

GONDOLKODÓ



„MIÉRT?” (WHY? WARUM?)

Alkotó szerkesztő: Dr. Róka András

Ebben a rovatban átalatok is jól ismert jelenségek, vagy otthon is elvégezhető kísérletek magyarázatát várjuk el tőletek. A feladatok megoldásával minden korosztály próbálkozhat, hiszen a jelenséget különböző tudásszinten is lehet értelmezni. Éppen ezért rész megoldásokat is be lehet küldeni! A lényeg az ismeretek mozgósítása, az önálló elképzelés bizonyító erejű kifejtése. A kérdéseket (olykor) szándékosan fogalmazzuk meg a mindennapok nyelvén, hogy – reményünk szerint – minél inkább a lényegre irányítsuk a figyelmet. Jó szórakozást és sikeres munkát kívánunk!

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2007. április 10-ig postára adva:

KÖKÉL „Miért”

ELTE Főiskolai Kémiai Tanszék

Budapest Pf. 32.

1518

1. A bróm szobahőmérsékleten ugyan cseppfolyós halmazállapotú, de könnyen párolog. Ennek megfelelően a zárt üvegben a folyadék fázis felett gőz fázis alakul ki. A brómgőz pedig éppúgy átönthető egy másik edénybe, mintha folyadék lenne. Miért?

2. Hideg vízbe néhány csepp fenolftaleint cseppentünk, majd egy megtisztított felületű magnéziumszalag-darabkát helyezünk. A

magnéziumszalag felülete azonnal lila színűvé változik. Miért? Mit bizonyít a tapasztalat?

3. Ha az előző kísérletet meleg vízzel végezzük el, a magnézium-darabka előbb-utóbb fel-le közlekedik („liftezik”) a kémcsőben. Miért?

4. A gyertya lángja sárgán, a Bunsen-égő (szűrő-) lángja kéken világít. Mire következtethetünk pusztán a kibocsátott fények színéből? (Segítség: Szűrőlángot akkor kapunk, ha a levegőszabályozó gyűrű a maximálisan nyitott állásban van.)

5. A gyertyaláng hőmérséklete a magban kisebb, mint a láng szélén. (A rövid időre a gyertya lángjába helyezett gyújtópálca a láng szélénél feketedik – szenesedik – el.) Ha a Bunsen-égő szűrőlángjába vékony rézlemez helyezzünk, a lemez izzása (hőmérsékleti sugárzása) kimutatja az aktuális hőmérsékletet a láng különböző részein. A tapasztalat szerint a lemez éppen a láng magjában izzik fel a legjobban. Mi lehet az oka, hogy a két láng maghőmérséklete ennyire különböző?

6. Amikor „élesztjük” és amikor eloltjuk, egyaránt fűjjük a tüzet. Miért alszik el a tűz, amikor több oxigén áramlik, ami jobban táplálható?

7. Laboratóriumi körülmények között a hidrogént cink és sósav reakciójával állítjuk elő. Ha a sósavba kevés réz-szulfát-oldatot is öntünk, a hidrogénfejlődés gyorsabb, mint nélküle. Mi lehet az oka?

8. A higany(II)-kloriddal kezelt alumíniumdrót „kiszőrösödik” a képződő alumínium-oxid szálacskáktól. Az ón(II)-klorid oldatban helyezett cinkdarabka „sündisznóvá” válik a felületre kiváló óntól. A látszat nagyon hasonló. Van-e különbség az alumínium-oxid- és az ónkristályok növekedésének iránya és módja között? Miért?

Feladatok kezdőknek

Alkotó szerkesztő: Dr. Igaz Sarolta

Feladatok

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2007. április 10-ig postára adva:

KÖKÉL Feladatok kezdőknek

Commitment Pedagógiai Szakmai Szolgáltató Kht.

Budapest

Pozsonyi út. 50.

1133

K66. a) 1,00 kg $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű szárazjéggel mekkora tömegű $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű vizet lehet 0°C -ra lehűteni?

a) 1,00 kg $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű szárazjéggel mekkora tömegű $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű vizet lehet 0°C -os jéggé fagyasztani?

A széndioxid vízben való oldásától tekintsünk el, és vegyük úgy hogy közben $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra melegszik a széndioxid.

A széndioxid szublimációs hője: $25,2\text{ kJ/mol}$

A széndioxid hőkapacitása $36,8\text{ J/mol K}$

A víz olvadáshője $6,03\text{ kJ/mol}$

A víz fajhője $4,18\text{ J/g K}$

(Tóth Judit)

K67. Mekkora energiaváltozás kíséri 300 cm^3 $0,400\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ezüst-nitrát oldat és 200 cm^3 $0,500\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-jodid oldat összeöntését?

Az ezüst-jodid képződéshője: $-61,8\text{ kJ/mol}$

Az ezüst-jodid rácsenergiája: $+808\text{ kJ/mol}$

Az ezüst-ionok hidratációs energiája -476 kJ/mol

A jodid-ionok hidratációs energiája -288 kJ/mol

(Tóth Judit)

K68. 100 g $10,0$ tömeg %-os sósav oldatban fém nátriumot oldottunk. Eközben 380 kJ hő szabadult fel. Mekkora tömegű fém nátriumot oldottunk?

Az $\text{Na}^+(\text{aq})$ képződéshője -240 kJ/mol

A $\text{Cl}^-(\text{aq})$ képződéshője -168 kJ/mol

Az $\text{OH}^-(\text{aq})$ képződéshője -230 kJ/mol

A $\text{H}^+(\text{aq})$ képződéshője 0 kJ/mol

A cseppfolyós víz képződéshője: -286 kJ/mol

(Tóth Judit)

K69. Adja meg annak a vízmentes rézsulfátot és kristályvizes rézsulfátot tartalmazó keveréknek a tömeg % és mol %-os összetételét, amelyet vízben oldva nem tapasztalunk hőváltozást!

Az $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ képződéshője -898 kJ/mol

A $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ képződéshője $+65\text{ kJ/mol}$

A CuSO_4 képződéshője: -770 kJ/mol

A $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ képződéshője: -2280 kJ/mol

A cseppfolyós víz képződéshője: -286 kJ/mol

(Dr. Igaz Sarolta)

K70. Mekkora hő szabadul fel (vagy nyelődik el) ha 200 cm^3 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ vízbe 60 g $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vízmentes réz-sulfátot szórunk és megvárjuk még beáll az egyensúly? Milyen hőmérsékletű lenne az oldat ha a teljes hőmennyiség a rendszer hűtésére ill. fűtésére használná el?

100 g víz $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on $20,7\text{ g}$ vízmentes réz-sulfátot old.

A telített réz-sulfát oldat fajhője $4,00\text{ J/g K}$

A kristályvizes és vízmentes réz-sulfát fajhője is legyen $0,80\text{ J/g K}$

További adatok az előző feladatoknál.

(Dr. Igaz Sarolta)

Feladatok haladóknak

Alkotó szerkesztő: Magyarfalvi Gábor

Megoldások

H56. Mivel a lángot sárgára festik, ezért feltételezhető, hogy az **A** és a **B** vegyület is tartalmaz nátriumot. **C** valószínűleg BaSO_4 , mivel a többi Ba -csapadék 20%-os sósavban már feloldódik. Tehát **A** és **B** kéntartalmú anyagok. A eset: az egyik részletben található BaSO_4 anyagmennyisége: 1,983 mmol, a másik részletből készített 100 cm³ törzsoldatban van 3,967 mmol H^+ -ion. Mivel a feladat szövege szerint **B** már nem tartalmaz hidrogént, kézenfekvő, hogy a H^+ -ionok az oldat vízmolekuláiból származnak, az oxigénatomok pedig a szulfátionokba épülnek be. Ez alapján: 1,983 mmol S $\rightarrow$ 3,967 mmol H^+ -ion $\rightarrow$ 1,983 mmol H_2O molekula $\rightarrow$ 1,983 mmol O-atom, tehát 1 mol S-atomra 1 mol beépült O-atom jut.

Nátrium-szulfidot, aminek moláris tömege $M_B = 126,04$ g/mol, feltételezve, **B** anyag tömegére $m_B = 2 \cdot 1,983 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 126,04 \text{ g/mol} = 0,500$ g jön ki. Ez alapján a **B** vegyület a nátrium-szulfid.

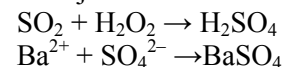
A hevítés során a kristályvíz távozik, a kristályvizes forma moláris tömege: $M_A = 126,04 \text{ g/mol} / 0,4999 = 212,15 \text{ g/mol}$, ez megfelel a $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$ -nak.

B eset: ekkor az egyik részletben a található BaSO_4 anyagmennyisége: 3,162 mmol, a másik részletből készített 100 cm³ törzsoldatban van 15,812 mmol H^+ -ion. Hasonló gondolatmenettel: 15,812 mmol H^+ -ion $\rightarrow$ 7,906 mmol H_2O molekula $\rightarrow$ 7,906 mmol O-atom, a 3,162 mmol szulfátionban van 12,648 mmol O-atom, B anyag anionjában tehát 3,162 mmol S-atomra jut 12,648–7,906 = 4,742 mmol O-atom, tehát az O-atomok és a S-atomok aránya körülbelül 1,5. Nátrium-tioszulfátot feltételezve, B anyag tömegére $m_B = 3,162 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 158,11 \text{ g/mol} = 0,500$ g jön ki. Tehát a B anyag a nátrium-tioszulfát. A hevítés során itt is a kristályvíz távozik, a kristályvizes forma moláris tömege: $M_A = 158,11 \text{ g/mol} / 0,6371 = 248,18 \text{ g/mol}$, ez megfelel a $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$ -nak.

Sarka János (Debrecen, Tóth Árpád Gimnázium) megoldása alapján

Kramarics Áron

H57. A világos színű csapadék valamilyen szulfid volt. Ennek kéntartalma az égés során kén-dioxiddá alakult. Az utolsó reakcióban ez BaSO_4 formájában vált le:



A csapadék anyagmennyisége $1,4/(137,3+96) = 6$ mmol. A szulfid fémtartalma $864-6 \cdot 32 = 672$ mg. Ha összegképlete Me_2S_x , akkor a fémen tömegarányra fölírható egyenlet:

$$2 \cdot A_r / 32x = 672 / 6 \cdot 32 = 3,5$$

Innen $A_r = 56x$. Lehetséges értékek:

$x=1$, $A_r = 56$, Fe, de ez nem 1 vegyértékű.

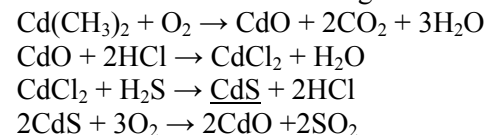
$x=2$, $A_r = 112$, Cd, ez megfelelő.

A kiindulási vegyületünk tehát kadmiumot tartalmazott, méghozzá $672 \text{ mmol} / 112 \text{ g/mol} = 6$ mmol mennyiségben. A szén-dioxid anyagmennyisége $0,528/44 = 0,012$ mol, a vízé $0,324/18 = 0,018$ mol. A kadmium, szén, és hidrogén össztömege:

$0,006 \cdot 112 + 0,012 \cdot 12 + 2 \cdot 0,018 \cdot 1 = 0,852$ g. A vegyület tehát szenet, hidrogént és kadmiumot tartalmazott, 2:6:1 molarányban.

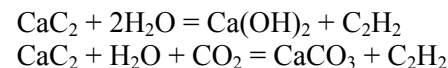
Összegképlet: **$\text{Cd}(\text{CH}_3)_2$, dimetil-kadmium.**

A feladat szövegében a fém-oxid tömegét sajnos elírtuk (0,859 gramm a 0,768 g helyett). Ez a megoldásokat szerencsére nem befolyásolta, mert a feladatot enélkül az adat nélkül is meg lehetett oldani. Az egyenletek:

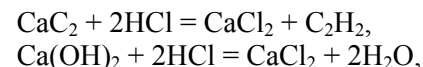


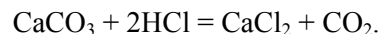
Komáromy Dávid

H58. A CaC_2 a következő reakciókba léphetett a pince nedves, szén-dioxidos levegőjével:



Legyen 0,7252 g-os mintában a mmol CaC_2 , b mmol $\text{Ca}(\text{OH})_2$ és c mmol CaCO_3 . Az első mintát sósavban oldjuk:





Sajnos a feladat szövegébe hiba csúszott, de ez a megoldók többségét nem zavarta. A szöveg helyesen: *10,76 cm³ mérőoldat fogyás után kiforraljuk az oldatot, majd lehűtjük, és színátsapásig titráljuk, a végpont eléréséhez ekkor még 0,45 cm³ mérőoldat kell.* Tehát összesen 11,21 cm³ NaOH-mérőoldat fogyott. (Megj.: azokat a megoldásokat is teljes értékkel fogadtam el, amelyek a feladatot kémiaiilag végiggondolva, azt mondták, hogy 0,45 cm³-rel kevesebb NaOH-oldat kell a végpontig, azaz 10,31 cm³.)

A 0,3225 g-os mintában az összes kalcium mennyisége:

$(100,0 \cdot 0,1 \cdot 0,985 - 11,20 \cdot 0,978 \cdot 0,1) / 2 \text{ mmol} = 4,3773 \text{ mmol}$. Ez a másik mintában 9,8432 mmol. Ez alapján a következő egyenletet írhatjuk fel:

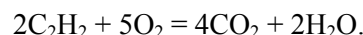
$$9,8432 = a + b + c. \quad (1)$$

A másik minta savas oldásából keletkező gáz mennyiségét az ideális gázok állapotegyenletéből számolhatjuk:

$224,0 \text{ cm}^3 \cdot 101,325 \text{ kPa} / 8,314 \text{ J/(mol K)} / 298,15 \text{ K} = 9,1563 \text{ mmol}$, ebből a felírhatjuk a második egyenletet:

$$9,1563 = a + c. \quad (2)$$

A keletkező gázelegy égetése során csak az acetilén ég el:



A gázmosó rendszer megköti a gázelegyben lévő szén-dioxidot és vizet is ($M(\text{CO}_2)=44,01 \text{ g/mol}$; $M(\text{H}_2\text{O})=18,02 \text{ g/mol}$). Ez alapján írhatjuk fel a harmadik egyenletet:

$$44,01(2a+c) + 18,02a = 845,4. \quad (3)$$

Az (1), (2) és (3) egyenlet megoldásával kapjuk a következő eredményeket:

CaC ₂	$a = 7,1325 \text{ mmol}$, azaz 457,2 mg,	63,04 (m/m)%,
Ca(OH) ₂	$b = 0,6869 \text{ mmol}$, azaz 50,90 mg,	7,02 (m/m)%,
CaCO ₃	$c = 2,0238 \text{ mmol}$, azaz 202,5 mg,	27,93 (m/m)%,
Inert szennyező		2,01 (m/m)%.

A feladatra sok hibátlan megoldás érkezett, a pontátlag 89,7%-os.

Varga Szilárd

H59. Kezdetben az elektródpotenciál:

$$\varepsilon_0 = \varepsilon^\circ + \frac{0,059 \text{ V}}{1} \lg \frac{[\text{Fe}^{3+}]_0}{[\text{Fe}^{2+}]_0}$$

A komplex-képződés során az összes Fe^{2+} ion kvantitatíven $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ionná alakul, így felírhatjuk, hogy: $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} = [\text{Fe}^{2+}]_0$, hasonlóan $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} = [\text{Fe}^{3+}]_0$. A stabilitási állandók alapján a szabad Fe^{2+} illetve Fe^{3+} koncentrációk:

$$\beta(\text{II}) = \frac{[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}}{[\text{Fe}^{2+}] \cdot [\text{CN}^-]^6} \Rightarrow [\text{Fe}^{2+}] = \frac{[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}}{\beta(\text{II}) \cdot [\text{CN}^-]^6} = \frac{[\text{Fe}^{2+}]_0}{\beta(\text{II}) \cdot [\text{CN}^-]^6}$$

$$\beta(\text{III}) = \frac{[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}}{[\text{Fe}^{3+}] \cdot [\text{CN}^-]^6} \Rightarrow [\text{Fe}^{3+}] = \frac{[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}}{\beta(\text{III}) \cdot [\text{CN}^-]^6} = \frac{[\text{Fe}^{3+}]_0}{\beta(\text{III}) \cdot [\text{CN}^-]^6}$$

A Nernst-egyenlet alapján a potenciál a KCN hozzáadása után (a $[\text{CN}^-]$ kiesik!):

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \varepsilon^\circ + \frac{0,059 \text{ V}}{1} \lg \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]} = \varepsilon^\circ + 0,059 \text{ V} \cdot \lg \left(\frac{[\text{Fe}^{3+}]_0}{\beta(\text{III}) \cdot [\text{CN}^-]^6} \cdot \frac{\beta(\text{II}) \cdot [\text{CN}^-]^6}{[\text{Fe}^{2+}]_0} \right) = \\ &= \varepsilon^\circ + 0,059 \text{ V} \cdot \lg \left(\frac{[\text{Fe}^{3+}]_0}{[\text{Fe}^{2+}]_0} \cdot \frac{\beta(\text{II})}{\beta(\text{III})} \right) = \varepsilon^\circ + 0,059 \text{ V} \cdot \lg \frac{[\text{Fe}^{3+}]_0}{[\text{Fe}^{2+}]_0} + 0,059 \text{ V} \cdot \lg \frac{\beta(\text{II})}{\beta(\text{III})} \end{aligned}$$

Ebből az elektródpotenciál megváltozása:

$$\Delta\varepsilon = \varepsilon - \varepsilon_0 = \left(\varepsilon^{\circ} + 0,059 \text{ V} \cdot \lg \frac{[\text{Fe}^{3+}]_0}{[\text{Fe}^{2+}]_0} + 0,059 \text{ V} \cdot \lg \frac{\beta(\text{II})}{\beta(\text{III})} \right) -$$

$$- \left(\varepsilon^{\circ} + 0,059 \text{ V} \cdot \lg \frac{[\text{Fe}^{3+}]_0}{[\text{Fe}^{2+}]_0} \right) = 0,059 \text{ V} \cdot \lg \frac{\beta(\text{II})}{\beta(\text{III})} = 0,059 \text{ V} \cdot \lg \frac{10^{24}}{10^{31}} = -0,413 \text{ V}$$

Tehát az elektródpotenciál 0,413 V-tal csökken a kálium-cianid hozzáadásának hatására.

A beérkezett megoldások többsége jó, azonban néhány esetben nem derült ki, hogy csökken vagy növekszik az elektródpotenciál.

Benkő Zoltán

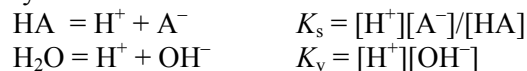
H60. A 10%-os ecetsavoldat analitikai koncentrációja $c_{\text{ecetsav}} = 1,686 \text{ mol/dm}^3$. Az ecetsav nem túl gyenge sav, és elég tömény oldatát vizsgáljuk ahhoz, hogy a következő képlettel számítsuk a hidrogénion-koncentrációt:

$$[\text{H}^+] = (K_s \cdot c)^{1/2} = 5,60 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \text{ (pH} = 2,25\text{)}.$$

Az ecetsav oldatban az acetátion koncentrációja megegyezik a hidrogénion-koncentrációval, az ecetsav egyensúlyi koncentrációja az analitikai koncentráció és az acetátion koncentrációjának a különbsége: $[\text{AcO}^-] = 5,60 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$; $[\text{AcOH}] = 1,681 \text{ mol/dm}^3$.

A megoldások egy részében problémát okozott, hogy mit kell figyelembe venni és mit nem egy gyenge sav oldatának pH-jának meghatározásakor. Ezért álljon itt egy rövid összefoglalás erről a témakörrel.

A gyenge savak pH-számításához vizsgáljuk meg a következő egyensúlyokat:



A gyenge sav analitikai koncentrációja legyen c , ekkor az anyagmérleg a következő alakban írható fel:

$$c = [\text{HA}] + [\text{A}^-] \rightarrow [\text{HA}] = c - [\text{A}^-]$$

Az oldat makroszkopikusan semleges, így felírhatjuk a következő töltésmérleget:

$$[\text{H}^+] = [\text{A}^-] + [\text{OH}^-] \rightarrow [\text{A}^-] = [\text{H}^+] - [\text{OH}^-].$$

Az anyagmérleg és a töltésmérleg segítségével a következőképpen fejezhetjük ki az egyensúlyi állandót:

$$K = [\text{H}^+][\text{H}^+] + [\text{OH}^-] / (c - [\text{H}^+] + [\text{OH}^-]),$$

a vízionszorzat behelyettesítésével és átrendezéssel a következő harmadfokú egyenlethez jutunk:

$$[\text{H}^+]^3 + K[\text{H}^+]^2 - (cK + K_v)[\text{H}^+] - K_vK = 0.$$

A harmadfokú egyenlet megoldása bonyolult és nehézkes, az esetek többségében erre nincs is szükség. Vizsgáljuk meg, hogy milyen egyszerűsítéseket vehetünk figyelembe a gyenge savak pH-számítása során. Mivel savról van szó, azért $[\text{H}^+] > 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$.

(a) Ha $c < K$ és $c < 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$, ilyen híg oldatokban a $[\text{H}^+] \approx 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ (még erős savaknál is). Ennek ismeretében becsüljük meg az egyes tagok nagyságrendjét:

$[\text{H}^+]^3 \approx 10^{-21} (\text{mol/dm}^3)^3$; $K[\text{H}^+]^2 \approx 10^{-20} (\text{mol/dm}^3)^3$; $cK[\text{H}^+] \approx 10^{-19} (\text{mol/dm}^3)^3$; $K_v[\text{H}^+] \approx 10^{-21} (\text{mol/dm}^3)^3$; $K_vK \approx 10^{-20}$. Hanyagoljuk el a két legkisebb tagot így a következő másodfokú egyenlethez jutunk:

$$[\text{H}^+]^2 - c[\text{H}^+] - K_v = 0,$$

amelynek megoldásával kapjuk az oldat pH-ját (az egyenlet megegyezik a nagyon híg erős savak pH-számítására alkalmazott egyenlettel).

(b) Ha $K > 10^{-9} \text{ mol/dm}^3$, $Kc > 10^{-12} \text{ mol/dm}^3$ és $c > 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$. Így megbecsülve az egyes tagokat a legkisebbnek a K_vK tag bizonyul, ezt elhanyagoljuk; valamint $cK + K_v$ összegben a vízionszorzat is elhanyagolható a feltételek alapján, ekkor a következő másodfokú egyenlethez jutunk:

$$[\text{H}^+]^2 + K[\text{H}^+] - cK = 0.$$

(b1) A (b) eset egyik alelete, ha $K/c < 10^{-3}$, tehát viszonylag tömény oldatunk van: ekkor még gyenge savaknál is $[\text{H}^+] \gg 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$. A fenti egyenletet megoldva

$$[\text{H}^+] = (-K + (K^2 + 4Kc)^{1/2})/2,$$

kifejezést kapjuk a $[\text{H}^+]$ -ra, a feltételek alapján elvégzett elhanyagolások alapján ($K^2 \ll 4Kc$, illetve $K \ll (Kc)^{1/2}$) akkor a következőképpen számíthatjuk az oldat pH-ját:

$$[\text{H}^+] = (Kc)^{1/2}.$$

Ez az egyenlet akkor is igaz, ha $K < 10^{-9} \text{ mol/dm}^3$ és $Kc > 10^{-12} (\text{mol/dm}^3)^2$.

(c) Ha $Kc < 10^{-12} (\text{mol/dm}^3)^2$, de $K < 10^{-9} \text{ mol/dm}^3$ és $c > 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$, akkor a következő képlettel számíthatjuk a $[\text{H}^+]$ -t:

$$K = ([\text{H}^+]^2 - K_v)/c.$$

A következő táblázatban foglalhatjuk össze, hogy melyik esetben melyik képletet kell használni:

$Kc < 10^{-12}$			
$c < 10^{-6}$		$c > 10^{-6}$	
$K > 10^{-9}$	$K < 10^{-9}$	$K < 10^{-9}$	
(a)	pH $\approx$ 7	(c)	
$Kc > 10^{-12}$			
$c < 10^{-6}$	$c > 10^{-6}$		
	$K > 10^{-9}$		$K < 10^{-9}$
	$K/c > 10^{-3}$	$K/c < 10^{-3}$	
(a)	(b)	(b1)	(b1)

A fenti leírás Sinkó Katalin, Igaz Sarolta: *Általános, szervetlen és kvalitatív kémiai feladatok, Semmelweis Kiadó, Budapest 2005.* alapján készült.

A sósavoldat koncentrációja könnyen számítható, mivel elég tömény erős sav oldatunk van, ezért a hidrogénion-koncentráció megegyezik az analitikai koncentrációval:

$$c_{\text{HCl}} = [\text{H}^+] = [\text{Cl}^-] = 5,60 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3,$$

amelyet $5,60 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 36,45 \text{ g/mol} / 0,37 / (1,1837 \text{ g/cm}^3) = 0,466 \text{ cm}^3$ tömény sósav 1 dm^3 -re történő hígításával lehet előállítani.

A citromsavoldat koncentrációjának meghatározásához vizsgáljuk meg a többértékű savak oldatában az egyes specieszek (különböző mértékben protonált részecskék) mennyiségének meghatározását. Tekintsük a citromsavat (H_3Cit), melynek ismerjük a lépcsőzetes savi disszociációs állandóit és az oldat pH-ját. Az oldat analitikai koncentrációját jelöljük c -vel.

Felírva az anyagmérleget, a következő egyenlethez jutunk:

$$c = [\text{H}_3\text{Cit}] + [\text{H}_2\text{Cit}^-] + [\text{HCit}^{2-}] + [\text{Cit}^{3-}],$$

ebbe az egyenletbe behelyettesítjük az egyensúlyi állandókat úgy, hogy csak $[\text{Cit}^{3-}]$ és $[\text{H}^+]$ koncentráció értékek szerepeljenek benne:

$$c = [\text{H}^+]^3 [\text{Cit}^{3-}] / (K_{s1} K_{s2} K_{s3}) + [\text{H}^+]^2 [\text{Cit}^{3-}] / (K_{s2} K_{s3}) + [\text{H}^+] [\text{Cit}^{3-}] / K_{s3} + [\text{Cit}^{3-}]$$

Ha leosztjuk $[\text{Cit}^{3-}]$ -val az egyenlet mindkét oldalát, akkor az ún. α_{H} függvényt kapjuk:

$$\alpha_{\text{H}} := c / [\text{Cit}^{3-}] = [\text{H}^+]^3 / (K_{s1} K_{s2} K_{s3}) + [\text{H}^+]^2 / (K_{s2} K_{s3}) + [\text{H}^+] / K_{s3} + 1$$

A fenti levezetésből is látszik, hogy az α_{H} függvény tagjai úgy aránylanak egymáshoz, mint az egyes specieszek koncentrációi. Így könnyen számítható a specieszek relatív mennyisége (jelöljük X -el, amelynek nagysága $0 < X < 1$):

$$X(\text{Cit}^{3-}) = 1 / \alpha_{\text{H}};$$

$$X(\text{HCit}^{2-}) = [\text{H}^+] / K_{s3} / \alpha_{\text{H}};$$

$$X(\text{H}_2\text{Cit}^-) = [\text{H}^+]^2 / (K_{s2} K_{s3}) / \alpha_{\text{H}}; \quad X(\text{H}_3\text{Cit}) = [\text{H}^+]^3 / (K_{s1} K_{s2} K_{s3}) / \alpha_{\text{H}}.$$

Az oldat töltés szempontjából semleges, ezért felírhatjuk a töltésmérleget:

$$[\text{H}^+] = [\text{H}_2\text{Cit}^-] + 2[\text{HCit}^{2-}] + 3[\text{Cit}^{3-}],$$

amelyben a koncentrációkat kifejezhetjük az X -ek és az analitikai koncentrációk segítségével:

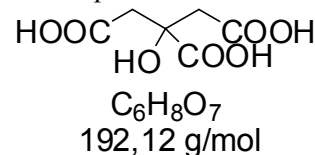
$$[\text{H}^+] = X(\text{H}_2\text{Cit}^-)c + 2 X(\text{HCit}^{2-})c + 3 X(\text{Cit}^{3-})c.$$

A fenti egyenletből kifejezhetjük az analitikai koncentrációt:

$$c = [\text{H}^+] / (X(\text{H}_2\text{Cit}^-) + 2 X(\text{HCit}^{2-}) + 3 X(\text{Cit}^{3-})).$$

Az analitikai koncentráció, valamint az X értékek ismeretében könnyen számíthatjuk a specieszek koncentrációit.

A citromsav képlete és moláris tömege:



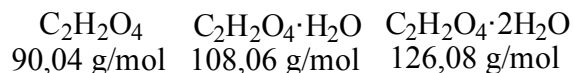
A citromsavnál az eredmények:

$c_{\text{citromsav}} = 4,14 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$, ehhez az oldathoz 1 dm^3 -be 7,95 g-ot kell bemérni (ha valaki monohidráttal számolt az is teljes értékű válasznak számított). Az egyes specieszek koncentrációja:

$$[\text{H}_3\text{Cit}] = 3,58 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3, \quad [\text{H}_2\text{Cit}^-] = 5,56 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3, \quad [\text{HCit}^{2-}] = 1,81 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3, \quad [\text{Cit}^{3-}] = 1,28 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3.$$

Az oxálsavnál a citromsavhoz hasonlóan járunk el.

Az oxálsav képlete és különböző kristályvíztartalmú változatainak moláris tömege:



Az oxálsavnál az eredmények:

$c_{\text{oxálsav}} = 4,10 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$, ehhez az oldathoz 1 dm³-be 0,517 g-ot kell bemérni oxálsav-dihidrátból (Természetesen más kristályvíztartalmú, vagy a kristályvízmentes oxálsav is helyes megoldás volt). Az egyes specieszek koncentrációja:
 $[\text{H}_2\text{Ox}] = 2,96 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$, $[\text{HOx}^-] = 2,01 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$, $[\text{Ox}^{2-}] = 1,79 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$.

A feladat a) része 6 pontot, b) és c) része 2-2 pontot ért. A feladatra sok helyes megoldás érkezett, a pontátlag 88,1%.

Varga Szilárd

HO-21. 40 °C-on a gázelegyben az etanol parciális nyomása 18,04 kPa, a levegőé 101,5 kPa – 18,04 kPa = 83,46 kPa. Ezek alapján kiszámíthatjuk az ideális gáztörvénnyel az egyes komponensek anyagmennyiségét: $n_{\text{EtOH}}(40^\circ\text{C}) = 120 \cdot 18040 / (8,314 \cdot 313) \text{ mol} = 831,9 \text{ mol}$; $n_{\text{levegő}} = 120 \cdot 83460 / (8,314 \cdot 313) \text{ mol} = 3848,6 \text{ mol}$. A 0 °C-ra történő hűtés során az össznyomás állandó (101,5 kPa), továbbá a levegő anyagmennyisége nem változik. A 0 °C-os gázelegyben az etanol és a levegő parciális nyomása: 1,95 illetve 99,55 kPa.

Egy adott gázelegy esetén a parciális nyomások és anyagmennyiségek egyenesen arányosak egymással, így a 0 °C-os gázelegyben lévő etanol anyagmennyisége: $n_{\text{EtOH}}(0^\circ\text{C}) = p_{\text{EtOH}}/p_{\text{levegő}} \cdot n_{\text{levegő}} = 1,95 \text{ kPa}/99,55 \text{ kPa} \cdot 3848,6 \text{ mol} = 75,4 \text{ mol}$. Tehát a kondenzálódott etanol mennyisége: $\Delta n_{\text{EtOH}} = n_{\text{EtOH}}(40^\circ\text{C}) - n_{\text{EtOH}}(0^\circ\text{C}) = 831,9 \text{ mol} - 75,4 \text{ mol} = 756,5 \text{ mol}$, melynek tömege $m_{\text{EtOH}} = 46 \text{ g/mol} \cdot 756,5 \text{ mol} = 34799 \text{ g}$. Tehát 34,8 kg tömegű etanolt lehet maximálisan kinyerni a kiindulási elegyből (ekkor a kiindulási etanol 9,1 %-a marad a gázelegyben).

A második kérdés esetén azt a hőmérsékletet kell megállapítani, mikor a 3848,6 mol levegő mellett csupán $831,9 \cdot 0,01 = 8,319 \text{ mol}$ etanol marad. Ekkor az etanol mól%-a a gázelegyben: $x_{\text{EtOH}} = 8,32 / (8,32 + 3848,6) =$

0,00216. Ebből pedig az etanol parciális nyomása: $p^*_{\text{EtOH}} = x_{\text{EtOH}} \cdot p_{\text{össz}} = 0,00216 \cdot 101500 \text{ Pa} = 219 \text{ Pa}$.

A Clausius-Clapeyron egyenlethből meghatározható a moláris párolgáshő:

$$\Delta H_{\text{pár}}^\circ = \frac{R \cdot \ln\left(\frac{p_2}{p_1}\right)}{\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)} = \frac{8,314 \cdot \ln\left(\frac{18040}{1950}\right)}{\left(\frac{1}{273} - \frac{1}{313}\right)} \frac{\text{J}}{\text{mol}} = 39,5 \text{ kJ/mol}$$

Szintén a fenti egyenlet segítségével meghatározható az a hőmérséklet, melyen az etanol parciális nyomása 219 Pa. Behelyettesítve az eredmény 242,5 K, azaz –30,5 °C.

Sok szép, követhető megoldás érkezett, ám többen nem számolták ki a kinyert etanol tömegét. Többen nem tudták megoldani a feladat b. részét, ám erre is érkeztek helyes megoldások.

Benkő Zoltán

HO-22. a) A feladatban szereplő, $v = 220 \text{ m/s}$ sebességű C_{60} molekula hullámhossza a de Broglie összefüggés alapján számítható. A C_{60} moláris tömege: $M = 720,0 \text{ g/mol}$, és egyetlen C_{60} molekula tömege:

$m = M / N_A = 1,196 \cdot 10^{-24} \text{ kg}$, ahol $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} / \text{mol}$ az Avogadro-szám.

Ezt beírva a de Broglie összefüggésbe, adódik a hullámhossz:

$\lambda = h / (m \cdot v) = 2,5 \text{ pm}$, ahol $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ a Planck-állandó.

b) A k -adrendű erősítés helye a detektoron: $D_k = L \cdot \text{tg} \alpha_k$, ahol L a rések és a detektor távolsága (a feladatban $L = 1,25 \text{ m}$) és α_k a k -adrendű erősítéshez

tartozó szög. Másrészt pedig ismert a $\sin \alpha_k = \frac{2k \lambda}{d}$ összefüggés,

amelyben d a rések távolságát (itt $d = 100 \text{ nm}$), k az erősítés rendjét, λ pedig a hullámhosszat jelöli.

$D_k = L \cdot \text{tg} \alpha_k =$

$$L \cdot \frac{\sin \alpha_k}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha_k}} = L \cdot \frac{\frac{k \lambda}{d}}{\sqrt{1 - \left(\frac{k \lambda}{d}\right)^2}} = L \cdot \frac{k \cdot 2,519 \cdot 10^{-5}}{\sqrt{1 - k^2 \cdot 6,346 \cdot 10^{-10}}} \approx L \cdot k \cdot 2,519 \cdot 10^{-5}$$

ahol a közelítés az első néhány erősítés esetén megengedhető (a feladat pontosságán belül).

Ezek alapján, az első néhány intenzitásmaximum távolsága a detektoron:

$$\Delta D = L \frac{\lambda}{d} = 31 \text{ }\mu\text{m}.$$

(Megjegyzés: Az is elfogadható megoldás, ha valaki valóban kiszámolja az első néhány, például, az első öt maximum helyét, majd ezeket kivonva egymásból, megállapította, hogy ezek a feladat számítási pontosságán belül azonos, 31 μm -es távolságra találhatók egymástól. Érdemes viszont kipróbálni, hogy az itt leírt, általánosabb megoldásban alkalmazott elhanyagolás mekkora k értékeknél okozna már a második tizedes jegyében eltérést...)

c) Ha feltételezzük, hogy a kísérletben a két résen való szóródáson kívül más fizikai folyamattal nem kell számolnunk, akkor a kisebb intenzitású maximumok nyilván egy másik – esetleg szennyezőként a rendszerbe került – részecskétől származhattak. A megadott kísérleti eredmények alapján kiszámíthatjuk ennek a tömegét, majd javaslatot tehetünk az anyagi minőségére, összetételére.

Tehát az a) és b) pontban követett gondolatmenetet „visszafelé” végigjárva:

$$\lambda' = \Delta D' \frac{d}{L} = 2,160 \text{ pm}.$$

Tegyük fel, hogy ez az ismeretlen anyag szintén a molekulaforrásként szolgáló kemencéből származik, és így a sebessége $v = 220 \text{ m/s}$. Ekkor a moláris tömege, felhasználva a de Broglie összefüggést:

$$M' = N_A \frac{h}{\lambda' v} = 839,7 \text{ g/mol}.$$

Ilyen moláris tömeggel nyilván sokféle anyagot el lehetne képzelni, de figyelembe véve, hogy a vizsgált minta C_{60} , lehetséges, hogy egy nagyobb fullerén is jelen volt szennyezőként. Ezek alapján ésszerű lehet az, hogy a kisebb intenzitású maximumok a mintát szennyező C_{70} molekuláktól származhattak.

Mátyus Edit

Feladatok

A dolgozatokat a következő címen várjuk 2007. március 29-ig postára adva. A később postázott leveleket nem tudjuk figyelembe venni a pontversenyben! Kérjük a formai követelmények figyelembe vételét!

KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

A feladatsor az idei olimpia orosz szervezői által ajánlott felkészítő feladatok alapján készült. A fordításban részt vett Varga Szilárd. A feladatok hosszúak és több részkérdésből állnak, ezért a **HO** feladatsorba nem külön példák, hanem minden feladat utolsó részkérdése került. A **H** pontversenyben ezek nem számítanak.

H66. A vas az emberi szervezet életfunkcióinak fenntartásához szükséges elemek közül az egyik legfontosabb. Hiánya vérszegénységet okoz, amit általában Fe(II) pótlással kezelnek. A Fe(III) terápiás hatása sokkal kisebb. A Fe(II) egy meglehetősen erős redukálószer, ami gyorsan Fe(III) -má oxidálódik. Ezért az összvastartalom és a Fe(II) és Fe(III) külön-külön történő meghatározására szolgáló módszerek egyaránt szükségesek a gyógyszerek minőség ellenőrzésénél.

Az összvastartalom meghatározásához először általában minden komponenst kvantitatíven Fe(II) -vé vagy Fe(III) -má alakítanak.

a) Az alábbi redoxpotenciál-értékek szerint mely oxidálószerrel tudják a Fe(II) -t Fe(III) -má alakítani standard körülmények között? Írd fel az oxidációs reakciók rendezett ionegyenleteit!

oxidált alak	redukált alak	E°, V
Fe^{3+}	Fe^{2+}	+0,77
HNO_3	$\text{NO (+H}_2\text{O)}$	+0,96
$\text{H}_2\text{O}_2 \text{ (+H}^+)$	H_2O	+1,77
I_2	I^-	+0,54
Br_2	Br^-	+1,09

Az összes vas Fe(III)-má történő oxidációja után annak teljes mennyiségét meghatározhatjuk, ha leválasztjuk Fe(OH)_3 formájában. A csapadékot kihevítve Fe_2O_3 -t kapunk, melynek tömegét mérjük.

b) *Becsüld meg a FeCl_3 0,010 M-os vizes oldatának pH-ját!* Tételezd fel, hogy a Fe(OH)_2^{3+} kation egyértékű sav, amelynek disszociációs állandója $K_s = 6,3 \cdot 10^{-3}$.

c) *Mekkora pH-n kezdődik a Fe(OH)_3 csapadék oldatból történő leválása?* A Fe(OH)_3 oldhatósági szorzata $K_{sp} = 6,3 \cdot 10^{-38}$.

d) *Milyen pH-n lesz teljes a Fe(OH)_3 csapadék leválása 100,0 mL 0,010 M-os FeCl_3 oldatból kiindulva?* Tekintsük teljesnek a csapadékleválást, ha az oldatban nem marad több, mint 0,2 mg Fe.

Megjegyzés: Minden pH értéket 0,1 pH egység pontossággal becsüljük meg.

A Fe(II) mennyiségét meghatározhatjuk Fe(III) jelenlétében savas közegben, KMnO_4 oldattal történő titrálassal. A vizes KMnO_4 oldat idővel lassan bomlik, ezért annak pontos koncentrációját közvetlenül a Fe(II) mérés előtt kell meghatározni.

A titrálás során 10,00 mL elsődleges standard oldatra, ami 0,2483 g As_2O_3 100,0 mL vízben való oldásával készült, 12,79 mL KMnO_4 mérőoldat fogyott. Ugyanezen mérőoldatból 15,00 mL 2,505 g Fe-at tartalmazó oldatra 11,80 mL fogyott.

e) *A vas milyen hányada található Fe(II) formájában az oldatban?*

Fe(II) és Fe(III) ionokat tartalmazó oldathoz borkősavat adunk. Az oldatot ammóniaoldattal semlegesítjük, majd feleslegben vett KCN-t adunk hozzá. Az oldatba merülő platina elektróddal +0,132 V feszültséget mérünk telített kalomel elektróddal szemben.

f) *Feltételezve, hogy az összes vas Fe(CN)_6^{n-} alakban található az oldatban, az eredeti vasminta mekkora része található Fe(II) formában?* A $\text{Fe(CN)}_6^{3-}/\text{Fe(CN)}_6^{4-}$ rendszer standard potenciálja +0,364 V. A telített kalomel elektród potenciálja +0,241 V. A mintaoldatok hőmérséklete 25°C. *Milyen mellékreakciók elkerülésére adtunk a mintához borkősavat és ammóniát? Írd fel ezen reakciók rendezett ionegyenletét!*

H67. Az alacsony oxidációs állapotú kénvegyületek számos ipari hulladékban (metallurgia, papírgyártás, vegyipar) jelen vannak és veszélyes környezetszennyezők. Az alacsony oxidációs állapotú kén oldatban megtalálható leggyakoribb formái a S^{2-} , SO_3^{2-} és a $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ionok. Ezek mennyiségét különböző körülmények között végzett redoxititrálással meg lehet határozni.

Egy 20,00 mL-es S^{2-} , SO_3^{2-} és $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ tartalmú mintához feleslegben vett ZnCO_3 vizes szuszpenzióját adjuk. A reakció lejátszódása után az oldatot egy 50,00 mL-es mérőlombikba szűrjük, majd jelre töltjük. A felhígított szűrlet 20,00 mL-éhez vizes formaldehid oldatot adunk feleslegben. Az elegyet ecetsavval megsavanyítjuk és 5,20 mL 0,01000 M-os jódd mérőoldattal megtitráljuk.

a) *Írd fel az analízis során lejátszódó reakciók rendezett ionegyenleteit! Melyik iont (S^{2-} , SO_3^{2-} vagy $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) lehet meghatározni ilyen módon? Számold ki ennek az ionnak a kezdeti mintában lévő koncentrációját ppm-ben!*

0,01000 M-os jóddoldat egy 20,00 mL-es részletét megsavanyítjuk ecetsavval és 15,00 mL felhígított szűrlettel elegyítjük. Az így kapott elegyet 6,43 mL 0,01000 M-os nátrium-tioszulfát mérőoldattal titráljuk meg.

b) *Írd fel az analízis során lejátszódó reakciók rendezett ionegyenleteit! Melyik ion koncentrációját (S^{2-} , SO_3^{2-} vagy $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) lehet meghatározni ilyen módon az előző mérés eredményének figyelembe vétele mellett? Számold ki ennek az ionnak a kezdeti mintában lévő koncentrációját ppm-ben!*

0,05000 M-os jóddoldat egy 10,00 mL-es részletét megsavanyítjuk ecetsavval és 10,00 mL eredeti, S^{2-} , SO_3^{2-} és $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ tartalmú mintával elegyítjük. Az így kapott elegyet 4,12 mL 0,05000 M-os nátrium-tioszulfát mérőoldattal titráljuk meg.

c) *Írd fel az analízis során lejátszódó reakciók rendezett ionegyenleteit! Melyik ion koncentrációját (S^{2-} , SO_3^{2-} vagy $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) lehet meghatározni ilyen módon az előző két mérés eredményének figyelembe vétele mellett? Számold ki ennek az ionnak a kezdeti mintában lévő koncentrációját ppm-ben!*

Megjegyzések:

- A szerves oxo-vegyületek szulfitionokkal oxidációra kevésbé érzékeny vegyületeket képeznek.
- A formaldehidet a jód hangyasavvá oxidálja ugyan, de ez a reakció nagyon lassan játszódik le és csak visszaméréssel mérhető. Az alacsony oxidációs állapotú kénvegyületek közvetlenül is titrálhatók jóddal.
- A ppm-ben mért koncentráció, ha más kikötést nem tesz a feladat, a tömegtört egy milliomod részét jelenti.

H68. 1871-ben Mengyelejev egy cikket jelentetett meg az Orosz Kémiai Társaság folyóiratában, amelyben három, addig ismeretlen elem tulajdonságait részletesen írta le. Az elemeket, amelyeket ő ekabór, ekaaluminium és ekaszilícium névvel jelölt 15 éven belül felfedezték. Érdekes módon mindhárom földrajzi eredetű nevet kapott.

a) *Mi volt ez a három elem?*

Az első periódusos rendszerben 66 elem szerepelt, ezek közül 3 volt ismeretlen. A maiban 118 elem található. Az utolsót 2005-ben fedezték fel egy orosz és egy amerikai kutatóintézet kooperációjában. Kalcium-48 atommagokkal kalifornium-249 magokat tartalmazó céltárgyat bombáztak. A megfigyelések során háromszor is észleltek olyan alfa-bomlási sort, ami a 118. elem 294-es tömegszámú izotópjából indult.

b) *Írj fel rendezett egyenleteket a 118. elem keletkezésének és alfa-bomlásának magreakciójára!*

c) *A periódusos rendszer melyik csoportjába tartozik a 118. elem? Mi az elektronkonfigurációja?*

d) *A csoportjában található elemek tulajdonságaiból megbecsülve próbáld megjósolni a 118. elem olvadáspontját, forráspontját, atomsugarát, első ionizációs energiáját és oxidjának képletét (a legnagyobb oxidációs állapotban)!*

H69. Egy oldat magnéziumtartalmát a következő módon határozták meg. Az oldatot sósavval megsavanyították, majd ammónia adagolásával enyhén bázisos kémhatásúra állították és $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ oldat feleslegével

elegyítették. A kapott MgNH_4PO_4 csapadékot leszűrtek, híg ammóniaoldattal mosták és 1000°C -on tömegállandóságig hevítették.

- Írd fel a csapadékleválás ionegyenletét és a hevítés során lejátszódó folyamat egyenletét!*
- Az oldatot egy gyógykészítmény 1,8005 g-os mintájából készítették. Hány tömegszázalék MgO -t tartalmazott a készítmény?*

A MgNH_4PO_4 leválása során más anyagok is szennyezhetik a csapadékot, mint pl. MgHPO_4 , $\text{Mg}(\text{NH}_4)_4(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ és NH_4Cl .

- Mi történik a szennyezőkkel a hevítés során (reakcióegyenletek)? Milyen hatással van az egyes szennyezők jelenléte a módszer által adott magnéziumtartalomra?*
- Mekkora lehet legfeljebb a pH az oldatban, hogy a $\text{Mg}(\text{OH})_2$ leválása elkerülhető legyen, ha az oldat 200 ml-jének 0,10 g volt a magnéziumtartalma.*

A MgNH_4PO_4 oldhatósági szorzatának meghatározásához a következő kísérletet végezték el. A csapadék leválás kezdetéig NaOH oldatot csepegtettek egy 100 ml oldathoz, amelyben a MgCl_2 , a NH_4Cl és a Na_2HPO_4 koncentrációja is 0,010 M volt. A csapadék 6,48-as pH-nál, elhanyagolható térfogatváltozás után jelent meg.

e) *Mennyi az oldhatósági szorzat?*

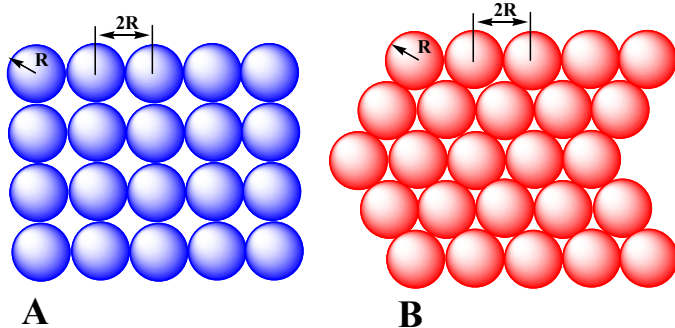
Adatok: H_3PO_4 : $K_{s1} = 7,1 \cdot 10^{-3}$; $K_{s2} = 6,2 \cdot 10^{-8}$; $K_{s3} = 5,0 \cdot 10^{-13}$
 NH_3 : $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$; $\text{Mg}(\text{OH})_2$: $L = 6,0 \cdot 10^{-10}$

H70. „A feladat összeállítása során sem gyümölcsnek, sem zöldségnek nem esett bántódása.”

A paradicsomokat érdemes szállításhoz egyenletes rétegben elrendezni a polcokon. Tekintsük az alábbi ábrán bemutatott két elrendezést.

a) *Mi a két esetben a polc kitöltési hányadosa? Melyik elrendezés igényel kevesebb felületet?*

A keményebb zöldségek, mint a káposzta, ládába is pakolhatóak. Több elrendezés is lehetséges:



1. Az első réteg elrendezése az ábrán mutatott **A**. A második réteg ennek pontos másolata úgy, hogy a zöldségek a rétegekben épp egymás fölött vannak. Ez az ún. egyszerű köbös térkitöltés.
2. Az első réteg ismét **A** típusú, de második rétegben épp az üres helyek fölé kerülnek a zöldségek (tércentrált köbös elrendezés).
3. Az első réteg **B** típusú. A második ennek pontos másolata úgy, hogy a zöldségek a rétegekben épp egymás fölött vannak. Ez az ún. hexagonális térkitöltés.
4. Az első réteg **B** típusú, de a második rétegben a zöldségek épp az üres helyek fölé kerülnek (hexagonális szoros térkitöltés).

b) *Mi a fenti elrendezések térkitöltési hányadosa? Melyik a leggazdaságosabb?*

A 4. elrendezés esetében igazából két változat létezik. Ha a harmadik réteg zöldségei épp az első réteg zöldségei fölé kerülnek, akkor kapjuk az igaz hexagonális szoros térkitöltést (4a). Ha a harmadik rétegben a zöldségek alatt az első és második rétegben is üres helyek vannak, akkor a lapcentrált köbös elrendezést (4b) kapjuk.

c) *Mekkora lesz ennek az elrendezésnek a térkitöltési hányadosa? Milyen hatással van a térkitöltésre, ha a 4. elrendezés két változata keveredik?*

Egy vállalkozó kedvű és türelmes zöldséges barack és dinnye gazdaságos szállításához azt találta ki, hogy a barackot a szépen elrendezett dinnyék között maradó üres helyekre pakolja.

d) *Legfeljebb mennyi lehet a barackok és dinnyék sugarának hányadosa, hogy a barack ne nyomódjon meg, ha*

- i. a dinnyék elrendezése 1. szerinti és a barackok a 8 dinnye által közrefogott (köbös) helyekre kerülnek?
- ii. a dinnyék elrendezése 2. szerinti és a barackok a 6 dinnye által közrefogott (oktaéderes) helyekre kerülnek?
- iii. a dinnyék elrendezése 4b. szerinti és a barackok a 6 dinnye által közrefogott (oktaéderes) helyekre kerülnek?

e) *Dinnyénként hány barackot lehet a fenti három elrendezésben bepakolni és milyen értékig mehet fel a térkitöltési hányados ezekben az esetekben?*

f) A jobb szellőzés miatt célszerű nem tenni közvetlen egymás melletti helyekre barackot. *Dinnyénként hány barack pakolható be így a ii. és iii. elrendezésben?*

A derék zöldségesnek még egy zseniális ötlete támadt. A iii. elrendezés szerint tölti meg kocsiját dinnyével és barackkal, de a 4 dinnye által körbezárt (tetraéderes) helyekre almákat is pakol. *Hány alma rakható be így dinnyénként?*