

I. feladat

Ismeretlen szerves vegyület minőségének és mennyiségének meghatározása

A kémcsőben és a mérőlombikban ismeretlen szerves vegyület vizes oldata van. A vegyület m/m%-os összetétele:

76,6% szén,	Ar(C) = 12,0
6,4% hidrogén,	Ar(H) = 1,0
17,0% oxigén,	Ar(O) = 16,0

A vegyület egy molekulája egy oxigénatomot tartalmaz.

Számítás, az alábbi **mérési leírás** és a rendelkezésre álló **reagensek** segítségével **azonosítsa** a **kémcsőben levő ismeretlen**, majd **titrálással** határozza meg a **mérőlombikban** levő ismeretlen **tömegét!**

(A kémcsőben levő oldat koncentrációja a mérendő oldaténál nagyobb.)

Az azonosításhoz rendelkezésre álló reagensek: metilvörös indikátoroldat, brómos víz, vas(III)-klorid-oldat.

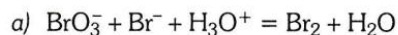
A mérés végrehajtása

A mérőlombikban levő ismeretlenből a szokott módon készítsünk törzsoldatot, majd a törzsoldat 10-10 cm³-ét pipetázzuk a három csiszoldugós Erlenmeyer-lombikokba, és 20-20 cm³, pontosan 0,00166 mol/dm³ koncentrációjú kálium-bromát-oldatot (KBrO₃) pipetázzunk a bemért mintákhoz! Ezután szórjuk a lombikokba a papírkapszulában levő szilárd kálium-bromid teljes mennyiségét, a csiszolatokat gondosan öblítsük be, és 5-5 cm³ 20%-os sósavoldattal (mérőhengerrel mérjük ki) savanyítsuk! A sorrendet pontosan tartsuk be!

Ezután a lombikokat a dugóval **gyorsan zárjuk le**, és 20 percig hagyjuk állni, közben 5 percenként rázogassuk meg!

A 20 perc eltelte után szórjuk a lombikokba a papírkapszulában levő szilárd kálium-jodid teljes mennyiségét, a csiszolatokat gondosan öblítsük be, és **dugóval azonnal elzárva** 5 percig hagyjuk állni! Ezután pontosan 0,01 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-tioszulfát (Na₂S₂O₃) mérőoldattal megtitráljuk úgy, hogy csak **halványsárga színnél** cseppentjük bele a 8-10 csepp keményítő indikátoroldatot, és **elszíntelenedésig** titrálunk.

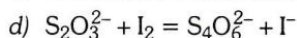
Írja fel a mérés során végbemenő kémiai reakciókat, illetve a megadottakat rendezze!



b) Az ismeretlen 1 molja **3 mol brómmolekulát fogyaszt**, és 3 mol brómatomot köt meg.

.....

c)



Az I. feladat megoldásának menete

1. Minőségi meghatározás

a) Az ismeretlen szénvegyület összegképletének meghatározása:

A vegyület tömegszázalékos összetételéből kiszámítható, hogy 100 g vegyületben $\frac{76,6}{12} =$

$= 6,38$ mol szén, $\frac{6,4}{1} = 6,4$ mol hidrogénatom

és $\frac{17}{16} = 1,062$ mol oxigénatom van.

Mivel a feladat szerint a vegyület egy molekulája egy oxigénatomot tartalmaz, az $\frac{1}{1,062} =$

$= 0,941$ összefüggés felhasználásával kiszámítható, hogy egy mol vegyületben $6,38 \cdot 0,941 = 6$ mol szénatom és $6,4 \cdot 0,941 = 6$ mol hidrogénatom van.

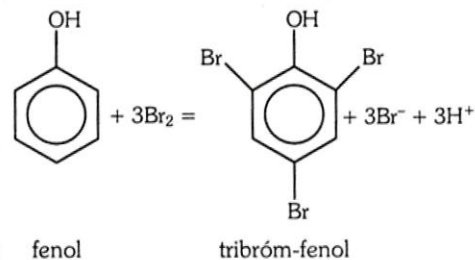
Az ismeretlen vegyület összegképlete tehát: C₆H₆O, vagyis várhatóan a fenol: C₆H₅OH.

b) Azonosítás

A rendelkezésre álló reagensek segítségével végzzük el:

- A metilvörös indikátoroldat az ismeretlen vegyület vizes oldatának savas (gyengén) kémhatását jelzi.

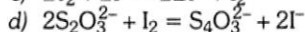
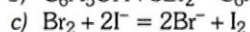
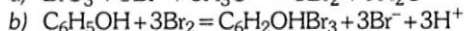
- Brómos vízzel sárgásfehér csapadékot ad a vizsgált minta, ami fenol jelenlétét valószínűsíti:



- vas(III)-klorid hatására (C₆H₅O)₃Fe öszszetételű, ibolyaszínű vegyület keletkezik.

2. Mennyiségi meghatározás

A mérés során végbemenő kémiai reakciók:



- Az a) reakcióegyenlet értelmében 1 mol bromátból 3 mol bróm képződik, így a 20 cm³ 0,00166 mol/dm³ kálium-bromát-oldatból **10⁻⁴ mol bróm képződik**.

- A 10⁻² mol/dm³ koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldatból **X cm³ fogyást** feltételezve, a keletkezett jód mennyisége meghatározható a d) egyenlet alapján:

1000 cm³ 0,01 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-tioszulfát-mérőoldat 0,005 mol jó-

dot mér. X cm³ fogyás tehát $\frac{X \cdot 0,005}{1000}$ mol,

azaz **10⁻⁶ · X mol jóddal egyenértékű**.

- A c) egyenlet szerint a 10⁻⁶ · X mol jód 10⁻⁶ · X mol brómból keletkezett.

- Az eredetileg jelenlévő 10⁻⁴ mol brómból a fenolal való reakció után, tehát csak **X · 10⁻⁶ mol bróm maradt**.

- A fenol által elfogyasztott bróm mennyisége: $\frac{10^{-4} - X \cdot 10^{-6}}{3}$ mol.

- A 100 cm³ törzsoldatban lévő fenol anyagmennyisége ennek tízszerese, vagyis $\frac{10^{-3} - X \cdot 10^{-5}}{3}$ mol.

- **A törzsoldat tehát $\frac{10^{-3} - X \cdot 10^{-5}}{3} \cdot 94$ g fenolt tartalmazott.**

Az I. feladat értékelése

Az ismeretlen szerves vegyület hibátlan minőségi és mennyiségi meghatározása **28 pontot** ért. **A minőségi meghatározáson** belül az összegképlet meghatározás 2 pontot, a kémcsőreakciók elvégzése és értelmezése 4 pontot jelentett, így a minőségi meghatározásra **összesen 6 pontot** lehetett kapni.

A **mennyiségi meghatározásnál** a titrálási pontosságot maximum 8 ponttal jutalmaztuk. (1% hiba alatt 8 pontot kapott a versenyző, 1-2%-ig 6 pontot, 2-3% között 4 pontot, 3-4% között 2 pontot és 4% felett 0 pontot.) Az egyenletírás és rendezés 3 · 2 = 6 pontot ért, míg a titrálási eredményekből a kért adatok kiszámolása 8 pontot, így az elérhető **maximális pontszám 22 pont** volt.

A 26 versenyző közül öten érték a maximális **28 pontot**. A kapott pontszámok 11 és 28 között változtak, de 11 pontot csupán egy versenyző ért el, az átlagteljesítmény **22 pont** volt. Általában a minőségi meghatározásban jeleskedtek a versenyzők, az adatok feldolgozása, a számolás sem jelentett gondot. Nem mondható el ez a titrálási pontosságról. Sok egyébként igen értelmes, jól felkészült tanuló még mindig igen **járatlan a gyakorlati munkában**. Ez valószínűleg az iskolák szegényes felszerelésének tudható bel elsősorban.

II. feladat

1. 3,5 g $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ és 1,65 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -ből készítsen **maximális hatékonysággal** $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ összetételű kettős só, ha a következő oldhatósági adatokat ismeri:

20 °C-on 9,2 g, 70 °C-on 29,8 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ oldódik 100 g vízben.

(20 °C-on 61,3 g $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, illetve 90 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ oldódik 100 g vízben.)

$\text{Ar}(\text{Ni}) = 59,0$; $\text{Ar}(\text{S}) = 32,0$; $\text{Ar}(\text{N}) = 14,0$

Tervéről és munkájáról készítsen **részletes jegyzőkönyvet!** A kapott kettős só adja be a felügyelő tanárnak!

2. Hét számozott kémcsőben a következő vegyületek oldatai vannak:

BaCl_2 ; KCl ; Na_2SO_4 ; $\text{Ba}(\text{OH})_2$; Na_2CO_3 ; $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$; H_2SO_4 .

Csak az oldatokat és üres kémcsövet használva határozza meg az 1-7 kémcsövek tartalmát!

A feladat elvégzésére **90 perc** áll rendelkezésre.

A II/1. feladat megoldásának menete:

A $3,5 \text{ g NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ $\frac{3,5 \text{ g}}{281 \text{ g/mol}} = 0,0125 \text{ mol}$, az $1,65 \text{ g } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ pedig $\frac{1,65 \text{ g}}{132 \text{ g/mol}} = 0,0125 \text{ mol}$ anyagmennyiséget jelent. Ebből látszik, hogy maximálisan $0,0125 \text{ mol } (\text{NH}_4)_2 \cdot \text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ összetételű kettős só képződik, amely $0,0125 \cdot 395 \text{ g} = 4,94 \text{ g}$.

Mennyi vízben kell feloldani a kiindulási sókat ahhoz, hogy 70 °C-on telített oldatot kapjunk?

29,8 g só oldódik 100 g vízben,

4,94 g só oldódik x g vízben

ebből $x = 16,6 \text{ g}$. Tehát a 70 °C-os oldat tömege: $4,94 + 16,6 = 21,51 \text{ g}$. A feloldott sók együttes tömege: $3,50 + 1,65 \text{ g} = 5,15 \text{ g}$. Így $21,51 - 5,15 \text{ g} = 16,36 \text{ g}$, kerekítve $16,4 \text{ g}$, illetve $16,4 \text{ cm}^3$ vizet használhatunk a két só feloldásához. A sók oldhatóságát figyelembe véve a nikkelsót 9-10 cm^3 forró vízben, az ammónium-sót 6-7,5 cm^3 forró vízben kell feloldani. A két forró oldat összeöntése és lehűtése után a kiváló kristályos anyag leszűrhető.

A II/1. feladat értékelése

A számolás és gyakorlati munka együtt **8 pontot** jelentett, 5 ponttal jutalmaztuk a jó számolást, 1 ponttal a munkatervet, 2 ponttal pedig a beadott anyag mennyiségét.

A feladat jellege szemmel láthatóan meglepte a versenyzőket, a számolással jobban boldogultak, mint a gyakorlati kivitelezéssel. Meglepő volt, hogy 12 tanuló – csaknem a versenyzők fele – nem tudott beadni értékelhető mennyiségű só. Az elért pontszámok átlaga: **5,4 pont**.

A II/2. feladat megoldásának menete

Hétféle színtelen oldatot egymással való reagáltatással kellett azonosítani. Némileg nehezíti a megoldást, hogy csupa színtelen csapadék képződik.

A lehetséges reakciókat az 1. táblázatban foglaljuk össze.

	BaCl_2	KCl	Na_2SO_4	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	Na_2CO_3	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	H_2SO_4
BaCl_2	X	–	↓	–	↓	–	↓
KCl	–	X	–	–	–	–	–
Na_2SO_4	↓	–	X	↓	–	–	–
$\text{Ba}(\text{OH})_2$	–	–	↓	X	↓	↓	↓
Na_2CO_3	↓	–	–	↓	X	↓	↑
$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	–	–	–	↓	↓	X	–
H_2SO_4	↓	–	–	↓	↑	–	X

1. táblázat