

GONDOLKODÓ



A 2023/2024. tanév pontversenyeinek végeredménye

Az alábbiakban közöljük az egyes kategóriákban kiemelkedő eredményt elért diákok névsorát. Elektronikus úton minden résztvevő megkapta a pontszámait. Két támogatónk (Hildegard Alapítvány és Hiflylabs Zrt.) köszönhetően mindannyian 10-50 ezer forintos jutalomban részesülnek, amelynek átadását és a további jutalmakat (KÖKÉL előfizetés) a Magyar Kémikusok Egyesülete intézi.

Gratulálunk az eredményekhez!

K pontverseny (9-10. osztály)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Simon János Dániel ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium	Varga Bence, Villányi Attila	199
2	Bíró Artúr ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium	Varga Bence	189
3	Takách Máté ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium	Varga Bence	188

K* pontverseny (11-12. osztály)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Molnár Kristóf István Városmajori Gimnázium	Karácsonyi Virág	190
2	Viczko Csaba Péter ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium	Sebő Péter	184
3	Gáspár Réka Boronkay György Technikum és Gimnázium	Berek László	182

H pontverseny

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Viczko Csaba Péter ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium	Sebő Péter	185
2	Éger Viktória ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium	Villányi Attila	162,5
3	Erdélyi Kata Fazekas Mihály Gimnázium	Albert Attila	161,95

Angol fordítási verseny

	Név, iskola	Felkészítő tanár
1	Vámi Ármin Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	Szabó Endre, Párkányi Virág

Német fordítási verseny

	Név, iskola	Felkészítő tanár
2	Nyiri Réka Fanni Városmajori Gimnázium	Nagné Hodula Andrea, Arday Istvánné,
3	Molnár Alexandra Judit DSzC Vegyipari Technikum	Burzáné Pintye Lívía

Keresd a kémiát!

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Kiss-Husza Iván Széchenyi István Gimnázium, Sopron	dr. Somogyi Ilona Csilla	100,5
2	Vámi Ármin Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	Szabó Endre	93

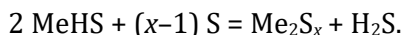
Megoldások

K476. A titkosírásban az egyes egységek azon elemek vegyjeleit kódolják, melyekben a szám után jelölt alhéjakon található elektronok számának összege maga a szám. Például a 47^{pd} kódolás azt az elemet jelöli, melynek p és d alhéjain összesen 47 elektron található, ez a Ta. Ez alapján a keresett, Vendel étkezési szokásaival kapcsolatos mondat: EsTePa-LaCSInTaVAgYSeReSCeThAlNYErSeN, azaz Este palacsinta vagy seres cethal nyersen.

A feladatra helyes megoldást küldött be Bencze Kinga, Biró Artúr és Simon Dániel János. Megoldásként elfogadtuk az „Este palacsinta vagy ser és cethal nyersen” mondatot is.

(Zagyi Péter, Vörös Tamás)

K477. a) A fém alkoxidjának kén-hidrogénnel való reakciója során **A** vegyületként alkálifém-hidrogén-szulfid keletkezik (MeHS). Ennek elemi kénnel való reakciójában kapjuk a keresett poliszulfidot és kén-hidrogént az alábbi, általánosan felírt reakcióegyenlet szerint:

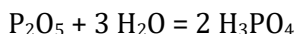
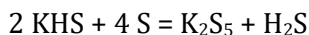
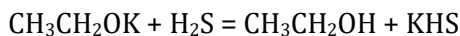
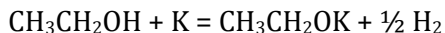


Jelölje M_{Me} az alkálifém moláris tömegét! Ekkor az **A** vegyület (MeHS) anyagmennyisége megegyezik a fém anyagmennyiségével, azaz $2,00/M_{\text{Me}}$ mol. A sztöchiometrikus mennyiségű, 3,28 g kén anyagmennyisége 0,1023 mol. A poliszulfid keletkezésének reakciójában az alkálifém-hidrogén-szulfid és a kén anyagmennyiség aránya $2 : (x - 1)$, ez alapján felírható, hogy

$$2/(x - 1) = (2,00/M_{\text{Me}})/0,1023$$

Ebből $M_{\text{Me}} = 9,774 \cdot (x - 1)$ adódik. Kémiaailag helyes megoldást $x = 5$ esetén kapunk, ekkor $M_{\text{Me}} = 39,1$ g/mol, amely a kálium moláris tömege. Az előállított alkálifém-poliszulfid képlete K_2S_5 .

b) A játszódó reakciók egyenletei:



A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 9,5 pont, hibátlan, szép megoldást küldött be Bencze Kinga, Gáspár Réka és Simon Dániel János. A vákuumban, P_2O_5 fölött szárítás reakcióegyenletének kihagyásáért nem járt pontlevonás.

(Vörös Tamás)

K478. a) a1) A 80-at megkaphatjuk összegként a Ca, Sc, Y (20, 21, 39) és a P, Ge, As (15, 32, 33) atomok kiválasztásával is.

a2) A 85-öt szintén kétféleképpen kaphatjuk meg: Ti, V, Zr (22, 23, 40), illetve S, Se, Br (16, 34, 35).

a3) A 209 csak egyféleképpen kapható meg, ehhez a Cd, Hg és Tl (48, 80, 81) atomokat kell választanunk.

b) A legkisebb összeg a 8 (H, Li, Be), amelynél megoldást találunk, az ennél kisebb pozitív egész számok (1 – 7) esetén nincsen megoldás. Ezen felül az alábbi, 209-nél kisebb számok esetén nem található megoldás: 9 – 17, 20, 22, 23, 29, 40, 46 – 49, 52, 54 – 57, 60, 63, 66, 69, 72, 73, 75, 78, 81, 84, 87, 90, 93, 96, 99, 102, 105, 108, 111, 114, 117, 120, 123, 126, 129, 132, 135, 138, 141, 144 – 147, 150, 155, 158, 161, 164, 167, 170, 173, 176, 179, 182, 196, 205.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 7,6 pont. Az a1) és a2) esetekben a megoldók csak az egyik megoldást küldték be, figyelmen kívül hagyva azt, hogy a számhármass kiválasztása során egy adott periódus két eleme mellé a harmadikat az alatta, illetve a fölötte lévő periódusból is választhatjuk. A feladat b) részére a legszebb megoldás Simon János Dánieltől érkezett, aki 1 és 50 között minden olyan számot felsorolt, amely nem adódhat összegként. Mivel a feladatrész szövege alapján eleendő egy megoldást megadni, ez már maximális pontszámot ért.

(Vörös Tamás)

K479. a) A $CaNO_2$ képlet hibás, mivel a kalciumion kétszeresen pozitív, míg a nitrition egyszeresen negatív töltésű, tehát a képlet helyesen $Ca(NO_2)_2$ lenne.

b) Az eredeti anyagok közül a sárga színű kén (S), a fekete színű mangán-dioxid (MnO_2) volt. A két vízdoldható, fehér színű anyag az ezüst-nitrát ($AgNO_3$) és a nátrium-klorid (NaCl), a két vízdoldhatatlan pedig az

ólom-szulfát (PbSO_4) és a szilícium-dioxid (SiO_2) voltak. Ezek teljesítik azt, hogy kilenc különböző kémiai elem vegyjelét tartalmazzák, valamint azt is, hogy az új feliratok között csak három olyan vegyjel (S, N, O) szerepel, amely az eredeti feliratokon is rajta volt.

c) A két vízdoldható anyag közül az ezüst-nitrát fehér színű csapadékot ad a csapvíz kloridionjaival: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}$.

d) A vízdoldhatatlan anyagokat kén-hidrogén vizes oldatával tudta azonosítani, az ólom-szulfát esetén fekete színű csapadékot észlelt: $\text{Pb}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{PbS}$.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 10 pont, minden megoldó hibátlan megoldást küldött be.

(Vörös Tamás)

K480. a) Az **A + B** titrálás eredménye nagyobb szám, mint az **A + D** titrálásé, ebből következik, hogy a **D** jelű oldat töményebb, hiszen azonos mennyiségű sav titrálásához ebből kisebb térfogatra van szükség, mint a **B** jelű oldatból. Az egyik lúgoldat KOH-oldat, míg a másik ugyanilyen tömegszázalékos, de tartalmaz NaOH-ot is. Mivel a NaOH moláris tömege kisebb, mint a KOH-é, azonos tömegű oldott anyag esetén a NaOH-ot is tartalmazó oldat lesz a töményebb, vagyis a **D** jelű oldat a KOH-ra és NaOH-ra együttesen x tömegszázalékos oldat, míg a **B** jelű az x tömegszázalékos KOH-oldat.

A savoldatok vizsgálva látható, hogy az **A + B** titrálás esetén a fogyás értéke nagyobb, mint a **C + B** titrálás esetén, vagyis az **A** jelű oldat a töményebb savoldat, hiszen ugyanabból a lúgoldatból több fogy rá, mint azonos térfogatú **C** oldatra. Az egyik savoldat $0,0100 \text{ mol/dm}^3$ -es kénsavoldat, a másik ugyanekkora összkoncentrációban tartalmaz kénsavat és HCl-ot. Mivel az utóbbi egyértékű sav, biztosan a kénsavat és hidrogénkloridot tartalmazó oldat lesz kisebb koncentrációjú H^+ -ionokra nézve. Tehát ez a **C** jelű, míg az **A** jelű a $0,0100 \text{ mol/dm}^3$ -es kénsavoldat.

$10,00 \text{ cm}^3$ **A** jelű oldat 10^{-4} mol kénsavat, azaz $2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ H^+ -iont tartalmaz. Ennek titrálására fogy $12,20 \text{ cm}^3$ **B** jelű KOH-oldat, ebben szintén $2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ OH^- -ion van. Ez egyben azt is jelenti, hogy ugyanekkora mennyiségű, vagyis $2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 56,1 \text{ g/mol} = 0,01122 \text{ g}$ KOH van oldva a $12,20 \text{ cm}^3$ oldatban, melynek tömege $12,20 \text{ gramm}$. Ezek alapján az oldat tömegszázalékos KOH-tartalma, vagyis x értéke

$$0,01122 \text{ g} / 12,20 \text{ g} \cdot 100\% = 0,09197 \text{ m/m}\%$$

10,00 cm³ **A** jelű oldat titrálására 9,33 cm³ **D** jelű, KOH-ra és NaOH-ra nézve együttesen 0,09197 m/m%-os oldat fogy. Ebben a lúgoldatban az oldott anyag tömege $9,33 \text{ g} \cdot 9,197 \cdot 10^{-4} = 8,581 \cdot 10^{-3} \text{ g}$, amely összesen $2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ NaOH és KOH. Jelölje a az oldatban lévő KOH tömegét, ekkor felírható, hogy

$$a/56,1 + (8,581 \cdot 10^{-3} - a)/40,0 = 2 \cdot 10^{-4}$$

melyből $a = 2,024 \cdot 10^{-3} \text{ g}$, az oldat KOH-tartalma

$$2,024 \cdot 10^{-3} \text{ g} / 9,33 \text{ g} \cdot 100\% = 0,02170 \text{ m/m}\%$$

míg NaOH-tartalma 0,07028 m/m%.

A **B** jelű KOH-oldat 9,33 cm³-e $9,33 \text{ g} \cdot 9,197 \cdot 10^{-4} = 8,581 \cdot 10^{-3} \text{ g}$, azaz $1,530 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ KOH-ot tartalmaz. Ez azt is jelenti a harmadik titrálási adat alapján, hogy a **C** jelű oldat 10,00 cm³-ében ugyanekkora anyagmennyiségű H⁺-ion van. Az oldatban összesen 10^{-4} mol oldott anyag van, ebből legyen $b \text{ mol}$ H₂SO₄ és $(10^{-4} - b) \text{ mol}$ HCl. Ekkor felírható, hogy

$$2b + 10^{-4} - b = 1,530 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Ebből: $b = 5,30 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$.

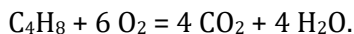
Tehát az oldat kénsavtartalma $5,30 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$, hidrogén-klorid-tartalma $4,70 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$.

b) A **D** jelű oldat 0,02170 m/m% KOH-ot és 0,07028 m/m% NaOH-ot tartalmaz. Az oldat 1,000 dm³-ében, azaz 1000 grammjában 0,2170 g KOH ($3,868 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$) és 0,7028 g ($0,01757 \text{ mol}$) NaOH van, vagyis az oldat összekoncentrációja hidroxidionokra nézve $0,02144 \text{ mol/dm}^3$. A 10,00 cm³ **C** jelű oldatban összesen $1,530 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ H⁺ van, vagyis a **C** + **D** titrálás esetén a fogyás értéke $1,530 \cdot 10^{-4} \text{ mol} / 0,02144 \text{ mol/dm}^3$, azaz 7,14 cm³, amely valóban a legkisebb fogyás a négy érték közül.

A feladatra érkezett valamennyi megoldás hibátlan, szép levezetése a feladatnak. Az ismeretlen koncentrációjú oldatok összetételének megadásakor a koncentrációt és a tömegszázalék értékeket is elfogadtuk, mivel pontosan nem határozta meg a feladat, hogy melyik értéket kéri. Ezen felül a kerekítésekből adódó apró eltérésekért sem járt pontlevonás.

(Vörös Tamás)

K481. a) A reakcióban keletkezett vízmentes égéstermék átlagos moláris tömege $44,0 \text{ g/mol} \cdot 0,696 = 30,62 \text{ g/mol}$. Mivel az égetés sztöchiometrikus mennyiségű levegőben történt, ezért a gáz halmazállapotú égéstermék csak N_2 -t és CO_2 -t tartalmaz. Az elegy összetételére felírható az $x \cdot 28,0 + (1-x) \cdot 44,0 = 30,62$ összefüggés, melyből $x = 0,836$, azaz a keletkezett gázelegy $83,6 \text{ n/n\%}$ -a nitrogén. Vizsgáljunk $1,00 \text{ mol}$ kiindulási elegyet! Ebben van $0,70 \text{ mol}$ ismeretlen szénhidrogén és $0,30 \text{ mol}$ szén-dioxid. Az égetéséhez szükséges $20,0 \text{ mol}$ levegő N_2 -tartalma $20,0 \text{ mol} \cdot 0,79 = 15,8 \text{ mol}$, míg O_2 -tartalma, azaz az égetéshez szükséges oxigéngáz mennyisége $4,20 \text{ mol}$. A $15,8 \text{ mol}$ N_2 a keletkezett gázelegy $83,6 \text{ n/n\%}$ -a, azaz a teljes mennyiség $18,9 \text{ mol}$, ennek CO_2 -tartalma $3,10 \text{ mol}$. Ebből $0,30 \text{ mol}$ benne volt a kiindulási gázelegyben, a maradék $2,80 \text{ mol}$ keletkezett az égés során. Azaz $0,70 \text{ mol}$ keresett szénhidrogén tökéletes égéséhez $4,20 \text{ mol}$ O_2 szükséges és az égés során $2,80 \text{ mol}$ CO_2 keletkezik. $1,00 \text{ mol}$ szénhidrogénre vonatkoztatva a keletkezett szén-dioxid $4,00 \text{ mol}$, a felhasznált oxigén $6,00 \text{ mol}$. Könnyen belátható, hogy a kiindulási szénhidrogén 4 szénatomos. Ehhez $4,00 \text{ mol}$ O_2 szükséges, hogy szén-dioxiddá alakuljon, a további $2,00 \text{ mol}$ O_2 összesen $4,00 \text{ mol}$ hidrogénatom vízzé alakításához fogy, azaz a kiindulási szénhidrogén összegképlete C_4H_8 . Tökéletes égésének reakcióegyenlete:



b) A C_4H_8 összegképlet jelölhet gyűrűs (ciklobután, metil-ciklopropán), valamint nyílt láncú (but-1-én, but-2-én, 2-metilpropén) vegyületeket is. A but-2-én esetén van cisz-transz izoméria, így a lehetséges izomerek száma 6.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 9,6 pont. Az a) feladatrészt minden beküldő helyesen megoldotta, a b) feladatrészben néhány esetben hiányzott 1-1 izomer.

(Vörös Tamás)

K482. a) Vizsgáljunk 1000 cm^3 kiindulási KOH -oldatot! Ehhez kétszeres térfogatú, azaz 2000 cm^3 desztillált vizet adva a keletkezett oldat térfogata a várt 3000 cm^3 -hez képest $2,70\%$ -kal kisebb, vagyis $3000 \text{ cm}^3 \cdot 0,973 = 2919 \text{ cm}^3$ lett. Ennek az oldatnak a tömege $2919 \text{ cm}^3 \cdot 1,20 \text{ g/cm}^3 = 3503 \text{ g}$, benne $3503 \cdot 0,210 = 735,6 \text{ g}$ KOH van oldva. Feltételezve, hogy a desztillált víz sűrűsége $1,000 \text{ g/cm}^3$, a

hozzáadott víz tömege 2000 g, azaz a kiindulási oldat tömege 1503 g volt. Ebben volt oldva 735,6 g kálium-hidroxid, tehát a kiindulási oldat $735,6 \text{ g} / 1503 \text{ g} \cdot 100\% = 48,9 \text{ m/m}\%$ -os volt.

b) A kiindulási KOH-oldat sűrűsége $1503 \text{ g} / 1000 \text{ cm}^3 = 1,503 \text{ g/cm}^3$.

c) A hígított oldat $10,0 \text{ cm}^3$ -e $12,0 \text{ g}$ tömegű, benne $12,0 \text{ g} \cdot 0,210 = 2,52 \text{ g}$ KOH van oldva. Ennek anyagmennyisége $0,0449 \text{ mol}$. A $12,5$ -es pH-jú oldat KOH-koncentrációja $10^{-1,5} \text{ mol/dm}^3$, azaz $0,0316 \text{ mol/dm}^3$. A kéréselt térfogat értéke $V = 0,0449 / 0,0316 \text{ dm}^3 = 1,42 \text{ dm}^3$.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 9,1 pont, hibátlan megoldást 5 tanuló küldött be.

(Vörös Tamás)

K483. Az $1,00 \text{ kg}$ ammónium-hidrogén-foszfát anyagmennyisége $1000 \text{ g} / 132,1 \text{ g/mol} = 7,57 \text{ mol}$. Ekkora mennyiségű $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ $7,57 \text{ mol}$ foszfor mellett kétszer ennyi, vagyis $15,1 \text{ mol}$ nitrogént tartalmaz. A kalcium-dihidrogén-foszfát 1 mol ja 2 mol foszfort tartalmaz. Emiatt a szükséges $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ anyagmennyisége $3,79 \text{ mol}$, tömege $3,79 \text{ mol} \cdot 234 \text{ g/mol} = 887 \text{ gramm}$. A szükséges karbamid anyagmennyisége megegyezik az $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ anyagmennyiségével, azaz $7,57 \text{ mol}$. Ekkora mennyiségű $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ tömege

$$7,57 \text{ mol} \cdot 60,0 \text{ g/mol} = 454 \text{ gramm}$$

Az $1,00 \text{ kg}$ $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ műtrágyát helyettesítő kalcium-dihidrogén-foszfát – karbamid keverék össztömege 1341 gramm , melynek $66,1 \text{ m/m}\%$ -a $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ és $33,9 \text{ m/m}\%$ -a $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 9,9 pont, a beküldők többsége hibátlanul oldotta meg a feladatot.

(Vörös Tamás)

K484. a) Az alumínium-klorid anyagmennyisége a tartályban

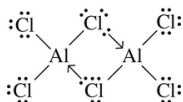
$$n = \frac{pV}{RT} = 0,0521 \text{ mol.}$$

Ebből a moláris tömegre $M = 3 \text{ g} / 0,0521 \text{ mol} = 57,6 \text{ g/mol}$ adódik, ami ellentmondás. A feladat szövegébe sajnálatos módon hiba csúszott: a tartályban eredetileg $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -os, standard légköri nyomású levegő volt.

Annak anyagmennyisége 0,04087 mol, így az alumínium-klorid anyagmennyiségére 0,0112 mol adódik.

Ebből a moláris tömeg $M = 267,9$ g/mol, ami az Al_2Cl_6 képletnek felel meg.

b) A datív kötéssel kialakuló dimer szerkezete:



c) Ebben a feladatban is csak akkor jutunk helyes eredményre, ha számolunk a tartályban eredetileg bent lévő levegővel. Az össz-anyagmennyiség 0,0633 mol, ebből az alumínium-klorid 0,0224 mol.

A moláris tömeg tehát az előbb kiszámított érték fele, vagyis ezen a magasabb hőmérsékleten már AlCl_3 molekulák vannak jelen.

d) 1 g AlCl_3 anyagmennyisége 0,0075 mol, 0,404 g Al-é 0,015 mol, tehát az előbbi kétszerese. Ebből pedig a következő reakcióegyenlet adódik:



A fenti egyenlethez tartozó reakcióhő:

$$\Delta_r H = -3,054 \text{ kJ}/0,0075 \text{ mol} = -407,2 \text{ kJ}/\text{mol}$$

$$3\Delta_k H(\text{Y}, \text{g}) - 2\Delta_k H(\text{Al}, \text{f}) - \Delta_k H(\text{X}, \text{g}) = -407,2 \text{ kJ}/\text{mol}$$

Ebből $\Delta_k H(\text{Y}) = -323,6$ kJ/mol

Az $\text{Al}(\text{sz}) + \frac{1}{2} \text{Cl}_2(\text{g}) = \text{AlCl}(\text{g})$ folyamat energiaváltozása az alumínium szublimációs hője és a kötési energiák felhasználásával:

$$\Delta_k H(\text{Y}) = \Delta_{\text{szubli}} H(\text{Al}) + \frac{1}{2} E_{\text{köt}}(\text{Cl}_2) - E_{\text{köt}}(\text{Al-Cl})_Y$$

Ebből $E_{\text{köt}}(\text{Al-Cl})_Y = 775$ kJ/mol.

Az $\text{Al}(\text{sz}) + \frac{3}{2} \text{Cl}_2(\text{g}) = \text{AlCl}_3(\text{g})$ folyamat energiaváltozása az alumínium szublimációs hője és a kötési energiák felhasználásával:

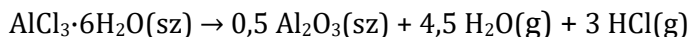
$$\Delta_k H(\text{X}) = \Delta_k H(\text{Al}, \text{g}) + \frac{3}{2} E_{\text{köt}}(\text{Cl}_2) - 3 E_{\text{köt}}(\text{Al-Cl})_X$$

Ebből $E_{\text{köt}}(\text{Al-Cl})_X = 426$ kJ/mol.

Az a) és c) feladatrészben szereplő hiba és az ebből adódó ellentmondás a versenyzők többségét elriasztotta. Remekül felismerte és korrigálta a problémát Bencze Kinga. A hibáért elnézést kérünk.

(Zagyi Péter)

K485. a) A kristályvizés alumínium-klorid bomlása során szilárd anyagként alumínium-oxid, gáz-halmazállapotú terméként H_2O és HCl keletkezik, utóbbi savas kémhatása révén vörösre színezi a megnedvesített univerzál indikátorpapírt. A bomlás egyenlete 1 mol kiindulási anyagra felírva, melyből összesen 8 mol termék keletkezik:



b) A törzsoldat tizedrészére $0,02075 \text{ dm}^3 \cdot 0,0500 \text{ mol/dm}^3$, vagyis $1,0375 \cdot 10^{-3} \text{ mol AgNO}_3$ fogy. A titrálás egyenlete ($\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$) alapján ez ugyanekkora anyagmennyiségű kloridiont jelent. A törzsoldat teljes Cl^- -tartalma ennek tízszerese, azaz $0,010375 \text{ mol}$. Az $1,000 \text{ g Al}$ -vegyület anyagmennyisége

$$1 / (2 \cdot 27,0 + (6 - x) \cdot 17,01 + 35,45x) \text{ mol},$$

a benne található kloridionok mennyiségére felírható, hogy

$$x / (2 \cdot 27,0 + (6 - x) \cdot 17,01 + 35,45x) = 0,0103075$$

melyből $x = 2,00$ adódik, azaz a vizsgált bázikus alumínium-klorid képlete $\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Cl}_2$.

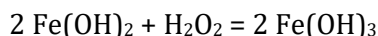
c) A 100 mg ásvány $40,9 \text{ mg}$ ($2,27 \text{ mmol}$) vizet tartalmaz. A maradék $59,1 \text{ mg}$ szilárd anyagból $600 \text{ }^\circ\text{C}$ -on történő hevítés során $26,7 \text{ mg CO}_2$ ($0,607 \text{ mmol}$) és $4,24 \text{ mg CO}$ ($0,151 \text{ mmol}$) mellett $28,15 \text{ mg}$ szilárd anyag marad vissza. Utóbbinak $54,9 \text{ m/m}\%$ -a, azaz $15,45 \text{ mg}$ -ja Al_2O_3 ($0,152 \text{ mmol}$), míg $45,1 \text{ m/m}\%$ -a, azaz $12,70 \text{ mg}$ -ja C ($1,06 \text{ mmol}$). A fentiek alapján a 100 mg ásványt $0,304 \text{ mmol Al}$, $1,818 \text{ mmol C}$, $1,821 \text{ mmol O}$ és $2,27 \text{ mmol H}_2\text{O}$ alkotja. Ezek egész számokkal kifejezett aránya, azaz a keresett képlet: $\text{Al}_2\text{C}_{12}\text{O}_{12} \cdot 15 \text{ H}_2\text{O}$.

d) Az ásványban lévő anion a mellitsav savmaradékionja, képlete $\text{C}_6(\text{COO})_6^{6-}$.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 9,2 pont, hibátlan megoldást 4 tanuló küldött be.

(Vörös Tamás)

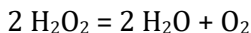
K486. a) Előbb vas(II)-hidroxid válik le, amit a hidrogén-peroxid oxidál:



b) Ebben az esetben előbb az Fe^{2+} -t próbálták Fe^{3+} -á oxidálni az alábbi reakcióban:

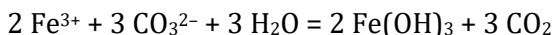


Azonban az Fe^{2+} katalizálja a H_2O_2 bomlását, ezért tapasztaltak pezsgést.



A H_2O_2 egy részének elbomlása miatt a csapadék $\text{Fe}(\text{OH})_2$ -t is tartalmazott, ezért tért el a színe a másik csapat csapadékáétól.

c) Ebben az esetben is tapasztalható volt pezsgés, ugyanis a telített vas(III)-klorid-oldat határozottan savas kémhatású. Vas(III)-karbonát nem létezik, viszont vas(III)-hidroxid-csapadék ezúttal is leválik:



Kiváló megoldást küldött be Gáspár Réka.

(Zagyi Péter)

K487. Vízsztintes 1.: Egy alaninegység ($\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$) relatív molekulatömege 89,086. 158 ilyen egységből álló polipeptid létrejöttkor 157 vízmolekula lép ki, azaz a keletkezett makromolekula relatív molekulatömege $158 \cdot 89,086 - 157 \cdot 18,016 = 11247$.

Vízsztintes 4.: A tejsav ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$) relatív molekulatömege 90,078. 230 molekula összekapcsolódása során 229 vízmolekula lép ki, a keletkezett politejsav relatív molekulatömege $230 \cdot 90,078 - 229 \cdot 18,016 = 16592$.

Vízsztintes 7.: A $[\text{Kr}]5s^14d^5$ elektronszerkezetű atom a molibdén, rendszáma 42.

Vízsztintes 8.: A 12,44 $m/m\%$ az oxigén tömegszázalék értéke a keresett vegyületben, a kis relatív atomtömeg miatt abban esetben nem kapunk megoldást, ha nem az oxigénhez tartozik a megadott tömegszázalék érték. Jelölje Me_2O_x a keresett vegyületet, amelyben Me x vegyértékű. Ekkor felírható, hogy $16x / (16x + 2M_{\text{Me}}) = 0,1244$. Ebből $M_{\text{Me}} = 56,31x$, melyre $x = 3$ esetén $M_{\text{Me}} = 168,9$ -et kapunk, ez éppen a túlium relatív atomtömege. A Tm rendszáma 69. ($x = 2$ esetén a kadmium relatív atomtömegéhez közeli érték – $M_{\text{Me}} = 112,6$ – adódik, a CdO tömegszázalékos oxigéntartalma azonban 12,46 $m/m\%$, amely némileg eltér a feladatban megadott értéktől.)

Vízszintes 9.: A függőleges (4)-ben szereplő gáz a SF₆, 1,00 g-jának anyagszáma $6,85 \cdot 10^{-3}$ mol. A $pV = nRT$ összefüggés alapján 0,190 dm³ térfogatot 101,3 kPa nyomáson akkor tölt ki a gáz, ha annak hőmérséklete 338 K, azaz 65 °C.

Vízszintes 10.: A közismert, hidrogént nem tartalmazó polimer a teflon, monomerje a tetrafluor-etén (C₂F₄), melynek relatív molekulatömege 100.

Függőleges 2.: A vinil-klorid (C₂H₃Cl) egység relatív molekulatömege 62,494, a 26 monomer polimerizációja során létrejövő terméké pedig $26 \cdot 62,494 = 1625$.

Függőleges 3.: Az indium kék lángfestése alapján az indigóról, közvetve Indiáról kapta a nevét, rendszáma 49.

Függőleges 4.: A keresett gáz relatív molekulatömege $5,03 \cdot 29,0 = 146$, ez a kén-hexafluorid (SF₆).

Függőleges 5.: Az amidmolekula képlete H-(C₆H₁₀O₅)_n-OH. A feladatban szereplő molekulatömeg esetén felírható, hogy

$$162,14n + 18,016 = 82872$$

melyből $n = 511$, tehát a hidrolízis során 511 glükózmolekula keletkezik.

Függőleges 6.: Vizsgáljunk a szerves vegyületből 100 grammot! Ebben 74,45 g C és 9,02 g H mellett 16,53 g O található. Ezek anyagszáma 6,199 mol C, 8,948 mol H és 1,033 mol O. Egész számokkal kifejezett arányuk C : H : O = 18 : 26 : 3, azaz C₁₈H₂₆O₃ a tapasztalati képlet, mely megfelel például az oktinoxát nevű, fényvédő szerekben található anyag összegképletének is. Relatív molekulatömege 290.

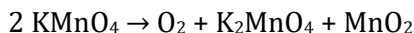
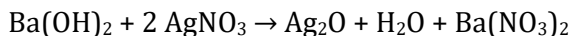
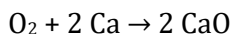
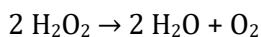
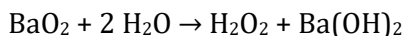
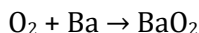
Függőleges 8.: A poli-metil-metakrilátot üveg helyettesítésére használják, a keresett szerves vegyület a szilícium-dioxid, melynek tapasztalati képletéhez (SiO₂) tartozó relatív tömeg 60.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 9,1 pont, nagyon szép, részletes megoldást küldött be Simon Dániel János. A 158 alaninegyeségből álló polipeptid relatív molekulatömege a számítás során alkalmazott alanin és víz relatív molekulatömegek kerekítésétől függően némileg eltérhet a 11247-es értéktől. Amennyiben csak az utolsó jegyben volt eltérés, a megoldást teljes értékűnek fogadtuk el.

(Vörös Tamás)

K488. Az **F** vegyület 71,47 m/m% Ca-ot tartalmaz, azaz 1,000 mol kalcium 40,08 g / 0,7147 = 56,08 gramm vegyületben található. Ebből a tömegből levonva a benne lévő Ca tömegét 16,00 gramm adódik, amely éppen 1,000 mol O tömege. Tehát az **F** anyag a CaO, míg **A** az O₂. Utóbbival a Ba bárium-peroxid képződése közben reagál, tehát a **B** anyag a BaO₂. A **D** anyag bomlása során **C** mellett oxigéngáz keletkezik, **E** anyag pedig lúgos kémhatású az ezüst-nitráttal adott barna színű csapadék (Ag₂O) alapján. Mindezekből következik, hogy a második reakcióban a bárium-peroxidot vízzel (**C**: H₂O) reagáltatták, termékként H₂O₂ (**D**) és Ba(OH)₂ (**E**) keletkeztek. A **G** anyagból szintén oxigéngáz keletkezik, ez lehet például a KMnO₄, melynek hevítésekor az egyik termék az O₂.

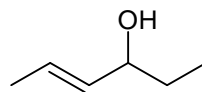
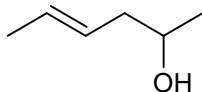
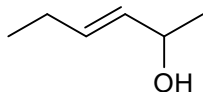
A lejártszódó reakciók egyenletei:

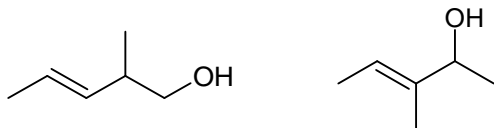


A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 9,2 pont, a beküldők többsége hibátlanul oldotta meg a feladatot. G anyagként elfogadtunk egyéb vegyületet (pl. HgO, Ag₂O) is, melynek bomlása során keletkezhet oxigéngáz.

(Vörös Tamás)

K489. a) A keresett vegyület egy telítetlen alkohol. A feltételeknek ezek a molekulák tesznek eleget:





A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 7,25 pont, összesen 4 beküldő ért el maximális pontszámot.

(Zagyi Péter)

K490. a) A $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ kiindulási koncentrációja $0,100 \text{ mol/dm}^3$, ebből az egyensúly kialakulása során átalakul $x \text{ mol/dm}^3$. Ekkor a feladatban megadott savi disszociációs állandó segítségével felírható, hogy

$$x^2 / (0,100 - x) = 1,10 \cdot 10^{-9}$$

Ebből $x = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$ a keresett hidrogénion-koncentráció.

b) Az ecetsav savi disszociációs állandója $1,78 \cdot 10^{-5}$, tehát felírható, hogy

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]/[\text{CH}_3\text{COOH}] = 1,78 \cdot 10^{-5}.$$

A feladat adatai alapján ismert továbbá, hogy

$$[[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^+][\text{H}^+]/[[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}] = 1,10 \cdot 10^{-9}$$

Utóbbi kifejezést az előbbivel leosztva éppen a keresett folyamat egyensúlyi állandóját kapjuk, melynek értéke

$$K = 1,10 \cdot 10^{-9} / 1,78 \cdot 10^{-5} = 6,18 \cdot 10^{-5}$$

c) A $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú cink-acetát-oldatban a kiindulási $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ -koncentráció $0,100 \text{ mol/dm}^3$, míg a kiindulási CH_3COO^- -koncentráció $0,200 \text{ mol/dm}^3$. Jelölje $y \text{ mol/dm}^3$ az egyensúly kialakulása során átalakult mennyiségeket! Ekkor a b) feladatrészen kiszámolt egyensúlyi állandó segítségével felírható, hogy

$$y^2 / [(0,100 - y)(0,200 - y)] = 6,18 \cdot 10^{-5}$$

Ebből $y = 1,10 \cdot 10^{-3}$.

Tehát a teljes cinkionmennyiség $1,10 \cdot 10^{-3} / 0,100 \cdot 100 \%$ -a, vagyis $1,10 \%$ -a van $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^+$ formában az oldatban.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 8,4 pont, hibátlan megoldást Gáspár Réka, Molnár Kristóf István, Simon Dániel János és Viczkó Csaba Péter küldtek be. A legtöbb nehézséget a c) feladatrész okozta.

(Vörös Tamás)

K491. a) Az anódon a harmadik órában fejlődött gáz éppen feleakkora térfogatú, mint az első órában fejlődött gáz térfogata, míg a második órában keletkezett gázmennyiség e két érték között van. Ez alapján feltételezhető, hogy az első órában csak klór, míg a harmadik órában már csak oxigén keletkezett. Az első órában fejlődött Cl_2 anyagmennyisége $1,371 \text{ dm}^3 / 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 0,05596 \text{ mol}$. Ehhez kétszeres mennyiségű, azaz $0,1119 \text{ mol}$ elektron szükséges. Egyenletes áramerősséget feltételezve, a második órában is ugyanekkora elektron anyagmennyiséggel számolhatunk, mely részben klór, részben már oxigén fejlesztésére fordítódik. Jelölje x a Cl_2 fejlesztésére felhasznált elektronok anyagmennyiségét, ekkor $x/2 \text{ mol}$ Cl_2 keletkezett, míg a maradék $(0,1119 - x) \text{ mol}$ elektron negyedennyi, azaz $(0,1119 - x)/4 \text{ mol}$ O_2 fejlesztésére elegendő.

A második órában összesen $1,234 \text{ dm}^3 / 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 0,05037 \text{ mol}$ gáz fejlődött, tehát felírható, hogy

$$x/2 + (0,1119 - x)/4 = 0,05037$$

Ebből $x = 0,08958 \text{ mol}$, a második órában keletkezett Cl_2 ennek fele, $0,04479 \text{ mol}$. Összesen tehát $(0,05596 + 0,04479) \text{ mol} = 0,1008 \text{ mol}$ Cl_2 keletkezett. Mivel a keresett sókban a fém két vegyértékű, az **A** só képlete MeCl_2 . Ennek $13,54 \text{ g}$ grammjában a fentiek alapján $0,1008 \text{ mol}$ Cl_2 van, mely megfelel a vegyület anyagmennyiségének is. Az **A** vegyület moláris tömege $13,54 \text{ g} / 0,1008 \text{ mol} = 134,3 \text{ g/mol}$, amely a CuCl_2 moláris tömege, tehát az **A** sóban lévő fém a réz. Ebből az elektrolízis során $0,1008 \text{ mol}$, azaz $6,405 \text{ g}$ Cu vált ki a katódon. A **B** sóból levált fém tömege $9,351 \text{ g} - 6,405 \text{ g} = 2,946 \text{ g}$. A **B** só képlete $\text{Me}'\text{SO}_4$, tömege $7,790 \text{ g}$, melyben a $2,946 \text{ g}$ fémion mellett $4,844 \text{ g}$, azaz $0,05043 \text{ mol}$ szulfátion található. Utóbbi anyagmennyiség egyben a **B** só anyagmennyisége is, azaz $M_{\text{B}} = 7,790 \text{ g} / 0,05043 \text{ mol} = 154,5 \text{ g/mol}$. Ez gyakorlatilag a NiSO_4 moláris tömege, a **B** sóban lévő fém tehát a nikkél.

1,00 óra elektrolízis alatt 0,1119 mol elektron haladt át a rendszeren, ez 10798 C töltést jelent 3600 s alatt, vagyis az alkalmazott áramerősség $10798 \text{ C} / 3600 \text{ s} = 3,000 \text{ A}$.

b) A 0,1008 mol Cu leválasztásához 0,2016 mol, a 0,05043 mol Ni leválasztásához pedig 0,1009 mol elektron szükséges. Ez összesen 0,3025 mol e⁻. Óránként 0,1119 mol elektron halad át a rendszeren, így az első két órában a katódon csak fémkiválás történik. A harmadik órában már $(3 \cdot 0,1119 - 0,3025) \text{ mol} = 0,0332 \text{ mol e}^-$ fordítódik a katódon lejátszódó $2 \text{ H}^+ + 2 \text{ e}^- \rightarrow \text{H}_2$ folyamatra, azaz 0,0166 mol H₂ fejlődik, melynek térfogata a megadott körülmények között 407 cm³.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 9,9 pont, a beküldők többsége maximális pontszámot ért el. A feladat nagyon érzékeny a kerekítésekre, mivel a Co és a Ni moláris tömege csak néhány tized g/mol értékkel tér el egymástól, az a) feladatrészben kapott CoSO₄ megoldást is teljes értékűnek fogadtuk el. Amennyiben standard nyomásként 10² kPa értékkel számolunk 101,3 kPa helyett, úgy 1-2 %-os hibahatáron belül megoldásként kaphatjuk a ZnCl₂-ot és a MnSO₄-ot is.

(Vörös Tamás)

H401. a) A **B** savat kétértékű savként titráljuk ekkor:

$$n(\text{NaOH}) = 0,100 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,01804 \text{ dm}^3 = 1,804 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{B}) = n(\text{NaOH})/2 = 9,02 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

A törzsoldatban:

$$n(\text{B}) = \frac{200}{25} \cdot 9,02 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 7,216 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$M(\text{B}) = 1,200 \text{ g} / 7,216 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 166 \text{ g mol}^{-1}$$

b) A disszociációs állandók meghatározásához az állandók definícióját használjuk. A második disszociációs lépcsőhöz tartozó állandó definíciójából tudjuk, ha $[\text{HA}^-] = [\text{A}^{2-}]$, akkor az oldat pH-ja a $\text{p}K_{\text{a},2}$ értékével egyezik meg, ez kb. 0,75 ekvivalens hozzáadott NaOH mennyiségénél lesz, ekkor az oldat pH-ja 5,51, így

$$K_{\text{a},2} = 10^{-5,51} = 3,09 \cdot 10^{-6}$$

Az első disszociációs lépcsőhöz tartozó állandó definíciójából tudjuk, ha $[\text{HA}^-] = [\text{H}_2\text{A}]$, akkor elvileg az oldat pH-ja a $\text{p}K_{\text{a},1}$ értékével egyezik meg,

ez kb. 0,25 ekvivalens hozzáadott NaOH mennyiségnél lesz, ekkor az oldat pH-ja 2,97, így $K_{a,1} = 10^{-2,97} = 1,07 \cdot 10^{-3}$

c) Az állítás helyesen a következő (a behelyettesítendő szavak félkövérek):

K_{a1} a grafikonról valószínűleg pontatlan a következő két ok miatt: a sav teljes koncentrációja a titrált oldatban viszonylag túl **alacsony**, míg a kérdéses K_{a1} értéke viszonylag túl **magas**.

Jobb közelítést ad a következő számolás:

$$K_a = K_{a,1} \cdot K_{a,2} \rightarrow K_{a,1} = 3,99 \cdot 10^{-9} / 3,09 \cdot 10^{-6} = 1,29 \cdot 10^{-3}$$

d) $pK_{a,1} = -\lg(1,29 \cdot 10^{-3}) = 2,89$

pH_a-nál amfolit oldatként kezelhető a vizsgált rendszerünk, amelynél

$$pH = \frac{1}{2} (pK_{a,1} + pK_{a,2}) = \frac{1}{2} (2,89 + 5,51) = 4,20$$

e) A sav koncentrációja a kiinduláskor a törzsoldatban:

$$c_1 = 7,216 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 0,200 \text{ dm}^3 = 0,03608 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[HA^-] \approx [H^+] \quad (\text{mivel } K_{a,1} \text{ sokkal nagyobb, mint } K_{a,2})$$

$$[H_2A] = c_1 - [H^+]$$

($[H^+]$ nem elhanyagolható a kiindulási koncentráció mellett, de a második deprotonálódás már elhanyagolható.)

$$K_{a,1} = \frac{[H^+]^2}{c_1 - [H^+]}$$

$$\frac{[H^+]^2}{0,03608 - [H^+]} = 1,29 \cdot 10^{-3}$$

Az egyenletet megoldva: $[H^+] = 0,00621 \text{ mol dm}^{-3}$; $pH_x = 2,21$.

A titrálás végpontjában az oldatban $9,02 \cdot 10^{-4} \text{ mol Na}_2A$ van. Az oldat térfogata: $25,00 \text{ cm}^3 + 18,04 \text{ cm}^3 = 43,04 \text{ cm}^3$

$$c_2 = 9,02 \cdot 10^{-4} \text{ mol} / 0,04304 \text{ dm}^3 = 0,02096 \text{ mol dm}^{-3}$$



A 2. hidrolízislépés elhanyagolható ($K_{h,2} = 7,75 \cdot 10^{-12}$, túl kicsi)

$$[HA^-] \approx [OH^-]$$

$$[A^{2-}] \approx c_2 - [OH^-] \approx c_2 \quad (K_h \text{ túl kicsi.})$$

$$\frac{[OH^-]^2}{0,02096} = 3,24 \cdot 10^{-9}$$

$[OH^-] = 8,24 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$; $pOH = 5,08$, $pH_b = 8,92$

f) A sav csak kétértékűként titrálható és ehhez a fenolftalein a megfelelő indikátor.

(Villányi Attila, Varga Szilárd)

H402. a) A fenolftalein a megfelelő indikátor ebben az esetben. A krezolvörös is jó lehet, bár kicsit savasabb közegben vált.

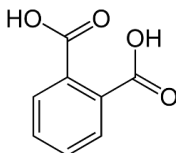
b) A specieszarány az α_H függvény egyes tagjainak arányának felel meg:

$$[H_2A] : [HA^-] : [A^{2-}] = \frac{[H^+]^2}{K_1 K_2} : \frac{[H^+]}{K_2} : 1,00 = 1,024 : 6,62 : 1,00$$

c) $[HA^-] : [A^{2-}] = \frac{[H^+]}{K_2} : 1,00 = 332 : 1$

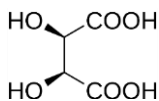
$$\frac{[A^{2-}]}{[HA^-] + 2[A^{2-}]} = \frac{1}{332 + 2} = 2,99 \cdot 10^{-3} \approx 0,3\%$$

d) A moláris tömeg alapján, illetve a kétértékű savként való viselkedéséből: **B** csak aromás lehet, azaz egy benzoldikarbonsav (ftálsav):



A *meta* és a *para* izomer nem kizárható az adatok hiánya miatt.

A moláris tömeg és a két kiralitáscentrum és a szimmetria miatt a **C** a (2R,3S)-borkósav:



(Villányi Attila, Varga Szilárd)

H403. a) 213 GPa: FCC szerkezetű elemi cellában 4 db Al atom van. Az elemi cella térfogata:

$$V(\text{FCC}) = (3,246 \cdot 10^{-8})^3 = 3,420 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3$$

$$\rho(\text{FCC}) = 4 \cdot 26,98 \cdot 3,420 \cdot 10^{-23} \cdot N_A = 5,24 \text{ g/cm}^3$$

310 GPa: BCC szerkezetű elemi cellában most 2 db Al atom található. Az elemi cella térfogata:

$$V(\text{BCC}) = (2,505 \cdot 10^{-8})^3 = 1,572 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3$$

$$\rho(\text{BCC}) = 2 \cdot 26,98 \cdot 1,572 \cdot 10^{-23} \cdot N_A = 5,70 \text{ g/cm}^3$$

Nem meglepő módon, a nyomás növelésével növekszik a sűrűség.

b) FCC esetén a sugár a lap-, BCC esetén a testátló negyede.

1. FCC, normál körülmények esetén:

$4 \cdot 26,98 = 107,92$ g alumínium van 1 mol elemi cellában.

$107,92/2,710 = 39,82 \text{ cm}^3$, így $39,82/N_A = 6,613 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3$ egy elemi cella térfogata.

Az elemi cella élhossza:

$$a(\text{FCC}) = \sqrt[3]{V} = 4,044 \cdot 10^{-8} \text{ cm} = 4,044 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 404 \text{ pm}$$

Így a sugár:

$$r_1 = \sqrt{2} \cdot 404 \text{ pm} / 4 = 572 \text{ pm} = 143 \text{ pm}$$

2. FCC, magas nyomáson:

$$r_2 = \sqrt{2} \cdot 324,62 \text{ pm} / 4 = 115 \text{ pm}.$$

3. BCC, magas nyomáson:

$$r_3 = \sqrt{3} \cdot 250,52 / 4 = 109 \text{ pm}.$$

(Láthatjuk, hogy megint a nyomás növekedésével, ahogy várjuk, ezen értékek csökkennek.)

c) Z atomok (FCC) lapcentrált köbös, a sötét- és világoskék atomok pedig primitív köbös rácsot alkotnak.

d) Egy cellában:

X: világoskék: $12/4 + 1 + 1$ + sötétkék: $8 \cdot 1/8 + 6 \cdot 1/2 = 8$

Y: 4

Z: 4 atom van, így a tapasztalati képlet: X_2YZ .

Egy Z atom legközelebbi szomszédjai: 8 X, 6 Y és 12 Z atom.

e) A sötétkék atomok lapcentrált köbös rácsot alkotnak, ha csak a sötétkék helyeken vannak atomok, akkor az előzőek szerint: XYZ lesz a tapasztalati képlet.

f) Egy elemi cellában:

zöld atomok: $8 \cdot 1/8 + 6 \cdot 1/2 = 4$ (A)

fehér atomok: 4 (B).

Tehát tapasztalati képletük: AB (1:1).

$$V(\text{cella}) = (6,135 \cdot 10^{-8})^3 = 2,309 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^3$$

Egy mol cella tömege:

$$2,309 \cdot 10^{-22} \cdot N_A \cdot 4,277 = 594,7 \text{ g}$$

Az ismeretlen elem moláris tömege: M

$$4 \cdot 26,98 + 4M = 594,7$$

$$M = 121,7 \text{ g/mol}$$

Az ismeretlen elem az antimon, a félvezető tapasztalati képlete így: AlSb.

A feladat könnyűnek bizonyult, a beküldők többsége közel maximális pontot ért el.

(Nemeskéri Dániel)

H404. a) Az $i+1$ -dik speciesz koncentrációját, a feladat szövege szerint a következőképpen alakul:

$$[M_{i+1}] = [M_i] \cdot K \cdot [M_1], [M_{i+1}] = K^i [M_1]^{i+1}.$$

Így a teljes anyagkoncentráció:

$$\sum_{i=0}^{\infty} [M_i] = [M_1] \sum_{i=0}^{\infty} ([M_1] \cdot K)^i = \frac{[M_1]}{1 - ([M_1] \cdot K)}$$

Most írjuk fel a tömegmérleget: (azaz számítsuk ki a nanorészecskék tömegének összegét)

$$T = \sum_{i=0}^{\infty} (i+1)[M_{i+1}] = [M_1] \sum_{i=0}^{\infty} (i+1)([M_1] \cdot K)^i =$$

$$= [M_1]((K[M_1])^0 + 2[M_1](K[M_1])^1 + 3[M_1](K[M_1])^2 \dots) =$$

$$[M_1]((K[M_1])^0 + (K[M_1])^1 + \dots) + [M_1]((K[M_1])^1 + (K[M_1])^2 + \dots) +$$

$$+ [M_1]((K[M_1])^2 + (K[M_1])^3 + \dots) + \dots =$$

$$[M_1] \sum_{i=0}^{\infty} ([M_1] \cdot K)^i + [M_1]([M_1] \cdot K) \sum_{i=0}^{\infty} ([M_1] \cdot K)^i +$$

$$+ [M_1] ([M_1] \cdot K)^2 \sum_{i=0}^{\infty} ([M_1] \cdot K)^i + \dots =$$

$$[M_1] \cdot \sum_{i=0}^{\infty} ([M_1] \cdot K)^i \cdot \sum_{i=0}^{\infty} ([M_1] \cdot K)^i = \frac{[M_1]}{(1 - K[M_1])^2}.$$

(T kiszámítása során a fentiek szerint átalakítottuk a kifejezést, és a már használt összefüggést használtuk újra, kétszer is.)

Átrendezve:

$$K^2 [M_1]^2 - \left(2K + \frac{1}{T}\right) [M_1] + 1 = 0.$$

Kémiailag csak a pozitív gyök értelmes:

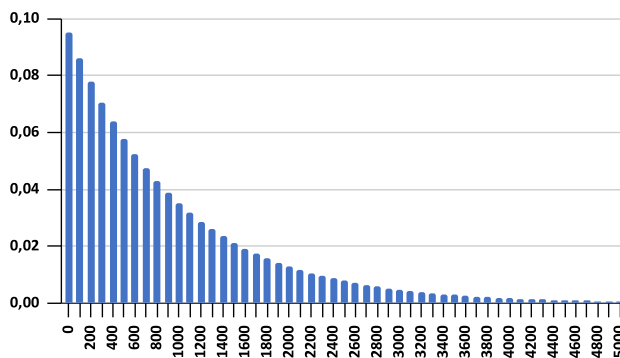
$$[M_1] = \frac{2K + \frac{1}{T} - \sqrt{\left(2K - \frac{1}{T}\right)^2 - 4K^2}}{2K^2} = \frac{1}{K} + \frac{1}{2K^2 T} - \frac{1}{K} \sqrt{\frac{1}{KT} + \frac{1}{(KT)^2}}.$$

Az átlagos moláris tömeg kiszámítható a nanorészecskék tömegének összegének, és nanorészecskék anyagmennyiségüknek hányadosaként:

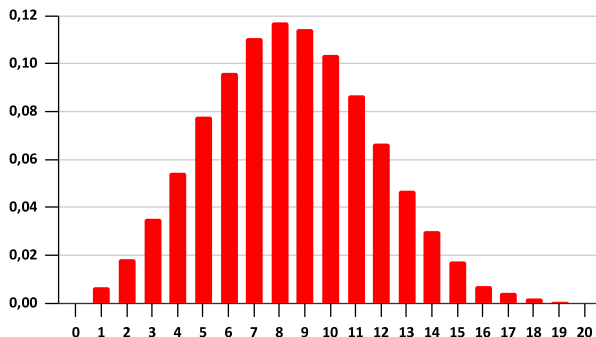
$$M(\text{átlagos}) = \frac{TW}{\frac{[M_1]}{1 - ([M_1] \cdot K)}} = W \frac{KT(2\sqrt{KT+1}-1)}{2KT+1-2\sqrt{KT+1}}.$$

b) Egy lehetséges megoldás:

1.) A nanorészecskék moláris tömegének eloszlása:



2.) A nanorészecskék-méretének eloszlása: (r_0 egy oszlop szélessége)



Az értékelés során elsődleges szempontok voltak, hogy a beküldő elegendően széles tartomány ábrázoljon, a feladat szövege szerint, így a trendek megfelelően láthatóak legyenek.

A feladat nehéznek bizonyult, alig akadt hibátlan, vagy közel hibátlan megoldás, kiemelkedő volt Viczkó Csaba Péter megoldása.

(Nemeskéri Dániel)

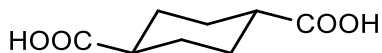
H405. a) A C anyag 79,9%-a réz. A folyamat leírása alapján feltételezhetjük, hogy C a réz(II)-oxid amit hidrogénáramban tudunk redukálni elemi rézzé. Ezt számolással igazolhatjuk.

A hőkezelési folyamat leírásából kikövetkeztethetjük A tömegszázalékos összetételét :

Cu: 19,4%, H₂O: 27,3%, anion: 53,3%

Ha egyértékű aniont feltételezünk, akkor annak a moláris tömege 62 g/mol-ra jön ki, ami megegyezik a nitrátion moláris tömegével, és ez megmagyarázza a hevítés közben fejlődő vöröses (nitrózus) gáz fejlődését. A réz-víz molarány 1:2,5 tehát az A : Cu(NO₃)₂·2,5H₂O.

b) B-ről tudjuk hogy: kétértékű sav, 3 elemből áll, nem tartalmaz C-C kettős kötést és 3 különböző környezetben levő szénatomot tartalmaz. Feltételezve, hogy 2 karboxilcsoportot tartalmaz, a C, H és O atomokból csak a C₆H₁₀ ad reális magyarázatot a fennmaradó moláris tömegre. Mivel nincs C-C kettős kötés, ezért a „hiányzó” hidrogénekért csak egy ciklikus vegyület tud felelni. Ezt kombinálva a korábbi felismeréseinkkel arra jutunk, hogy B csakis a transz-1,4-ciklohexándikarbonsav lehet:



Ennek a cisz sztereoizomerje nem felelne meg kitételeinknek, hiszen kevert axiális és ekvatoriális káboxilcsoportjainak köszönhetően 6 különböző NMR csúcsot produkálna.

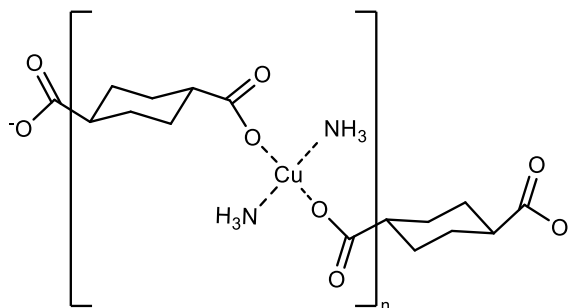
c) A fajlagos felület :

$$A_f = 0,0050 \text{ mol g}^{-1} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot 0,162 \cdot 10^{-18} \text{ m}^2 = 488 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$$

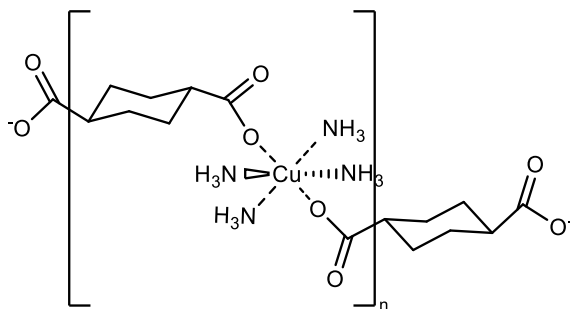
d) Az első szinten közel 9, míg a másodikon közel 17 ml ammóniát vett fel a MOF 1 grammja. Ezt összevetve a réz anyagmennyiségével 1 grammban arra jutunk, hogy a réz : ammónia mólarány az első szinten $\sim 1:2$ míg a másodikon $\sim 1:4$. Ebből arra következtethetünk hogy az első szinten 2, míg a másodikon 4 ammóniamolekula koordinál minden rézatomot.

d) A koordináló oxigének egymással szemben helyezkednek el, megengedve a lineáris koordinációs polimerek kialakulását.

Az első szinthez tartozó koordinációs geometria síknégyszet a rézatom körül



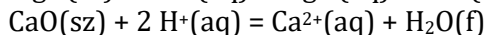
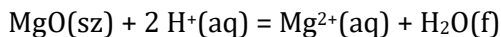
A második szinthez tartozó koordinációs geometria: oktaéderez a rézatom körül



(Pusztai Árpád)

H406. a) A bemért oldatok összetétele alapján megállapítható, hogy a közömbösítés során a hidrogén-klorid mennyisége lesz a limitáló. Ez alapján 0,1 mol víz keletkezik, ami a megadott reakcióhő alapján 5,60 kJ energia felszabadulásával jár. Ez egyrészt felmelegíti az oldatot, melynek tömege a megadott térfogatok, és sűrűségek alapján 0,5062 kg, másrészt felmelegíti a kalorimétert is. A feladatban szereplő közelítés alapján az oldat 2,1 K-os felmelegedése 4,441 kJ energiát igényel. A további 1,159 kJ energia a kaloriméter hőmérsékletének 2,1 K-os növekedését okozza, ami alapján a kaloriméter hőkapacitása 552 J/K.

b) A reakciók során a szilícium-dioxid nem reagál, a két oxid viszont az alábbi két egyenletnek megfelelően oldódik.



Természetesen fel lehetne írni olyan egyenleteket is, melyekben a reagáló vegyületek (HCl, MgCl₂, illetve CaCl₂) szerepelnek, azonban az azokhoz tartozó képződéshőket további számolások útján kaphatnánk csak meg, míg a fenti egyenletekben szereplő ionok, illetve vegyületek adatait közvetlenül kiolvashatjuk a táblázatból. A folyamatot kísérő energiaváltozás mértéke pedig ugyanaz lenne.

A fenti két egyenlethez tartozó reakcióhőt megkaphatjuk a képződéshőkből, így 1 mol magnézium-oxid esetén 146 kJ, míg 1 mol kalcium-oxid esetén 193 kJ energia szabadul fel.

c) A sósav mennyisége, és összetétele alapján sejthető, de számolással is igazolható, hogy a mintához képest feleslegben van a hidrogén-klorid.

Ez alapján a szilárd maradék a szilícium-dioxid, melynek tömege 0,51 g, így a két fém-oxid együttes tömege 12,30 g. A lejátszódó sav-bázis reakciók miatt felszabadult hő hatására a teljes rendszer 16,1 K-ot melegeedett. Ez azt jelenti, hogy az oldat, a kaloriméter, illetve a fel nem oldódott szilícium-dioxid hőmérséklete is ennyivel emelkedett. Ez azt jelenti, hogy a kaloriméter 8887 J, míg a szilícium-dioxid 6,04 J energiát vett fel. Az oldat tömege a sósav, illetve a két fém-oxid tömegének összege, azaz 0,5288 kg, így a felmelegedéséhez 35570 J energiára volt szükség. Összesen tehát 44463 J energia szabadult fel.

A két fém-oxid anyagmennyiségével, mint ismeretlennel két egyenlet is felírható. Az egyik a tömegükre (40,3 g/mol, illetve 56,1 g/mol együtthatókkal), a másik a felszabadult energiára (146 kJ/mol, illetve 193 kJ/mol együtthatókkal). Az egyenletrendszer megoldásaként 0,2919 mola kapunk a magnézium-oxid anyagmennyiségére, így a mintában 11,76 g van ebből az oxidból, ami 92%-nak felel meg.

Ha a minta tiszta MgO lenne, akkor 12,81 g oxid oldódása 46408 J energia felszabadulásával járna, ami egyrészt a kalorimétert, másrészt az 529,31 g tömegű, $4,178 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ fajlagos hőkapacitású oldatot melegíti. Ez alapján a teljes rendszer (az oldat és a kaloriméter) hőkapacitása 2763,5 J/K, ami alapján az oldat hőmérséklete 16,8 K-ot melegeedett. A laborhőmérséklete 24,4 °C volt, így a várható végső hőmérséklet 41,2 °C.

d) A mérési eredmények értékes jegyeinek számából látható, hogy a szilícium-dioxid tömege, illetve a hőmérséklet-különbség mérhető a legkevésbé pontosan. 0,01 g eltérés a szilícium-dioxid tömegében 0,1%-os összetételbeli változást okoz, míg 0,1 K-os eltérés a mért hőmérséklet-különbségben ennél (jóval) nagyobb hatást gyakorol a végeredményre. Erről könnyen meggyőződhetünk, ha néhány másik hőmérséklet-különbségre is megoldjuk a feladatot.

Ezek alapján, ha a hőmérsékletmérést tömegmérésre cseréljük, akkor javíthatunk a mérés pontosságán.

A fenolftalein indikátor lehetőséget teremt a hidrogén-klorid feleslegének meghatározására, vagyis a két fém-oxid anyagmennyiségének összegét meg tudjuk határozni. Ehhez elegendő ismerni a bemért sósav, illetve az elhasznált nátrium-hidroxid-oldat tömegét, ugyanis a további szükséges adatok (sűrűségek, koncentrációk) ismertek.

Egy lehetséges eljárás lehet az, hogy a száraz minta tömegét lemérjük. Ezt követően ismert tömegű sósavban (lehetőleg töményebb legyen, mert egy gyors mérést szeretne Ali főnöke) megpróbáljuk feloldani a mintát. A méretezés során ügyelünk arra, hogy a hidrogén-klorid feleslegben legyen a fém-oxidokhoz képest. Ezt követően az oldatot leszűrjük, és a szűredéket vízzel alaposan átmoszuk. A szűrleteket egyesítjük, majd néhány csepp fenolftalein indikátort csepegtetünk a savas oldatba. Ekkor a mérleg tárazása után addig adagolunk nátrium-hidroxid-oldatot a vizsgált oldathoz, míg az indikátor színt nem vált. A mérlegről ekkor a szükséges mennyiségű nátrium-hidroxid-oldat tömege olvasható le. Ezekből a keresett mennyiség meghatározható.

Ez a mérés akkor lesz pontosabb, mint a feladatban szereplő, ha a szilícium-dioxid tömegét legalább olyan pontossággal, a két másik oxid relatív mennyiségét, pedig megbízhatóbban tudjuk mérni. Az első feltétel miatt a minta tömegén nem nagyon érdemes csökkenteni. 12,81 g magnézium-oxid (0,318 mol) feloldásához legalább 318 ml 2,0 M-os sósav kell, míg a vizsgált mintához (0,292 mol MgO és 0,010 mol CaO) legalább 302 ml 2,0 M-os sósav kell. A kettő közötti különbség 16 ml, amit 80 ml 0,4 M-os nátrium-hidroxid-oldattal lehet közömbösíteni. Ez az eltérés nem változik meg akkor sem, ha eredetileg nagyobb mennyiségű sósavban oldjuk a két mintát, csak a visszamérés során kapott fogyások értéke lesz nagyobb. A felesleg biztosítása miatt érdemes lehet a kísérletet 400 ml (400 g) 2,0 M-os sósavval elvégezni.

Mivel a mérleggel 0,01 g-os pontossággal tudunk mérni, így ez jóval nagyobb pontosságot jelent, mint a 0,1 °C-os osztású hőmérővel történő mérés.

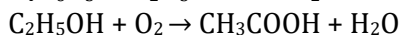
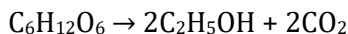
Ha Alinak rendelkezésére áll olyan eszköz is, mellyel viszonylag kis mennyiségű (pl.: Pasteur-pipettával 0,03 ml-s részletek is adagolhatók) oldatot tud adagolni, akkor érdemes lehet az oldódás után kapott, és homogenizált oldat kisebb részleteit vizsgálni, ugyanis ilyen mérlegen 20 g-os részleteket is megfelelően nagy pontossággal lehet mérni. Ebben az esetben azonban a mintára fogyott mérőoldat térfogata sokkal kisebb, így a mérést gyorsabban el lehet végezni.

A feladat első három részkérdése nem okozott gondot a versenyzőknek. Az utolsó kérdés esetén többen beleestek abba a hibába, hogy a feladatot egy titrálással, azaz egy térfogatmérésen alapuló meghatározással azonosították. A feladat szövege alapján azonban Alinak nem áll

rendelkezésére pontos térfogatmérést lehetővé tevő eszköz, így ilyen típusú mérést nem tud elvégezni. A feladat ebből a szempontból nem fogalmaz egyértelműen, hiszen nem tudjuk, hogy a két mérés során mivel mérték ki a vizsgált oldatokat, melyek pontos térfogatának (tömegének) ismerete nélkül a kérdések nem lennének megválaszolhatók.

(Ficsór István Dávid)

H407. a) A reakciók:



b) Az első titrálás fenolftalein mellett az ecetsav koncentrációját mérte, ami 1,086 mol/dm³-nek adódott, ami 65,21 g/dm³ ecetsavat jelent.

A második titrálás pontosan az ecetsav felének megfelelő NaOH-t vitt be, és minthogy a kapott pufferoldatban $[\text{Na}^+] \gg [\text{H}^+]$, jó közelítéssel a szabad acetát és ecetsav koncentrációja megegyezik. Tehát a $\text{p}K_s = \text{pH} = 4,76$.

c) Az almasav 1:2 arányban reagál a bázissal a fenolftaleines titrálásban. Ebből könnyen megkapható a koncentrációja: 0,05505 mol/dm³, azaz 7,382 g/dm³.

A korrekt egyensúlyi számolásoknál az almasav anyagmérlegét (a hígulásról nem megfeledkezve), a két disszociációs lépés egyensúlyi állandóit, és az oldatokban levő kationok és anionok töltésmérlegét felírva a két ismeretlen állandóval két egyenletet írhatunk fel, amiket megoldva a két $\text{p}K_s$ értékre 3,40 és 5,20 adódik.

A két disszociációs lépés nem különül el tökéletesen, az első deprotonálódás még nem teljes, amikor már a második lépés már megindul, hisz az állandók között nem nagy a különbség.

Ennek tudható be, hogy az alábbi leegyszerűsítés némileg eltérő értékeket ad.

Az első pH mérés során a teljes NaOH mennyiség egyharmadát adták az almasavhoz. Ez egy olyan puffert eredményez, amiben az NaHA mennyisége kétszerese a szabad almasavnak.

$$\text{pH} = \text{p}K_{s1} + \lg(2)$$

$$pK_{s1} = 3,37$$

A második mérésben a NaOH kétharmad része eredményez kétszeres mennyiségű NaHA sót a Na₂A-hoz képest.

$$pH = pK_{s2} + \lg(1/2)$$

$$pK_{s1} = 5,25$$

d) A jó ecetben levő 1,086 mol/dm³ ecetsavból 0,05505 mol/dm³ származott az almasavból. A maradék fele, 0,5155 mol/dm³ volt a cukor koncentrációja, azaz 92,87 g/dm³.

e) A két sav koncentrációját ismeretlennek feltételezve az egyensúlyi állandók ismeretében felírható a két pH-n két egyenlet a töltésmegmaradásokra:

$$[H^+] = [CH_3COO^-] + [C_4H_5O_4^-] + 2[C_4H_4O_4^{2-}]$$

$$[H^+] + [Na^+] = [CH_3COO^-] + [C_4H_5O_4^-] + 2[C_4H_4O_4^{2-}]$$

Behelyettesítve:

$$9,333 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 = c_E/20 \cdot 0,01830 + c_A/20 \cdot 0,2986 + c_A/20 \cdot 0,004032$$

$$0,005030 \text{ mol/dm}^3 = c_E/20 \cdot 0,3648 + c_A/20 \cdot 0,7788 + c_A/20 \cdot 0,3240$$

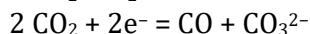
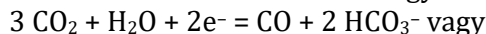
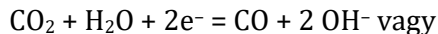
Megoldva ezt, az almasav koncentrációja 0,05507 mol/dm³, gyakorlatilag az almaléhez képest változatlan.

Az ecetsav koncentrációja, 0,1093 mol/dm³, tizedannyi, mint a jó ecetben. Az ehhez szükséges cukor is csak tizedannyi, átszámolva 83,02 g/dm³ maradt elreagálatlanul.

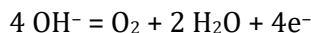
(Lente Gábor - Magyarfalvi Gábor)

H408. a) grafit

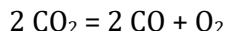
b) katódreakció:



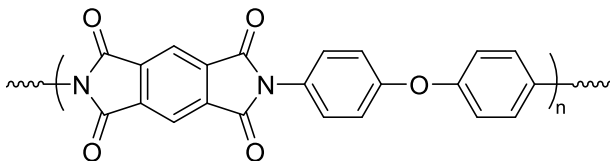
anódreakció:



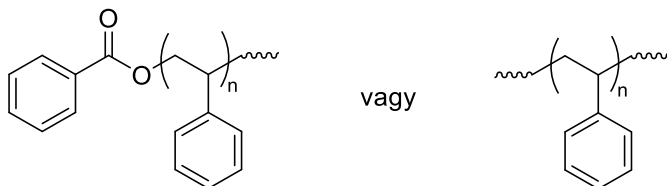
nettó reakció:



c) lépcsős polimerizáció



d) láncpolimerizáció



(a diákolimpiai feladat hivatalos megoldása nyomán)

Láncpolimerizáció esetében a polimer növekedése a már létrejött lánc reaktív vége és a monomerek közti reakció útján történik (vagyis az iniciátor mennyisége megszabja a polimerláncok számát b) és d) reakcióban). A lépcsős polimerizáció (poliaddíció) esetében a lánc növekedése bármilyen polimerizáltsági fokú specieszek egymással való reakciójával történhet, a polimerláncok száma a pontos körülményektől és a reakcióidőtől függ.

Ha valamilyen fogalom biztos definíciójához kell közelebb kerülni, a IUPAC Gold Book a leghitelesebb forrás; többen félreértették az egyes reakciók típusát. Ezenfelül legközelebb figyeljete a zárójel helyes elhelyezésére a monomerek megadásánál!

(Szobota András)

H410. a) Két különböző összetétel jöhetett szóba. Az egyiknél a kétszeresen pozitív töltésű kationok cserélődhetnek, míg a másiknál a háromszorosan pozitívak. Mind a két csoportban a legnagyobb moláris tömeggel rendelkező fém esetén lesz 100 g szilikátban a legkevesebb szilícium. E kettő közül az 1 mol szilíciumra jutó nagyobb össztömeg esetén lesz

kisebb a kérdéses tömeg tört. Ez alapján a keresett gránátváltozat a $3\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot 3\text{SiO}_2$ összetételű.

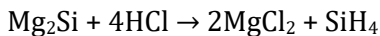
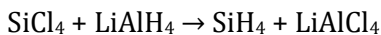
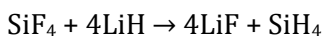
b) Az a, b, c és d szerkezetek töltése -10 , -18 , -20 , valamint -22 . Ezt könnyen le tudjuk ellenőrizni, ha megszámoljuk azokat az oxigénatomokat, melyek csak egyetlen szilíciumatommal alkotnak kovalens kötést.

A polimer ionok esetén a tapasztalati képleteket könnyen megkaphatjuk az ismétlődő egységek azonosítása után. Ezek alapján az a, a c és a d szerkezeteket az $[\text{SiO}_3^{2-}]_n$, az $[\text{Si}_4\text{O}_{11}^{6-}]_n$, illetve az $[\text{Si}_2\text{O}_5^{2-}]_n$ képletekkel írhatjuk le.

c) A tiszta berill elemösszetétele alapján a vegyületre tekinthetünk úgy is, mint oxidok keveréke. (Ez nem jelenti azt, hogy az ásvány szerkezete is oxidok keverékének tekinthető.) Ez alapján $0,2024$ g berillben $0,1358$ g SiO_2 , valamint $0,0283$ g BeO található. A maradék $0,0383$ g alumínium-oxid kell, hogy legyen. Ez azt jelenti, hogy 1 mol Al_2O_3 -ra 3 mol BeO , illetve 6 mol SiO_2 jut. Így a berillt a $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ tapasztalati képlettel jellemezhetjük.

Ezek alapján a bazzit $\text{Be}_3\text{Me}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ összetételű. Mivel az alumínium a legkisebb moláris tömegű a három vegyértékű fémek közül, ezért a szilíciumtartalomnak csökkennie kell ($31,37\%$ -ról $29,41\%$ -ra) a cserélődés során. Ezt, illetve az összetételt felhasználva felírható egy egyenlet a szilícium tömeg törtjére, melyben az ismeretlen fém moláris tömege az ismeretlen. Azt megoldva a kapott érték nagyon közel van a szkandium moláris tömegéhez, így a bazzit tapasztalati képlete $\text{Be}_3\text{Sc}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$.

d)



e) A **B** vegyület a moláris tömeg, illetve a szimmetria alapján lehet SiH_2Cl_2 , mely a SiCl_4 átalakulása (2. reakció) során lehet melléktermék.

Az **A** vegyületről a magas szilíciumtartalma miatt sejthető, hogy hidrogént tartalmaz. Ez alapján az SiH_2 tapasztalati képlethez juthatunk a tömegszázalékos összetételből kiindulva. Ez a vegyület a moláris tömegek közötti relációk miatt, legalább négy szilíciumatomot tartalmaz, így csak a magnézium-szilicides reakciónak (3.) lehet mellékterméke, ugyanis csak itt van lehetőség ilyen molekulák képződésére.

Mivel már csak a szilícium-fluoridból kiinduló (1.) reakció maradt, így a **C** vegyületben található halogénelem a fluor. A megadott összetétel alapján a vegyület lehetne LiF , és SiF_4 is, azonban külön-külön egyik sem teljesíti az összes feltételt. Ezek alapján formálisan e két vegyület keveréke lesz a keresett melléktermék. A szilícium az alumíniumhoz hasonlóan hatos koordinációjú komplexeket képez egyfogú ligandumokkal, így a keresett vegyület a $\text{Li}_2[\text{SiF}_6]$.

Emiatt a **B** vegyületben legalább 6 szilíciumatomnak kell lennie, vagyis az összetételét az $[\text{SiH}_2]_n$ képlet írja le, ahol n legalább 6.

A feladatmegoldóknak a b) rész okozta a legnagyobb nehézséget. Többen olyan formában írták fel a képleteket, mely a polimer ionokban található atomok összességét fejezi ki, nem pedig azok arányát. Az átlagpontoszám 7,89 lett. Gyakorlatilag teljes értékű megoldást küldött be Simon János Dániel és Zólmay Csanád Zsolt.

(Ficsór István Dávid)