

## I. feladat

Minden versenyző ugyanazt a három mintát kapta. A munkához egy óra állt a rendelkezésükre. A következőkben bemutatunk egy-egy lehetséges gondolatmenetet.

Az 1. minta összetétele:  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

A por nem színes.  $\Rightarrow \text{NiCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  nincs benne.

Savval pezsgés nem tapasztalható.  $\Rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  sincs.

Vízzel nem ad tiszta oldatot. A csapadék csak  $\text{AgCl}$  lehet, ezt az is alátámasztja, hogy  $\text{NH}_3$  oldja a csapadékot. Tehát  $\text{AgNO}_3$  és  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  is van.

$\text{NaOH}$ -dal melegítve  $\text{NH}_3$  fejlődik – a nedves indikátorpapír a kémcső szájánál lúgos kémhatást mutat. Van  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  is.

A 2. minta összetétele:  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}$

Szürke por ( $\text{MnO}_2$  és/vagy  $\text{Mg}$  van benne.)

Vizet hozzáadva szürke anyag marad vissza ( $\text{BaSO}_4$  és/vagy  $\text{ZnO}$  is van).

Salétromsavban lassan, pezsegve feloldódik maradék nélkül.

$\text{BaSO}_4$  és  $\text{MnO}_2$  nem lehet.  $\text{ZnO}$  és  $\text{Mg}$  van a keverékben.

Sósavban nem oldódik teljesen, csapadék –  $\text{PbCl}_2$  – képződik.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  is van.

$\text{KI}$  nincs, különben oldáskor sárga  $\text{PbI}_2$  csapadék keletkezne.

A 3. minta összetétele:  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Savban pezsegve maradék nélkül feloldódik.  $\text{CaCO}_3$  van,  $\text{TiO}_2$  nincs.

A por színe zöldes, a savas oldat halványkék, ammóniával mélykék színeződést ad  $\Rightarrow \text{CuCl}_2$ .

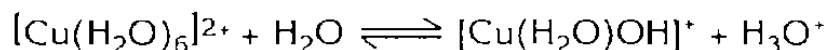
A savas oldatból  $\text{NaOH}$ -val halványkék csapadék válik le, színe állandó.  $\text{CaSO}_4$  csapadék sem jelentkezett.  $\Rightarrow \text{FeSO}_4$  nincs.

A  $\text{CuCl}_2$  mellett  $\text{KI}$  nem lehet. Különben  $\text{CuI}$  csapadék és barnás  $\text{I}_2$  keletkezne oldáskor.

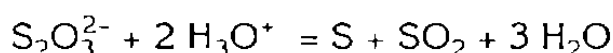
A feladat 16 pontot ért, ehhez a felsorolt 16 anyag mindegyikéről be kellett bizonyítani 1–1 pontért, hogy szerepel-e a keverékben vagy sem. 0,5 pontot ért, ha a helyes gondolatmenethez téves észlelés társult. Az eredmények egyenletesen oszlottak el a legjobb, 15 pontos és a leggyengébb, 3 pontos között. Az átlagos pontszám 8,2 volt. Legnehezebbnek a 2. minta bizonyult, ezzel boldogultak a legkevesebben, de az egyes összetevők jelenlétét itt is többen be tudták bizonyítani. Egyik diáknak sem jutott az az eszébe, hogy a  $\text{Mg}$  fém redukálhatja a jelenlevő ólomsót és ez magyarázza azt, hogy a fémpor oldódása salétromsavban jóval lassabb a várhatónál. Jó néhány versenyzőnél hiányzott az észlelések és a gondolatmenet világos, logikus rögzítése.

## II. feladat

A sav-bázis titrálással a keverék  $\text{CaCO}_3$  tartalma (60,00%) volt meghatározható – a porkeverék oldásához használt sósav feleslegét titrálták vissza  $\text{NaOH}$ -val a diákok. A keverék réz-klorid tartalma zavarja ezt a mérést, mivel a hidratált réz-ionok is savasan hidrolizálnak.



Tioszulfát-oldatot adva a törzsoldathoz kisebb fogyás volt tapasztalható. Ennek oka az, hogy a rézionok tioszulfato komplexet képeznek és hidrolízisük visszaszorul. Így kiküszöbölhető a túlfogyás, csak a sósav fogyasztja a titráló oldatot. A titrálás elején, az erősen savas oldathoz adva a tioszulfát oldatot, az elbomlana.



A hidratált rézion savi disszociációs állandója a következő:

$$K_{\text{sav}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}]}{[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}]}$$

A képletben minden koncentráció megbecsülhető, ha a közelítő titrálás ekvivalenciapontját tekintjük. A pH az indikátor átcsapási pH-ja. A tioszulfát nélkül végzett méréseknél a túlfogyás a monohidroxo komplex képződésére fordítódik, tehát a két mérés közti fogyáskülönbségből kiszámítható ezen ion anyagmennyisége az oldatban. A porkeverék összetételéből kiszámítható az összes réz mennyisége is.

Ebben a részfeladatban is 16 pontot szerezhettek a versenyzők, ebből 10 pontot ért a mérési pontosság. Maximális pontot 1% hibán belül lehetett szerezni, ezen a határon kívül minden 0,5% hiba 1 pont levonását hozta. Jól sikerültek a mérések, az átlagos pontszám 7,1 lett.

A keverék összetételének helyes kiszámításáért, a kérdések megválaszolásáért és a disszociációs állandó megbecsüléséért is 2–2 pont járt. A számolás és a kérdések nem jelentettek általában problémát, csak az utolsó részfeladat bizonyult nehéznek. Erre teljes válasz nem érkezett, bár a megoldáshoz szükséges minden részeredményre többen is rájöttek.

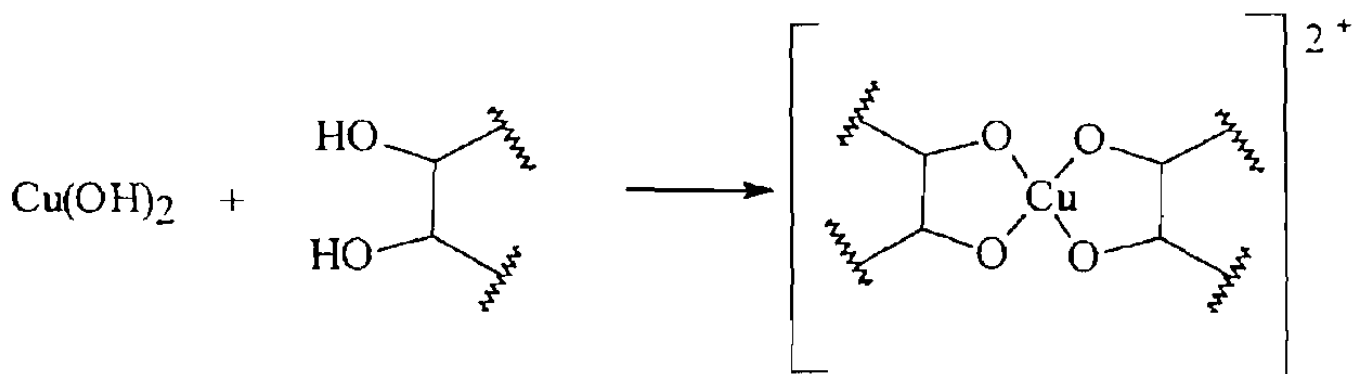
## III. feladat

A kiadott anyagok azonosítását több elvileg egyenértékű úton lehet elvégezni. Az alábbiakban az azonosítás egyik lehetséges és talán leggyorsabb menetét közöljük.

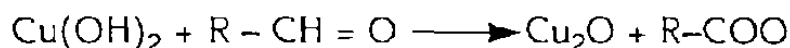
A felsorolt anyagokat desztillált vízben való oldhatóságuk alapján három csoportba oszthatjuk, és a csoportokon belül egyszerű kémiai kimutatási próbákkal tudjuk az ismeretleneket egyértelműen azonosítani. Oldhatósági próbát végzünk desztillált vízzel.

1. Oldódnak: gyümölcscukor, répacukor, szorbit.

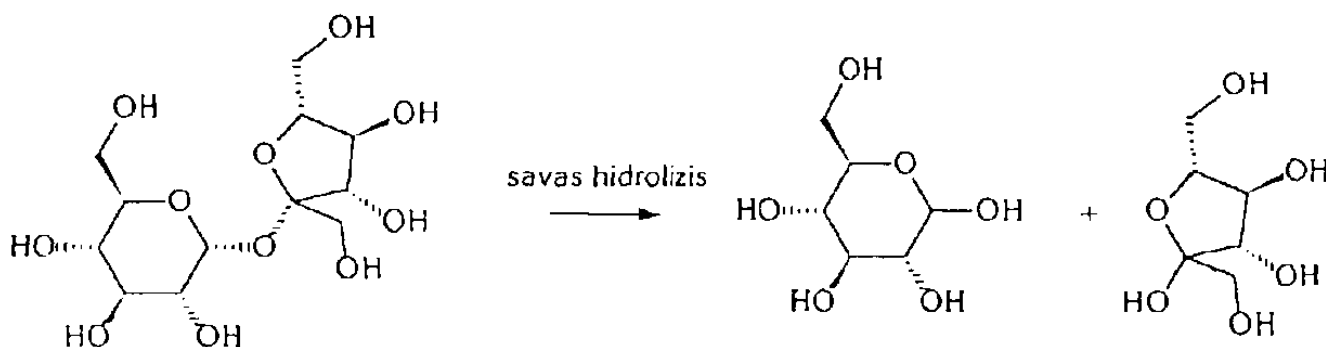
NaOH-dal leválasztunk  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  csapadékot, amelyet mindhárom polialkohol típusú vegyület sötétkék színű komplex formájában oldatba visz.



Vizfürdőn melegítve csak a gyümölcscukor redukálja a  $\text{Cu}(\text{II})$ -t vörös színű  $\text{Cu}_2\text{O}$  csapadék kiválása közben, mert lúgos közegben a nem redukáló gyümölcscukor szőlőcukorrá izomerizál, amely már adja a Fehling-próbát. Első meghatározott anyagunk: *gyümölcscukor*



A répacukor nem redukáló diszaharid, amely savas közegben melegítve szőlőcukor és gyümölcscukor elegyére hidrolizál. A maradék két vízoldható anyagot HCl-val vizfürdőn melegítjük (kb. 1 perc), majd NaOH-dal lúgosítjuk, és a fent leírt módon elvégezzük a „Fehling-próbát”. Pozitív reakciót ad: *répacukor*, mert a hidrolízis során keletkező monoszaharidok adják a Fehling-próbát.



Nem ad csapadékot a *szorbit*, mert nincs redukáló aldehidcsoportja, és a kísérleti körülmények között nem is keletkezhet.

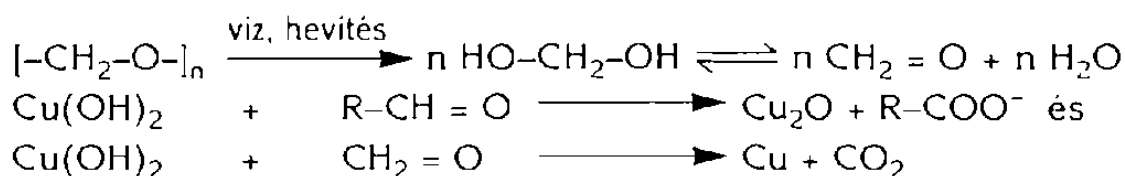
2. Vizben csak melegítés hatására oldódik a keményítő, a zselatin és a paraformaldehid.

A keményítő opálos kolloid oldatot képez, a zselatin nem túl híg oldata hűtés hatására gélessé válik, esetleg teljesen bekocsonyásodik, a por alakú paraformaldehid pedig vízzel való forralás hatására depolimerizálódik, és formaldehid-

szagú valódi oldat keletkezik belőle. Mindezen ismérvek alapján már gyanakodhatunk az egyes üvegek tartalmára, és csak az egyértelmű kémiai reakcióval történő kimutatás van hátra.

Tapasztalhattuk, hogy a szorbit kitűnően oldja a lúggal leválasztott  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  csapadékot de nem redukálta azt, ezért a szorbittal helyettesíteni tudjuk a Fehling-II oldatot. A vizsgálandó oldattal a „Fehling-próbát” a következőképpen végezzük el:  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  csapadékot választunk le NaOH-dal, majd a már azonosított szorbit oldatával feloldjuk. Az így kapott „Fehling” reagens oldatot adjuk az előkészített ismeretlen oldatához, és vízfürdön melegítjük. 1–2 perc eltelte után jelenik meg vörösesbarna csapadék és ezzel egyidőben gáz is fejlődik, ami a kémcső szájába tartott égő gyufaszálat eloltja. Mindezek a *paraformaldehidre* jellemző reakciók.

Magyarázat: A formaldehid redukálja a  $\text{Cu}(\text{II})$ -t, és  $\text{Cu}_2\text{O}$  válik le. Mivel a keletkező hangyasav szintén erős redukálószer, a redukció tovább is megy, miközben fém réz válik ki, és  $\text{CO}_2$  gáz szabadul fel.



Tudjuk, hogy a keményítő szőlőcukor-egységekből, 1–4 és 1–6 glikozidos kötésekkel épül fel. A keményítő molekulái redukáló véggel rendelkeznek, ezek koncentrációja azonban elég alacsony a keményítő vizes oldatában. A keményítő ily módon nem, vagy csak eléggé tömény oldatban ad pozitív Fehling próbát, valamint a  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ -ot sem oldja. Savas hidrolízissel azonban – hasonlóan a répacukorhoz – a keményítő glikozidos kötésesei hasadnak, és újabb redukáló végek szabadulnak fel, végeredményben pedig szőlőcukor keletkezik amely adja Fehling próbát. A vizsgálandó anyagunkat HCl-val vízfürdön melegítjük (kb. 1 perc), majd NaOH-dal lúgosítjuk. „Fehling” reagenst a paraformaldehid kimutatásánál leírtak szerint készítünk, majd a kapott reagens oldatot adjuk az előkészített ismeretlen oldatához, és vízfürdön melegítjük. Vörös  $\text{Cu}_2\text{O}$  csapadék megjelenése igazolja *keményítő* jelenlétét.

(Megjegyzés: Hosszabb hidrolízisidő (>3 perc) esetén a keményítő olyan mértékben degradálódik, hogy az oldat teljesen kitisztul, és a keletkezett lúgosított hidrolizistermék maga is oldja a  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  csapadékot. Ilyenkor a próba elvégzéséhez nincs szükség a szorbit mint komplexképző hozzáadására sem. Helyes eredményre vezet az is, ha a répacukrot alkalmazzuk komplexképzőként, hiszen lúgos közegben ez sem hidrolizál, és nem ad pozitív Fehling-reakciót.)

Ha a vizsgálandó anyagot NaOH-dal vízfürdön melegítjük, és a távozó gőzök kémhatása lúgos, ez N-tartalmú szerves anyagra utal, ami az ismeretlenek közül a *zselatin*. A zselatin fehérje, ami (hasonlóan a tojásfehérjéhez) adja a biuret reakciót. Ha az ismeretlen anyagot NaOH-ban oldjuk, majd a kapott oldathoz

kevés  $\text{CuSO}_4$  oldatot adunk, lila színeződést tapasztalunk. A pozitív biuret reakció jelzi fehérje jelenlétét.

3. Az egyetlen vízben oldhatatlan anyag tehát a PVC. Jellemző azonosító reakciója: a vizsgálandó anyagot száraz kémcsőben nyílt lángon hevítjük. A kémcső szájához nedves indikátorpapírt közelítünk. Vörös elszíneződés jelzi a HCl gáz képződését ami a polimer degradációja során képződik.

A feladat helyes megoldására összesen 18 pontot lehetett kapni. 1–1 pont járt minden helyesen azonosított ismeretlenért, a kimutatási próbák helyes leírása és magyarázata vegyületenként (azok bonyolultságától függően) 1–2,5 pontot ért. A legjobb teljesítményt nyújtó versenyző 17 pontot ért el, a legalacsonyabb pontszám 3 volt. A dolgozatok értékelésének tapasztalata azt mutatta hogy a III. feladat megoldásához a tanulók elméleti felkészültsége sok esetben jóval magasabb pontszám elérését tette volna lehetővé, a versenyzők szerves kémiai gyakorlati felkészültsége azonban kissé elmaradt a szervetlen kémiai analitikai tárgyú gyakorlati képzettségétől.