

## 1. feladat

Ebben a feladatban a fehérítőpor néven ismert tisztítószert adalékanyagot állíthatjátok elő!

### Preparatív feladat:

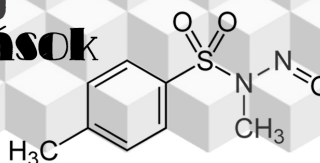
10,0 g bóraxot oldjatok fel meleg NaOH-oldatban, melyet úgy állíthattok elő, hogy 2,1 g NaOH-ot 62,5 ml vízben feloldotok. Borszeszegő felett való melegítéssel addig kevergesétek az oldatot, míg teljesen fel nem oldódik a szilárd anyag. Szobahőmérsékletre hűtés után lassan, folyamatos kevergetés mellett öntsetek hozzá 118 ml 3,0  $m/m\%$ -os  $H_2O_2$  oldatot. Hűtsétek le az oldatot jeges-vizes fürdőben. Kis ideig hagyjátok állni az oldatot, míg megkezdődik a perborát kristályok kiválása. Kevergesétek az oldatot! A kristályosodás befejeztével szűrjétek le az anyagot Büchner-tölcsér segítségével, mossátok egyszer jéggel lehűtött vízzel ( $15\text{ cm}^3$ ), majd kétszer  $20\text{ cm}^3$  alkohollal, és szárítsátok 5 percig.

- Kihevített, kristályvizét elvesztett bóraxot elemáncizátoros vizsgálatnak vetünk alá. Azt az eredményt kapjuk, hogy 22,85  $m/m\%$  nátrium és 21,49  $m/m\%$  bór mellett csak oxigént tartalmaz. Mi a kihevített bórax képlete?
- A gyógyszerárban kapott, egyébként tiszta bóraxot szeretnénk átkristályosítani, hogy szép kristályokat kapjunk. Ezért 58,20 g bóraxot  $80\text{ }^\circ\text{C}$ -os vízben oldunk. Annyi vizet adunk hozzá, hogy éppen telített oldatot kapjunk. Ezután lassan  $5\text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtjük a rendszert és egy parányi oltókristállyal segítjük a tökéletes geometriájú kristályok képződését. A művelet sikeres befejezéseként 57,65 g kristályt kapunk. A szakirodalom alapján tudjuk, hogy  $100\text{ g}$  víz  $5\text{ }^\circ\text{C}$ -on 2,52 g, míg  $80\text{ }^\circ\text{C}$ -on 79,57 g kristályvízmentes bóraxot old. Hány kristályvízzel kristályosodik a bórax?
- A fehérítőport így jellemzik: a nátrium-perborát vizes oldat formájában  $60\text{ }^\circ\text{C}$  felett gyorsan bomlik, amely során oxigén szabadul fel. Mi lehet ennek az oka? Mi lehet a képlete?
- A fehérítőpor összetételének meghatározása végett egy 13,90 g-os mintát hevíteni kezdünk.  $70\text{ }^\circ\text{C}$  után tömegállandóságot tapasztalunk, 9,02 g anyag marad vissza, mely visszahűlés után elfolyósodik. Mi lehet a visszamaradt anyag képlete?

### Analitikai feladat:

Mérjétek ki óraüvegen 4,0 és 4,5 g közötti tömegű, általatok készített fehérítőport és oldjátok fel  $100\text{ cm}^3$  desztillált vízben. Ezután egy  $250\text{ cm}^3$  mérőlombikba öntsétek át az oldatot, majd töltsétek jelre. Egy mérés elvégzéséhez pipettázzatok ki  $20\text{ cm}^3$ -t a törzsoldatból, majd adjátok hozzá  $10\text{ cm}^3$  10 %-os kénsavat és 0,6 - 0,7 g KI-ot. A KI-ot mindenképpen a savanyítás után adjátok a mintához. Várjatok 15-20 percet, majd titráljátok meg  $0,1\text{ cm}^3$   $Na_2S_2O_3$ -oldattal. A végpont előtt, halványsárga színnél pár csepp keményítőt adjátok az oldathoz és a kék oldatot titráljátok elszíntelenedésig!

- A titrálás eredménye alapján számítsátok ki a fehérítőpor pontos összetételét!
- Hogyan képződhet a fehérítőporból oxigén? Melyik vegyület felelős érte? Hogyan mutatnátok ki ezt a vegyületet? Tervezzétek meg egy kimutatási próbát!



g) A megadott minta alapján írjatok jegyzőkönyvet!

**Megoldás:**

a) Könnyen kiszámolható, hogy a kihevített bórax összegképlete  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ .

b) Ebben az esetben tételezzük fel, hogy az 58,2 g kristályvizes (hiszen a gyógyszerárban vettük) bóraxban  $a$  g kristályvízmentes só van. A telített oldat készítéséhez pedig  $b$  g vizet használtunk fel. Kiszámolva a tömegszázalékos oldhatóságot a következő egyenletet kapjuk:

$$\frac{a}{58,2 + b} = 0,44$$

Ha 58,2 g kristályvizes bóraxban  $a$  g víz van, akkor 57,64 g-ban  $0,99a$  g található. Tehát az oldatban maradt bórax tömege  $0,01a$  g. Az oldat tömege pedig  $b + 0,66$ . Tehát:

$$\frac{0,01a}{0,66 + b} = 0,023$$

Az egyenletet megoldva  $a$ -ra 31 g adódik, ebből pedig kiszámolható, hogy a bórax 10 kristályvízzel kristályosodik.

c) A fehérítőporban valamiféle peroxo-vegyület található, ezért fejlődik belőle oxigén. Ez kétféleképpen valósulhat meg: peroxo-borát anion vagy kristályvíz-szerűen jelenlévő hidrogén-peroxid miatt. Ha utóbbit feltételezzük, akkor a kapott kristályok keletkezésének reakcióegyenlete:

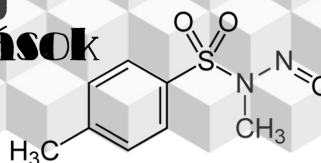


d) A számolás eredményeképpen megkapható, hogy a perborát só 3 kristályvizet tartalmaz. Így a reakcióegyenlet:



e) A hidrogén-peroxid vagy a peroxo-borát ion a jodidot jóddá oxidálja, ennek mennyisége mérhető tioszulfát-oldattal. A titrálás eredményéből számolható ki, hogy a nátrium-perborát, azaz a fehérítőpor egy hidrogén-peroxiddal kristályosodik. Tehát a fehérítőpor képlete:  $\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$

f) Tehát a hidrogén-peroxid felelős a fehérítőpor tulajdonságaiért. Kimutatni oxidáló tulajdonsága alapján lehet legkönnyebben.



## 2. feladat

A)

Az előttetek lévő óraüvegeken és Petri csészéken a következő anyagok szerepelnek:

Borkósav, Almasav, Citromsav, Szacharóz, NaCl, CaCl<sub>2</sub>, Szódabikarbóna, Zselatin, Liszt, Szalalkáli, Keményítő, Kálium-metabiszulfid

Azonosítsátok őket!

**Megoldás:** A feladat megoldáshoz számos reagens állt rendelkezésre, ezért többféle megoldás elképzelhető volt. Alapvetően érdemes volt oldatokat készíteni a porokból (már ahol lehetett), és pH papírral végignézni a kémhatást. Lúgos kémhatást mutatott a szódabikarbóna és a szalalkáli oldata. Mindkét vegyület por formájában pezsegve oldódott sósavban, utóbbi porból viszont NaOH segítségével kimutatható az ammónia. A kálium metabiszulfid is mutathatott lúgos kémhatást, ezt Lugol-oldat elszíntelenítésével lehetett egyszerűen kimutatni. A nehezen vagy nem oldódó vegyületek közül a keményítő mivel valamelyest oldódik, így az oldat tisztája is kék színreakciót ad jóddal. Liszt esetén csak a szuszpenzió esetében jelenhet meg a kék szín. A szacharóz azonosítható volt például ezüsttükör-próbával. A zselatinból főzés után zselé készíthető, vagy kicsapható nehézfém sóval. A semleges kémhatású oldatok közül a NaCl és a CaCl<sub>2</sub> is fehér csapadékot választ le ezüst-nitrát oldatból, de kénsav hatására csak a CaCl<sub>2</sub> ad csapadékot.

A feladat legnehezebb része a szerves savak megkülönböztetése volt. Mivel rendelkezésre állt 0,1 mol/dm<sup>3</sup>-es NaOH-oldat, ezért adott tömegkoncentrációjú szerves savoldatot közömbösítéssig titrálva meghatározható a koncentrációja mol/dm<sup>3</sup>-ben. Innen egyszerű számolni a moláris tömeget, aminek segítségével azonosíthatóak a szerves savak.

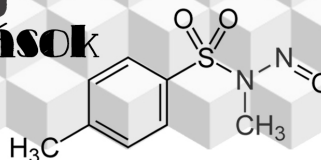
B)

Mérjetekek be 5 kémcsőbe 2-2 cm<sup>3</sup> 0,01 mol/dm<sup>3</sup>-es ezüst-nitrát oldatot és elegyítsétek először Na-citrát-oldattal, majd hidrokinon-oldattal (mindkettő 0,01 mol/dm<sup>3</sup>-es) a következő táblázat szerint:

Na-citrát	16 cm <sup>3</sup>	8 cm <sup>3</sup>	4 cm <sup>3</sup>	2,8 cm <sup>3</sup>	-
hidrokinon	5 csepp	10 csepp	1 cm <sup>3</sup>	1,4 cm <sup>3</sup>	10 csepp

A színek összehasonlítása érdekében hígítsátok az oldatokat azonos térfogatra desztillált víz segítségével, majd jól keverjétek meg a kémcsövek tartalmát. Magyarazzátok a látottakat!

**Megoldás:** A kísérletet elvégezve az tapasztalható, hogy a kémcsövekben lévő zavaros rendszerek áteső fényben különböző színt mutatnak. Egyedül az a kémcső más, ahol nincs



Na-citrát a rendszerben, tehát a citrát ionoknak fontos szerepük van. Alapvetően a hidrokinon egy redukálószer és fémezüstté redukálja az ezüst-ionokat, ami szépen kiválik a citrátmentes kémcsőben. Azonban a többi kémcsőben hosszabb idő után sem alakul ki tömör csapadék. A szórt fénnel való viselkedés is azt mutatja, hogy kolloid oldatok képződnek. Ennek az az oka, hogy a kolloid méretű fémezüst részecskék felületére citrát-ionok adszorbeálódnak, beburkolják így védik a további növekedéstől és a koagulációtól. A citrát-ionok és a hidrokinon mennyiségi viszonyainak függvénye, hogy mekkora kolloid részecskék alakulnak ki, ezáltal a fényszórás pontosan melyik hullámhossz tartományban a legerősebb.

### 3. feladat

Különböző tulajdonságú folyadékok összeöntésekor gyakran találkozunk a térfogati kontrakció jelenségével, amikor az összeöntött folyadékok térfogata kisebb lesz, mint a komponensek önálló térfogatának összege. Az ideális elegyek definíciója kimondja, hogy ezek esetében nincs térfogati kontrakció, ugyanis ideális elegyek esetén a térfogatok összeadhatóak. Ebből az következik, hogy az ideális elegy 1 moljának térfogata (az úgynevezett moltérfogat,  $V_e$ ) a komponensek tiszta állapotban mért moltérfogatának ( $V_i^\circ$ ) moltört ( $x_i$ ) szerinti súlyozott átlagával egyenlő:

$$V_e = \sum_i x_i V_i^\circ$$

A moltört ( $x_i$ ) az anyagmennyiség %-kal analóg mennyiség, csak nem százalékban fejezzük ki, tehát a moltört értéke 0 és 1 között található. Reális elegyekre is fel lehet írni egy hasonló egyenletet, ám ekkor a komponensek tiszta állapotban mért moltérfogata ( $V_i^\circ$ ) helyett az anyag ún. **parciális moláris térfogatát** ( $\bar{V}_i$ ) helyettesítjük:

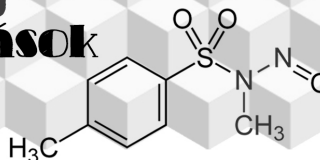
$$V_e = \sum_i x_i \bar{V}_i$$

Egy komponens parciális moláris térfogata csak az adott összetétel elegyre jellemző. Egy másik összetétel mellett más értéket vehet fel a parciális moláris térfogat. Azt is elmondhatjuk, hogy egy elegyben az  $i$ -edik komponens parciális moláris térfogata egyenlő azzal a térfogatváltozással, amely akkor következik be, ha állandó hőmérsékleten és nyomáson az adott összetételű elegy végtelen nagy mennyiségéhez az  $i$ -edik komponens 1 molját adjuk. A parciális moláris térfogat nem valódi térfogat, hiszen például negatív értéke is lehet, illetve azért sem valódi, mert értéke függ az elegy összetételétől.

Egy kétkomponensű (biner) elegy esetében a következő egyenletet írhatjuk fel:

$$V_e = x_1 \bar{V}_1 + x_2 \bar{V}_2 = (1 - x_2) \bar{V}_1 + x_2 \bar{V}_2 = \bar{V}_1 + x_2 (\bar{V}_2 - \bar{V}_1)$$

Vegyünk egy kétkomponensű elegy esetében két, egymással majdnem megegyező moltörttel rendelkező elegyet (A és B). Ebben az esetben a komponensek parciális moláris térfogatát egyenlőnek vehetjük a két elegyben, mivel nagyon kicsi az eltérés. Ezért a következő egyenletek írhatóak fel:



$$V_{e,A} = \bar{V}_1 + x_{2,A}(\bar{V}_2 - \bar{V}_1)$$

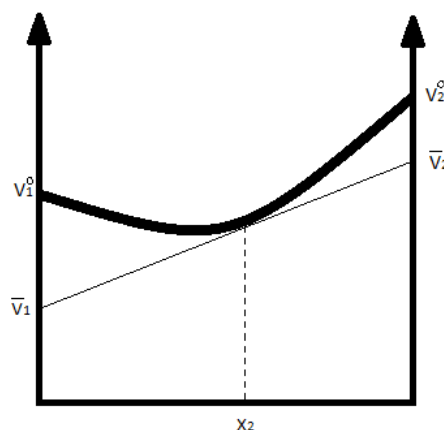
$$V_{e,B} = \bar{V}_1 + x_{2,B}(\bar{V}_2 - \bar{V}_1)$$

$$\text{azaz } V_{e,A} - V_{e,B} = x_{2,A}(\bar{V}_2 - \bar{V}_1) - x_{2,B}(\bar{V}_2 - \bar{V}_1) = (x_{2,A} - x_{2,B})(\bar{V}_2 - \bar{V}_1)$$

A  $V_{e,A} - V_{e,B}$  kifejezés egyenlő az elegy moltérfogatának megváltozásával, míg a  $x_{2,A} - x_{2,B}$  kifejezés a moltört megváltoztatása. Mivel a moltörtek különbsége nagyon kicsi a következő kifejezés írható fel:

$$\frac{V_{e,A} - V_{e,B}}{x_{2,A} - x_{2,B}} = \frac{dV_e}{dx_2} = \bar{V}_2 - \bar{V}_1$$

Ennek a kifejezésnek (matematikailag deriválás) az a jelentése, hogy a  $V_e - x_2$  függvény egy adott pontjába húzott érintő a meredeksége a két komponens adott összetételhez tartozó parciális moláris térfogatának különbségével egyezik meg. Illetve azt is jelenti, hogy a tengelymetszetek a két komponens parciális moláris térfogatával egyenlőek. A következő ábrán láthatjátok hogyan lehet ennek a grafikus megjelenését elképzelni.

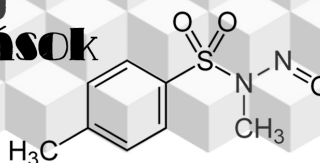


A parciális moláris térfogatokat legegyszerűbben sűrűségméréssel lehet meghatározni. Ha különböző összetételű, azaz különböző moltörttel rendelkező elegyeket készítünk, és megmérjük azok sűrűségét akkor a sűrűségek ( $\rho$ ) az elegyek közepes molekulatömege ( $M_k$ ) molekulatömege alapján az elegyek moltérfogata kiszámolható:

$$M_k = x_1 M_1 + x_2 M_2 \text{ illetve } V_e = \frac{M_k}{\rho}$$

Készítsetek 95,6 m/m%-os etil-alkoholból és desztillált vízből különböző összetételű elegyeket! Az általatok választott időpontban mérjétek meg ezen elegyek sűrűségét! A tiszta etanol sűrűségét megadjuk: 0,7893 g/cm<sup>3</sup>!

- Készítsetek táblázatot, melyben szerepel az általatok készített elegyek: tömegszázalékos összetétele, moltörtje (etanolra), sűrűsége, közepes molekulatömege, illetve moltérfogata!
- Ábrázoljátok a tömegszázalékos összetétel - sűrűség és a moltört - sűrűség függvényeket (külön-külön) milliméterpapíron!
- Mit olvashatunk le a b) feladatrészben felrajzolt grafikonokról? Lineárisan változik - a sűrűség az összetétel függvényében?
- Egy harmadik milliméterpapíron készítsétek el a feladat szövegéhez hasonló elrendezésben a moltört - moltérfogat grafikont!

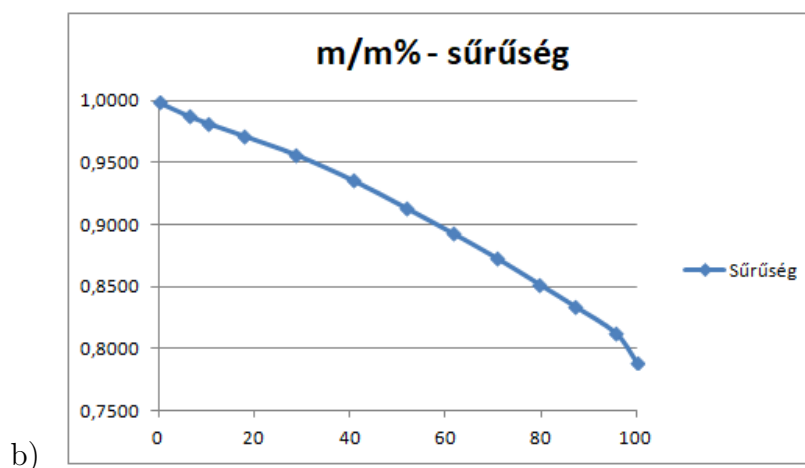


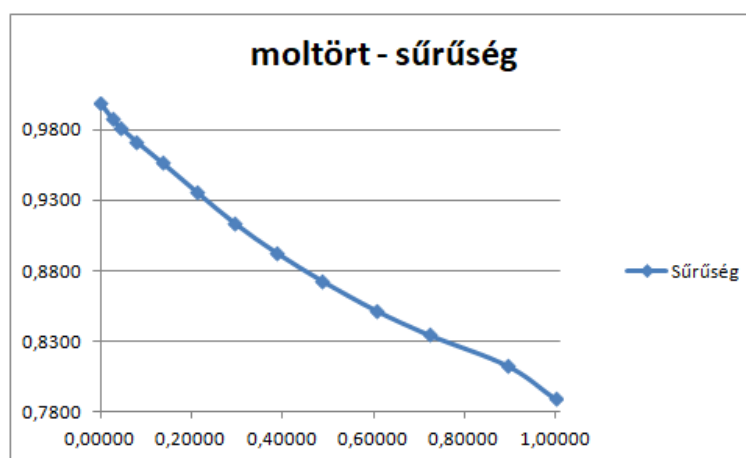
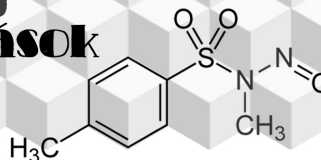
- e) Olvassátok le a az etanol és a víz parciális moláris térfogatát 0,25; 0,50 és 0,75-ös mólfrakciók esetén! Az adatokat foglaljátok össze táblázatban!
- f) Mire következtethetünk a görbe alakjából? Mikor hasonlít inkább egyeneshez, és milyen esetben görbül jelentős mértékben?
- g) Röviden ismertessétek a sűrűségmérő eszköz működési elvét!

### Megoldás:

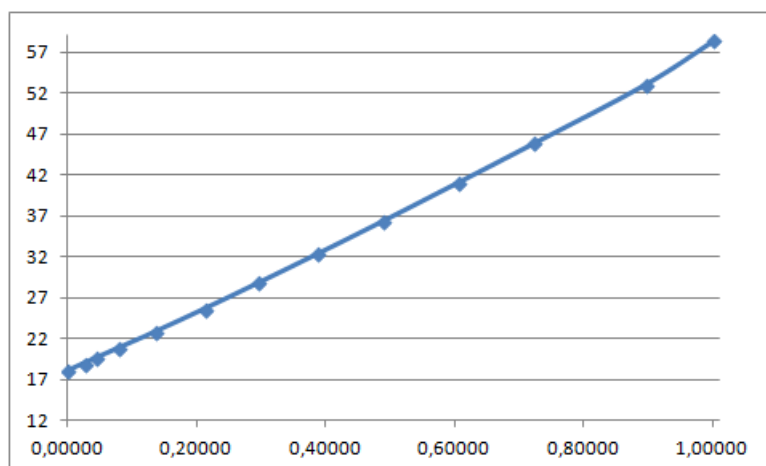
- a) Az alábbi táblázathoz hasonlót lehetett mérni a sűrűségmérő segítségével. Talán a legegyszerűbb, és leggyorsabb módja a különböző összetételű elegyek gyártásának a következő: veszünk  $10\text{ cm}^3$  96 %-os etil-alkoholt, és pipettával, vagy cseppentővel folyamatosan növeljük a térfogatát desztillált vízzel. Először 1-2  $\text{cm}^3$ -t adunk hozzá, majd fokozatosan egyre többet.  $200\text{ cm}^3$  körüli végtérfogat esetén már 5 %-os etanoltartalom alatt vagyunk, onnan már lehet a következő pont a tiszta desztillált víz.

$m/m\%$	$x(\text{EtOH})$	Sűrűség	$M_k$	$V_e$
100,0	1,000	0,7893	46,068	58,366
95,6	0,895	0,8128	43,114	53,044
86,9	0,722	0,8347	38,268	45,846
79,7	0,605	0,8520	34,990	41,068
70,8	0,487	0,8730	31,674	36,282
61,7	0,386	0,8929	28,852	32,313
51,7	0,295	0,9137	26,288	28,771
40,7	0,211	0,9358	23,948	25,591
28,5	0,135	0,9566	21,805	22,794
17,9	0,078	0,9715	20,216	20,809
10,2	0,043	0,9818	19,212	19,568
6,2	0,025	0,9877	18,726	18,959
0,0	0,000	0,9985	18,016	18,043





- c) A sűrűség nem lineáris függvénye sem a tömegszázalékos összetételnek, sem a moltörtnek. Lineáris közelítés maximum kis tartományban engedhető meg pontos számolás esetén.



d)

- e) A leolvasást a feladatban megadott ábrához hasonlóan kellett elvégezni. Mivel a kapott görbe sokkal kevésbé görbül, mint a képen látható, ezért az érintő húzása meglehetősen nehéz manuálisan. Az mindenképpen igaz, hogy a víz parciális moláris térfogata  $18 \text{ cm}^3$  alá, az etanolé pedig  $58 \text{ cm}^3$  alá fog esni.
- f) A görbe alakja akkor hasonlít az egyeneshez, mikor a moláris térfogata a komponenseknek kevésbé függ az összetételtől. Ekkor igaz az, hogy a térfogatok összeadhatóak elegykészítés során. Tehát abban az esetben egyenes a görbe, mikor a térfogati kontrakció jelensége minimális. Ha pedig jelentősen görbül, akkor a térfogati kontrakciónak komoly jelentősége van.
- g) A sűrűségmérő műszerben található U-csővet a műszer adott frekvencián rezgeti. A megtöltött U-cső rezgési tulajdonságai attól függenek, hogy mennyi a benne lévő folyadék sűrűsége. Így tudunk vele sűrűséget mérni.

A feladatok során 4 értékes jeggyel számoljatok! A szükséges adatok a függvénytáblázatban megtalálhatóak! Az első és a harmadik feladat részletesen indokolt megoldása 18 pontot ér, míg a második feladatért 16 pont szerezhető. A feladatok megoldásához függvénytáblázat, számológép és írószközök használhatóak. Sikeres versenyzést kívánunk!