenek!

Ezt a kísérletet Briggs és Rauscher dolgozta ki [4], továbbfejlesztve az eredeti Bray-féle hidrogén-peroxid-jodát oszcillációs reakciót [5].

A reakció teljes mechanizmusa ma sem ismeretes. Az eredeti Bray-féle reakció alapfolyamatai a következők:



Mindkét lépés autokatalitikus és ez lehet a felelős az oszcillációs jelenség kialakulásáért. A módosított reakcióban a mangán (II) szerepe az (1) reakció katalizálásában nyilvánul meg, míg a malonsav a jóddal reagálva jodidiont termel és így inhibálja az (1) reakciót. A világossárga szín megjelenését a jód megjelenése idézi elő, amikor kicsi a jodidion-koncentráció, míg a kék szín megjelenése a jodidion koncentráció növekedését jelzi. Ekkor ugyanis az oldatban trijodidion képződik, ami a keményítővel jellegzetes kék színt eredményez. A jód elfogyása e komponensek elbomlását váltja ki és így az oldat ismét színtelen lesz, a ciklus pedig előlről kezdődik. A reakció arra is alkalmas, hogy felhívassuk a tanulók figyelmét azokra a bonyolult folyamatokra, amelyeknek az élő szervezetekben kell végbemenniük, hogy annak szabályos, ritmikus működését biztosítsák.

5. A luminol kemilumineszcenciája — hideg fény (1)

Készítsük el a következő törzssoldatokat előre!

A: 0,2 g luminol (3-amino-ftalhidrazid) és 10 ml 10%-os nátrium-hidroxid + 90 ml víz.

B: 3 g kálium-[hexaciano-ferrát(III)] + 97 ml víz.

A törzssoldatokból frissen készítsük el a következő oldatokat!

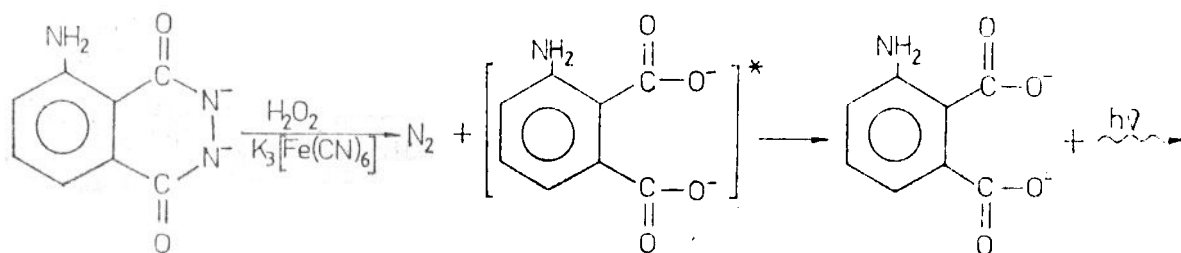
1: 10 ml A + 70 ml víz.

2: 10 ml B + 70 ml víz + 0,6 ml 30%-os hidrogén-peroxid.

Sötétítsük el a szobát. Egy nagy edénybe, amelynek az aljára néhány kristály kálium-[hexaciano-ferrát(III)]-ot helyeztünk, egyidejűleg egy tölcseren keresztül öntsük be az 1 és 2 jelű oldatokat. Kékeszöld fényt észlelünk. A világítás befejeződése után néhány csepp híg lúg hozzáadásával a reakció ismét előidézhető.

Értelemzés:

Lúgos oldatban a luminol kétszeresen ionizált formában van jelen. Az oxidáló szerek hatására egy gerjesztett állapotú amino-ftalátion és nitrogéngáz képződik. A gerjesztett részecske egy foton leadásával (hullámhossz 424 nm) stabilizálódik. Ezt a folyamatsort a következő reakciósorral írhatjuk le:



Irodalom

- [1] P. S. Bailey—C. A. Bailey—J. Andersen—P. G. Educ. 52 (8), 525, 1975.
- [2] J. A. Campbell: Why do chemical reactions occur?, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., 1965.
- [3] Source Book for Chemistry Teachers, Am. Chem. Soc., 1981.
- [4] T. S. Briggs and W. C. Rauscher: J. Chem. Educ. 50, 496, 1973.
- [5] W. C. Bray; J. Am. Chem. Soc. 43, 1262, 1921.