

GONDOLKODÓ



Megoldások

A31. a) A paprika tömege a leves tömegének 1500-ad és 2500-ad része között kell, hogy legyen.

Mivel a „tányér halászlé” térfogatára, illetve sűrűségére vonatkozóan a feladat semmilyen információt nem adott, minden olyan megoldást elfogadtunk, ami a fenti megfontoláson alapult.

b) Felhasználva, hogy az Ultra Death Scoville-értéke 900 000, a kapszaiciné pedig 16 000 000:

$$m_{\text{kapszaicin}} = \frac{900\,000}{16\,000\,000} \cdot 150\text{ g} = 8,43\text{ g}$$

c) A halászlé sűrűségét a $1,0\text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ -nek feltételezve: 10 g Ultra Death lett 5000 g-ra hígítva. Így a halászlé Scoville-értéke:

$$\frac{10}{5000} \cdot 900\,000 = 1800$$

Ez 1,8-szerese a tiszta Erős Pistáénak.

Természetesen aki a halászlé sűrűségére más, reális értéket használt, maximális pontot kaphatott.

d) A reziniferatoxin moláris tömege $628,71\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ (<http://en.wikipedia.org/wiki/Resiniferatoxin>). Ebből:

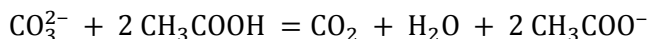
$$N = \frac{0,05\text{ g}}{1,5 \cdot 10^{10}} \cdot \frac{N_A}{628,71\text{ g/mol}} = 3,2 \cdot 10^9\text{ db molekula.}$$

A feladat viszonylag könnyűnek bizonyult, a pontszámok átlaga 7,6.

(Koltai András)

A32. a) 1 g növényi hamu tartalmaz több ásványi anyagot, mivel 1 g növény a szerves alkotórészeket is tartalmazza, ezek a vegyületek az égés során CO_2 és H_2O formájában eltávoznak és az égési maradékban, a hamuban csak az ásványi anyagok maradnak vissza.

b) A növényi hamu alkálifém- illetve alkáliföldfém-karbonátokat tartalmaz, amelyekből ecetsav hatására szén-dioxid-gáz fejlődik. A reakció egyenlete általánosan (karbonátionokra felírva):



c) A gladiátorok csontjában az $m(\text{Sr})/m(\text{Ca})$ arányt úgy kaphatjuk meg, hogy a stronciumtartalmat elosztjuk a kalciumtartalommal. Ehhez a stronciumtartalom mértékegységét átváltjuk a kalciumtartalom mértékegységére: $630,5 \mu\text{g/g} = 0,6305 \text{ mg/g}$. Ezek alapján a gladiátorok csontjában $m(\text{Sr})/m(\text{Ca}) = 0,6305/367,7 = 1,715 \cdot 10^{-3}$. Ugyanígy számíthatjuk ki a nem gladiátorok csontjában ezt az arányt: $m(\text{Sr})/m(\text{Ca}) = 0,264/374,5 = 7,049 \cdot 10^{-4}$.

Tehát $(1,715 \cdot 10^{-3})/(7,049 \cdot 10^{-4}) = 2,433$ -szorososa az $m(\text{Sr})/m(\text{Ca})$ arány a gladiátorok csontjában a nem gladiátorok csontjához képest.

d) Az $n(\text{Sr})/n(\text{Ca})$ arányt úgy kaphatjuk meg, hogy az $m(\text{Sr})/m(\text{Ca})$ arányt megszorozzuk az $M(\text{Ca})/M(\text{Sr})$ aránnyal. Mivel a gladiátorok és a nem gladiátorok esetén is az $M(\text{Ca})/M(\text{Sr})$ aránnyal szorzunk be, ez a két $n(\text{Sr})/n(\text{Ca})$ arány elosztása esetén kiesik, azaz a megoldás itt is ugyanannyi, mint a c) feladat esetén. Az $n(\text{Sr})/n(\text{Ca})$ arány tehát a gladiátorok csontjában 2,433-szorosa a nem gladiátorok csontjához képest.

e) A gladiátorok 1 g csontjában $367,7/40,08 = 9,174$ mmol kalcium és $0,6305/87,62 = 7,196 \cdot 10^{-3}$ mmol stroncium van. A hidroxipatit képlete alapján emellett $3 \cdot (9,174 + 7,196 \cdot 10^{-3})/5 = 5,509$ mmol foszfátion van. Azaz a $\text{Sr}^{2+}/\text{PO}_4^{3-}$ arány a gladiátor csontjában $7,196 \cdot 10^{-3}/5,509 = 1,306 \cdot 10^{-3}$.

A pontok átlaga 7,30. Gyakori hiba volt a végeredmények túl kevés vagy túl sok értékes jegyre való megadása, illetve a részeredmények túl kevés értékes jegyre való megadása, de ezért nem vontunk le pontot.

(Palya Dóra)

A33. a) Vegyünk egy „feles” tequilát, ami 0,5 dl, azaz 50 cm³. Mivel 42 V/V%-os, ezért 21 cm³ etanol van benne, aminek tömege 16,6 g, mivel az etanol sűrűsége 0,789 g/cm³. A feles tömege (a keverék sűrűségét kikeresve) 47,2 g, tehát a víz tömege 30,7 g.

Az etanol moláris tömege 46 g/mol, azaz egy felesben 0,36 mol etanol van. A víz anyagmennyisége 1,70 mol. Szénből csak az etanolban találunk még hozzá molekulánként 2 atomot, így az anyagmennyisége 0,72 mol. Hidrogénből etanolmolekulánként 6 db van, vízmolekulánként pedig 2, így összesen 5,56 mol H van. Oxigénből hasonlóan számolva 2,06 mol van.

Tehát a C:H:O anyagmennyiség arány a tequilában 0,72:5,56:2,06, azaz 1,00:7,72:2,86.

Jellegzetes hiba volt a V/V% téves értelmezése, ami az eredményekben igazán jelentős eltérést nem okozott.

b) Az előző részben láttuk, hogy egy „feles” tequilában 0,72 mol szén van, ami 8,65 g-nak felel meg. A gyémánt sűrűségének irodalmi értéke 3,52 g/cm³, azaz ekkora tömegű gyémánt térfogata 2,46 cm³. Tudjuk, hogy a gyémánt elrendeződése téglatestként képzelhető el, melynek magassága 0,1 μm, azaz 10⁻⁵ cm. A kérdés az alaplapjának a területe, amit egy osztással megkaphatunk: 2,46·10⁵ cm².

Tehát egy felesből 24,6 m² felületű 0,1 μm vastagságú gyémántréteg lenne készíthető.

Az átlagpontoszám 6,9 volt.

(Bacsó András)

A34. a) A kálium-formiát esetén 20 °C-on a telített oldat 76,8 m/m %-os, vagyis a 100 g víz a 23,2 m/m %. Az oldott anyag tömege tehát 100/23,2·76,8 = 331,0 g. A további számított oldottanyag-tömegek (100 g vízre vonatkoztatva):

	formiát		acetát	
	20 °C	90 °C	20 °C	90 °C
K	331,0	657,6	255,9	397,5
Rb	566,7	1370,6	557,9	809,1
Cs	446,4	1900,0	1023,6	1349,3

Vagyis a rekordot 20 °C-on a cézium-acetát, 90 °C-on a cézium-formiát tartja.

b) A kálium-formiát esetén 20 °C-on a telített oldatban 100 g víz 331,0 g anyagot old fel.

$$n_{\text{oa}} = 331,0 \text{ g} / 84,12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 3,93 \text{ mol}$$

$$n_{\text{ion}} = 2n_{\text{oa}} = 7,87 \text{ mol}$$

$n_{\text{vöz}} = 100 \text{ g} / 18 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 5,56 \text{ mol}$, vagyis az 1 vízmolekulára jutó ionok száma: $7,87 / 5,56 = 1,42$. A további számított ionszámok:

	formiát		acetát	
	20 °C	90 °C	20 °C	90 °C
K	1,42	2,81	0,94	1,46
Rb	1,56	3,78	1,39	2,02
Cs	0,90	3,84	1,92	2,53

Vagyis a rekordot 20 °C-on ismét a cézium-acetát, 90 °C-on a cézium-formiát tartja.

c) Az előző feladatrészen kiszámolt adatok felhasználásával a telített kálium-formiát-oldat anyagmennyiség-százalékos összetétele:

$$n/n\% = 3,93 \text{ mol} / (3,93 \text{ mol} + 5,56 \text{ mol}) = 41,5\%.$$

A további számított anyagmennyiség-százalékok:

	formiát		acetát	
	20 °C	90 °C	20 °C	90 °C
K	41,5	58,5	31,9	42,2
Rb	43,9	65,4	41,0	50,2
Cs	31,1	65,8	49,0	55,9

Vagyis a rekordot e tekintetben is 20 °C-on a cézium-acetát, 90 °C-on a cézium-formiát tartja.

Szép, logikus megoldást küldött be Hegyi Krisztina.

(Rutkai Zsófia)

A35. a) Legyen x db C_{60} molekulában 1 db Xe. Ekkor

$$\frac{m(\text{Xe})}{m(\text{C}_{60})} = \frac{131,3}{720x + 131,3} = 5,2 \cdot 10^{-5}$$

Ebből $x = 3506,76 \approx 3507$. Tehát 1 db Xe@C₆₀-ra 3507-1 = 3506 db üres jut.

b) Ha 1000 db fullerénmolekula között 1 db He@C₆₀ van, akkor 1000 molban 1 mol. Tehát 1 mol He@C₆₀-ra jut 999 mol üres. Ez alapján

$$m/m\% (\text{He}) = \frac{4}{4 + 720 + 999 \cdot 720} = 5,6 \cdot 10^{-4} \%$$

c) Legyen az ismeretlen elem moláris tömege $M(X)$.

Ekkor $M(\text{X}_2@\text{C}_{60}) = 2M(X) + 720$ g/mol. Felírható:

$$\frac{720 \text{ g/mol}}{720 \text{ g/mol} + 2M(X)} = 0,602$$

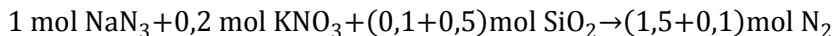
Ebből $M(X) = 238$ g/mol, tehát a keresett elem az urán.

(Simkó Irén)

A36. A következő reakciók mennek végbe.



A fenti egyenletek alapján:



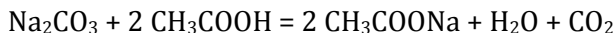
Azaz: 121,3 g porkeverékből 1,6 mol N₂ gáz keletkezik.

Feltételezve, hogy standard légköri nyomású és 25 °C-os N₂ gáz keletkezik, 121,3 g porkeverékből 39,2 liter képződik. 35 liter keletkezéséhez tehát $(35/39,2) \cdot 121,3 \text{ g} = 108 \text{ g}$ porkeverék szükséges.

Természetesen az is maximális pontot kapott, aki más körülményeket feltételezve helyesen számolt. A feladat kifejezetten könnyűnek bizonyult, szinte minden megoldás hibátlan volt, a pontszámok átlaga 9,22.

(Koltai András)

A37. A lejátszódó reakció egyenlete:



50 g Na_2CO_3 anyagmennyisége 0,4717 mol, míg 70,75 g 80 $m/m\%$ -os oldatban $70,75 \text{ g} \cdot 0,8 = 56,6 \text{ g}$, azaz 0,9433 mol ecetsav és $70,75 \text{ g} \cdot 0,2 = 14,15 \text{ g}$ víz van.

A két reagáló anyag mólaránya $0,9433/0,4717 = 2$, tehát a reakció lejátszódása után egyik anyag sem marad feleslegben. A reakcióban 0,9433 mol CH_3COONa keletkezik, melynek tömege 77,35 g. A reakcióban keletkezett $0,4717 \text{ mol} \cdot 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,49 \text{ g}$ vízzel a víz összmenyisége 22,64 g (1,2578 mol). A reakcióelegy össztömege tehát 100 g.

A $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ CH_3COONa -tartalma 60,29 $m/m\%$. A telített oldatban $111,6 \text{ g} \cdot 0,6029 = 67,28 \text{ g}$ CH_3COONa mellett van 144,32 g víz, az oldat töménysége tehát 31,80 $m/m\%$.

Mivel a 100 g reakcióelegy 77,35 $m/m\%$ -a a kristályvízmentes só, a kristályvizes só 60,29 $m/m\%$ -a nátrium-acetát, az oldat pedig 31,80 $m/m\%$ -os, ezért ahhoz sincs elég víz jelen, hogy a teljes só mennyisége 3 kristályvízzel kristályosodjon. A só és a víz mólaránya 0,9433:1,2578 = 1:1,333. Emellett az összetétel mellett sóoldat nem is tud keletkezni, a só teljes mennyisége kristályvizes formában lesz jelen. Ezt az állítást bizonyítja a CH_3COONa -ra felírható a következő összefüggés:

$$x \cdot 60,29 + (100-x) \cdot 31,80 = 77,37 \cdot 100,$$

melynek nincs $x < 100$ megoldása.

Hibátlan megoldást küldött be Fraknói Ádám. A feladat megoldása során a legnagyobb problémát az jelentette, hogy a feladatmegoldók az oldatból visszamaradó só kristályvíztartalmáról elfelejtkeztek. A pontátlag 6,5 pont.

(Sarka János)

A38. a) 100 liter tej 103,5 kg, azaz mivel 3,96 $m/m\%$ -os a zsírra nézve és 3,80 $m/m\%$ -os a fehérjére nézve, benne 4,099 kg zsír és 3,933 kg fehérje található. Mivel 9,28 kg nyerssajt került a sajtpincébe, ezért a savó tömege 94,22 kg volt. A savó zsírtartalma 0,51 $m/m\%$ míg a fehérjetartalma 0,69 $m/m\%$, azaz ennyi savóban 0,481 kg zsír és 0,650 kg fehérje található. Tehát a 9,28 kg nyerssajtban 3,62 kg zsír és 3,28 kg fehérje van.

Egyenes arányossággal könnyen kiszámolható, hogy 10 dkg nyerssajtban 3,90 dkg zsír és 3,54 dkg fehérje található.

b) 10 dkg nyerssajt elfogyasztásakor tehát 39 g zsírt és 35,4 g fehérjét juttatunk szervezetünkbe. Ez kJ-ban kifejezve:

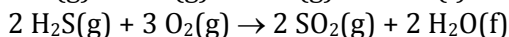
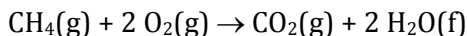
$$39,0 \text{ g} \cdot 40,0 \text{ kJ/g} + 35,4 \text{ g} \cdot 17,0 \text{ kJ/g} = 2161,8 \text{ kJ}$$

Tehát 10 dkg raclette sajt energiatartalma 2162 kJ.

A feladatra 5 hibátlan megoldás érkezett. Az átlagpontszám 8,9.

(Bacsó András)

A39. A biogáz alkotói közül csak a metán és a kén-hidrogén éghető:



A két gáz égéshője ($\Delta_{\text{e}}H$) a képződéshőkből ($\Delta_{\text{k}}H$) számolható ki:

$$\Delta_{\text{e}}H(\text{CH}_4) = \Delta_{\text{k}}H(\text{CO}_2) + 2\Delta_{\text{k}}H(\text{H}_2\text{O}) - \Delta_{\text{k}}H(\text{CH}_4) = -890,2 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_{\text{e}}H(\text{H}_2\text{S}) = [2\Delta_{\text{k}}H(\text{SO}_2) + 2\Delta_{\text{k}}H(\text{H}_2\text{O}) - 2\Delta_{\text{k}}H(\text{H}_2\text{S})] / 2 = -562,0 \text{ kJ/mol}$$

Egy gázelegyen belül az alkotók azonos állapotúak, ezért a térfogat-százalékos és az anyagmennyiség-százalékos összetétel megegyezik. Így az elegy égéshőjét a moláris összetételből kaphatjuk meg. 1 m³ térfogatú gáz 1000 dm³/24,5 dm³·mol⁻¹ = 40,82 mol gázt tartalmaz. A biogáz égéshőjének határait a legkisebb és a legnagyobb égéshőt produkáló gázösszetételből adhatjuk meg. Mivel $\Delta_{\text{e}}H(\text{H}_2\text{S}) < \Delta_{\text{e}}H(\text{CH}_4)$, ezért az alsó határt egy olyan összetételű gázelegy adja, ami a lehető legkevesebb metánt (55%) és maximális CO₂-ot (40%) és 100–55–40 = 5% H₂S-t tartalmaz. A felső határt pedig a legnagyobb metán (60%) és legkisebb CO₂-tartalmú (35%) gázelegy égéshője adja 100–60–35 = 5% H₂S-tartalommal.

$$Q_{\text{min}} = [0,55 \cdot \Delta_{\text{e}}H(\text{CH}_4) + 0,05 \cdot \Delta_{\text{e}}H(\text{H}_2\text{S})] \cdot 40,82 \text{ mol} = -21132,9 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{max}} = [0,60 \cdot \Delta_{\text{e}}H(\text{CH}_4) + 0,05 \cdot \Delta_{\text{e}}H(\text{H}_2\text{S})] \cdot 40,82 \text{ mol} = -22949,8 \text{ kJ}$$

Eszerint a biogáz köbméterenkénti égéshője 21,1–22,9 MJ között lehet.

Bár az égéshő standard állapotú (25 °C-os) anyagokra vonatkozik, a megoldásokban elfogadtuk azt is, ha valaki a vízgőz képződéshőjével számolt. Gyakori hibaforrás volt a kén-hidrogén moláris égéshőjének számítása, mivel a felírt reakcióra kapott reakcióhőt még el kell osztani a H₂S sztöchiometriai együtthatójával.

(Babinszki Bence)

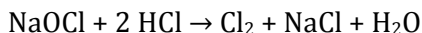
A40. A háziasszony 3,0 dl, azaz 300 cm³ sósavat és hypót öntött össze. Mindkét oldat sűrűsége 1,1 g/cm³, így tömegük

$$m = 300 \text{ cm}^3 \cdot 1,1 \text{ g/cm}^3 = 330 \text{ g}$$

A sósav 20 tömegszázalékos, HCl-tartalma $330 \text{ g} \cdot 0,2 = 66 \text{ g}$, vagyis 1,8 mol.

A hypo töménysége 1 – 5 tömegszázalék. A 330 g 1 m/m%-os oldat legalább $330 \text{ g} \cdot 0,01 = 3,3 \text{ g}$ (0,0443 mol) nátrium-hipokloritot tartalmaz. Az 5 tömegszázalékos oldatban 16,5 g (0,22 mol) nátrium-hipoklorit található.

A két vegyület a következő egyenlet szerint reagál egymással:



Látszik tehát, hogy mindenképpen a sósav van feleslegben, így a fejlődő klórgáz mennyiségét a nátrium-hipoklorit mennyisége határozza meg. A hypo a fentiek szerint legalább 0,0443 mol nátrium-hipokloritot tartalmaz, ezért először számoljuk ki, hogy minimum mennyi klórgáz keletkezik! 0,0443 mol klórgáz tömege

$$m = 0,04433 \text{ mol} \cdot 70,9 \text{ g/mol} = 3,143 \text{ g} = 3143 \text{ mg.}$$

A fürdőszoba térfogata 20,625 m³. A klórgáz koncentrációja tehát $3143 \text{ mg}/20,625 \text{ m}^3 = 152 \text{ mg/m}^3$. Látjuk tehát, hogy 1 tömegszázalékos hypo esetén is bőven túllépi az egészségügyi határértéket a keletkező klórgáz koncentrációja.

Az átlagpontszám 8,78 pont volt, 6 hibátlan megoldás született. A hibák nagy részét figyelmetlenség okozta.

(Dürvanger Zsolt)

K221. a) A tömegek meghatározásához meg kellett határozni a „töltött” és „töltetlen” dodekahedrán moláris tömegét, és ezt el kellett osztani az Avogadro-állandóval:

$$M(\text{töltetlen}) = 260,37 \text{ g/mol} \quad M(\text{töltött}) = 264,37 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{töltetlen}) = \frac{260,37 \text{ g/mol}}{N_A} = 4,32 \cdot 10^{-22} \text{ g}$$

$$m(\text{töltött}) = \frac{264,37 \text{ g/mol}}{N_A} = 4,39 \cdot 10^{-22} \text{ g}$$

b) Itt bármilyen reális tömeg- és térfogatadatokat elfogadtunk, a hangsúly a számoláson volt. Mivel mindenki más adatokat adott meg általánosan írjuk le a számolás menetét:

$$m_{\text{He}} = \frac{pVM_{\text{He}}}{RT}$$

Ki kellett számolni az üres és a töltött tömeg arányát:

$$\frac{m_{\text{üres}}}{m_{\text{üres}} + m_{\text{He}}}$$

A töltött és töltetlen dodekahedrán tömegaránya:

$$\frac{m(\text{töltetlen})}{m(\text{töltött})} = \frac{260,37 \text{ g/mol}}{264,37 \text{ g/mol}} = 0,9849$$

A feladatrész maximális pontszámáért a kettőt össze is kellett hasonlítani.

c) A nyomás kiszámításához először meg kellett határozni a dodekahedrán térfogatát. Ehhez a megfelelő képlet:

$$V = \frac{1}{4}(15 + 7\sqrt{5}) \cdot a^3 = \frac{1}{4}(15 + 7\sqrt{5}) \cdot (1,55 \cdot 10^{-10})^3 = 2,854 \cdot 10^{-29} \text{ m}^3$$

Azt tudjuk, hogy egy atom van a gömb belsejében, tehát be kell helyettesíteni a térfogatot, és a moláris tömeg helyére az Avogadro-állandó reciprokát kell beírni.

$$p = \frac{nRT}{VN_A} = 1,44 \cdot 10^8 \text{ Pa}$$

A feladat nem volt túl nehéz, de sokan felejtették el kiszámolni az arányokat, és összehasonlítani őket. Ezen kívül még a térfogat kiszámolásánál hibáztak többen. Maximális pontszámot 4-en kaptak, az átlag 6,6 pont lett.

(Borsik Gábor)

K222. a) Tekintsünk 100 g fogkrémet! Mivel a fogkrém 10 m/m% $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -t tartalmaz, a 100 g fogkrémekben 10 g $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ található. A moláris tömegeket figyelembe véve kiszámítható, hogy hány mol $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ van a 100 g fogkrémekben:

$$n_{\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}} = \frac{m_{\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}}} = \frac{10 \text{ g}}{266,62 \text{ g/mol}} = 0,0375 \text{ mol}$$

A 100 g fogkrém tehát $0,0375 \text{ mol} = 0,0375 \cdot 87,62 = 3,29 \text{ g}$ Sr^{2+} iont tartalmaz. Mivel 100 g fogkrémről van szó, a fogkrém stronciumtartalma $3,29 \text{ m/m}\%$.

b) A stroncium-acetát-hemihidrát $[\text{Sr}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}]$ moláris tömege $214,72 \text{ g/mol}$. 100 g fogkrémet tekintve a fentiek szerint ebben az esetben is $0,0375 \text{ mol}$ Sr^{2+} ionra, így ugyanennyi mol stroncium-acetát-hemihidrátra van szükségünk. Ennek tömege

$$m = 0,0375 \text{ g} \cdot 214,72 \text{ g/mol} = 8,05 \text{ g}$$

Mivel 100 g fogkrémről van szó, a fogkrém stroncium-acetát-hemihidrátra nézve $8,05 \text{ m/m}\%$ -os.

c) A fogzománc fő alkotóeleme a hidroxipapatit: $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Fluoridtartalmú fogkrémek hatására az OH^- ionok F^- ionokra cserélődhetnek le, így fluorapatit keletkezik, mely a savas hatásoknak jobban ellenáll. A stronciumionok – ahogy a feladat leírásában is olvashattuk – a kalciumionok helyére épülhetnek be.

Fluoridionok és stronciumionok együttes jelenlétekor vízben gyakorlatilag oldhatatlan SrF_2 csapadék keletkezik, melynek következtében a fogkrémekben vagy stronciumionok, vagy fluoridionok gyakorlatilag nem lennének jelen. Láttuk, hogy a fogzománcba épüléshez mindkét esetben ionokra van szükség, így a csapadékképződés mindkét anyag beépülését gátolná.

Az átlagpontoszám 7,98 pont volt, 8 hibátlan megoldás született. A számolási feladatokat a legtöbben hibátlanul oldották meg. A feladat utolsó részében többen írták, hogy a megjelenő SrF_2 mérgező hatású. Ebben természetesen igazuk van, de ez önmagában nem magyarázza, hogy miért probléma a megjelenése a fogkrémekben. (Ne felejtjük el, hogy a fogkrémekben kis mennyiségben gyakran előforduló NaF is mérgező, azonban a fogkrémet nem szoktuk lenyelni!)

(Dürvanger Zsolt)

K223. A 2,4,6-triklór-anizol moláris tömege: 211,35 g/mol. 6 ng/l-ről 2 ng/l-re csökkent a koncentráció, ami 4 ng/l koncentrációváltozás. 0,75 liter bor esetén adszorbeálódó anyag tömege:

$$0,75 \text{ l} \cdot 4 \text{ ng/l} = 3 \text{ ng} = 3 \cdot 10^{-9} \text{ g}$$

Az adszorbeálódó anyag anyagmennyisége:

$$3 \cdot 10^{-9} \text{ g} / 211,35 \text{ g/mol} = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ mol}$$

Az adszorbeálódó molekulák száma 1200 cm²-en:

$$1,42 \cdot 10^{-11} \text{ mol} \cdot 6 \cdot 10^{23} / \text{mol} = 8,52 \cdot 10^{12}$$

Az adszorbeálódó molekulák száma 1 cm²-en:

$$8,52 \cdot 10^{12} / 1200 = 7,1 \cdot 10^9$$

Tehát 7,1·10⁹ db molekula adszorbeálódott 1 cm²-nyi felületen.

Az átlagpontszám 9,27 pont. A beküldők többsége maximális pontszámot ért el. A hibák apró figyelmetlenségből és a mértékegységek nem megfelelő használatából adódtak.

(Csenki János Tivadar)

K224. Egy elem benzolszolvátját (X_x·yC₆H₆) keressük, aminek alapvető feltétele, hogy az elem oldható legyen benzolban és a kristályrácsába beépülhessenek benzolmolekulák.

A kémiai elemek közül nem sok rendelkezik mindkét tulajdonsággal. Minden bizonnyal a nemfémes elemek között találhatjuk meg a keresett elemet. Felírhatjuk a következő összefüggést:

$$6y \cdot M_{\text{H}} / (M_{\text{X}} + y \cdot M_{\text{benzol}}) = 0,0234$$

Az y-ra a sztöchiometrikus összetétel miatt fennáll néhány megkötés. Az y=1-es értékhez a 180,3 g/mol-os moláris tömeg tartozik.

Rögtön feltűnhet, hogy ha y=4, akkor 720,7 g/mol-hoz közeli értéket kapunk, ami épp a C₆₀ moláris tömege.

Ezek alapján adódik egy jó megoldásnak a C₆₀ · 4C₆H₆, aminek – akár az interneten utánanézve – találhatunk megerősítést a létezéséről.

Az y értékeit logikus módon végigpróbálva nem adódik más olyan benzolban oldható elem, melyre teljesül a 2,34%-os hidrogéntartalom.

A beküldött feladatok közül mindössze két szinte tökéletes megoldás született Zajác Zsolt és Várda Ernák Ferenc révén. A beküldők nagy

része helyes gondolatmenettel rossz megoldásra jutott, mert nem vették figyelembe, hogy az általuk talált elem nem oldódik benzolban. Az átlagpontoszám 3,3 lett.

(Broda Balázs)

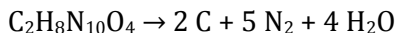
K225. a) A hexanitro-hexaaza-izowurtzitán összegképlete: $C_6H_6N_{12}O_{12}$, az oktanitrokubán összegképlete: $C_8N_8O_{16}$.

b) A TKX-50 összegképlete: $C_2H_8N_{10}O_4$

c) A TKX-50 moláris tömege $M(C_2H_8N_{10}O_4) = 236,15$ g/mol, és 1000,0 g állt belőle rendelkezésre, melynek az anyagmennyisége 4,23 mol. A detonáció során 1 bar = 100 kPa nyomáson és 273,15 K-en 850 dm³ gáz-halmazállapotú termék képződött. A fentiek alapján a képződött gázelegy mennyisége:

$$n_{\text{gázelegy}} = \frac{pV}{RT} = 37,43 \text{ mol}$$

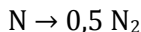
1 mol anyagmennyiségű robbanóanyag felrobbantásakor keletkező gázok mennyisége $37,43 \text{ mol} / 4,23 \text{ mol} = 8,8 \text{ mol} \approx 9 \text{ mol}$. Ennek alapján a bomlás lehetséges egyenlete:



d) 1000,0 g atomrácsos nitrogén detonációja során 1 bar = 100 kPa nyomáson és 0 °C-on N_2 gáz képződik.

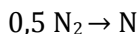
$$V_{N_2} = \frac{nRT}{p} = 811 \text{ dm}^3$$

e) Az atomrácsos nitrogén molekuláris nitrogénné alakulása az alábbi reakcióegyenlettel adható meg:



Az atomrácsos nitrogén detonációja során 0,02 MJ/g az energiaváltozás, ami 1 mol atomrácsos nitrogén esetén 280 kJ, a reakció entalpia-változása -280 kJ/mol.

Az atomrácsos nitrogén képződését leíró egyenlet az előbbi ellentéte:



A folyamat entalpiaváltozása, ami megegyezik az atomrácsos nitrogén képződéshőjével: +280 kJ/mol.

f) Az atomrácsos nitrogénben egy nitrogénatomhoz három másik nitrogénatom kapcsolódik.

$$\Delta_r H = 1,5E(\text{N-N}) - 0,5 \cdot 954 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -280 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$E(\text{N-N}) = 131 \text{ kJ/mol}$$

A feladatra hibátlan megoldást küldött be Baglyas Márton, Balbisi Mirjam és Gábor Gergő. A feladat kiírásában tévesen 2 MJ/g szerepelt az atomrácsos nitrogén detonációja során fellépő energiaváltozás értékére. A tévedésről és a helyes értékről (0,02 MJ/g) tájékoztattuk a diákokat. Ennek ellenére egyaránt maximális pont járt a feladatrészre, ha valaki a helyes értékkel számolt, illetve ha valaki felismerte, hogy a másik adattal számolva irreális eredményt kap.

(Dénes Nóra)

K226. a) Vegyünk az ismeretlen fém-oxid-hidrátból 100,0 g-ot! A feladat adatai alapján ez 4,08 g vizet és (feltételezve, hogy a fém-oxid 160 °C-on elemi fémmre és oxigénre bomlik) 85,50 g fémet, valamint $(100,0 - 4,08 - 85,50) \text{ g} = 10,42 \text{ g}$ oxigént tartalmaz. Jelöljük a fém-oxid képletét M_2O_x -szel, ahol M az ismeretlen fémet jelöli, melynek oxidációs száma x! Ekkor az oxigén és a fém anyagmennyiségének arányára az alábbi képlet adódik:

$$\frac{n(\text{O})}{n(\text{M})} = \frac{\frac{10,42 \text{ g}}{16,00 \text{ g/mol}}}{\frac{85,50 \text{ g}}{M_{\text{fém}}}} = \frac{x}{2}$$

Ebből $M_{\text{fém}} = 65,64 \cdot x$, melynek kémiaailag is helyes megoldása egyedül $x = 3$ esetén adódik, ekkor $M_{\text{fém}} = 196,9 \text{ g/mol}$, mely megfelel az arany moláris tömegének. A keresett fém tehát az arany. (A fém oxid képlete ez alapján Au_2O_3 , 95,92 g ilyen oxid mellett 4,08 g víz van a hidrátban, ebből a fém-oxid hidrát közelítő képlete: $\text{Au}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.)

b) Elsőként határozzuk meg **B** anyag képletét! Mivel ez a fém mellett csak fluort tartalmaz, jelöljük a képletét AuF_y -nal! Ekkor az alábbi írható fel:

$$\frac{m(\text{Au})}{m(\text{AuF}_y)} = \frac{196,97 \text{ g}}{(196,97 + y \cdot 19) \text{ g}} = \frac{1,149 \text{ mg}}{1,703 \text{ mg}}$$

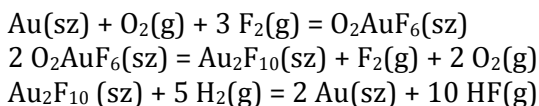
Ebből y értékére 5,0 adódik, azaz a **B** anyag tapasztalati képlete AuF_5 , tehát a **B** anyag az arany-pentafluorid (Au_2F_{10}).

B (AuF_5) moláris tömege 291,97 g/mol, ez alapján 2,000 mg **A** anyag bomlása során $1,703 \cdot 10^{-3} \text{ g} / 291,97 \text{ g/mol} = 5,83 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$ AuF_5 keletkezik. Emellett $(2,000 - 1,703) \text{ mg} = 0,297 \text{ mg}$ gázelegy is képződik, melynek átlagos moláris tömege a feladat adatai alapján $24,46 \text{ dm}^3/\text{mol} \cdot 1,391 \text{ g/dm}^3 = 34,0 \text{ g/mol}$. A gázelegy feltételezhetően fluor és oxigén keveréke, melynek anyagmennyisége az előbbiekből $2,97 \cdot 10^{-4} \text{ g} / 34,0 \text{ g/mol} = 8,73 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$. Feltételezve, hogy z anyagmennyiségű F_2 -t és $(8,73 \cdot 10^{-6} - z)$ anyagmennyiségű O_2 -t tartalmaz, az alábbi egyenlet írható fel:

$$z \cdot 38,0 \text{ g/mol} + (8,73 \cdot 10^{-6} - z) \cdot 32,0 \text{ g/mol} = 2,97 \cdot 10^{-4} \text{ g}$$

Ebből z értékére $2,94 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$ adódik. Tehát $5,83 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$ AuF_5 mellett az **A** anyag bomlása során $2,94 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$ F_2 és $5,79 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$ O_2 keletkezik. Ez alapján 1,00 mol AuF_5 mellett 0,50 mol F_2 és 1,00 mol O_2 keletkezik. Így az **A** anyag tapasztalati képlete O_2AuF_6 .

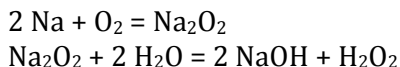
A lejátszódott reakciók egyenletei:



A pontszámok átlaga 8,5 pont. Hibátlan megoldást 11 tanuló küldött be. A leggyakoribb hiba a b) feladatrészhez kapcsolódó egyenletek felírásánál volt, itt több tanuló esetében is lemaradt a hidrogénes redukció egyenlete.

(Vörös Tamás)

K227. a) Ha nátriumot égetünk el tiszta oxigénben, és az égéstermékét vízben oldjuk, akkor az alábbi reakciók játszódnak le:



Tehát a fém-klorid vizes oldatát NaOH és H₂O₂ vizes oldatával reagáltatjuk. Ez alapján feltételezhetjük, hogy a közttermék egy kristályvizes fém-peroxid, a végtermék pedig fém-peroxid. Az oldatból kiszűrt 194 g sóban $194 \text{ g} \cdot 0,7401 = 143,6 \text{ g}$ oxigén van. Az eltávozott kristályvíz tömege $194 \text{ g} - 64,7 \text{ g} = 129,3 \text{ g}$, melynek oxigéntartalma 114,8 g. Tehát a szárítás után kapott anyag 64,7 g-jában $143,6 \text{ g} - 114,8 \text{ g} = 28,8 \text{ g}$ oxigén van, ami 1,80 mol. Fémtartalma $64,7 \text{ g} - 28,8 \text{ g} = 35,9 \text{ g}$. Ennek akkor van kémiai értelme, ha a fém-peroxidban a fém oxidációs száma +2, ekkor $M(\text{fém}) = 35,9 \text{ g}/0,90 \text{ mol} = 39,9 \text{ g/mol}$, ami közelítőleg a kalcium moláris tömege. Figyelembe véve, hogy a szárítás során 129,3 g, azaz $129,3 \text{ g}/(18,02 \text{ g/mol}) = 7,18 \text{ mol}$ kristályvíz távozott el, a kikristályosodott sóban van 0,90 mol kalcium-peroxid 7,18 mol kristályvíztartalommal. Mivel $7,18/0,90 = 7,98$, ezért a kikristályosodott só képlete: CaO₂ · 8H₂O. A fentiek alapján a végtermék képlete: CaO₂ (amelyet valóban alkalmaznak szénhidrogénnel szennyezett talaj kármentesítésére).

b) A keletkezett szolvátban a hidrogén : oxigén tömegarány 1:32, tehát a hidrogén : oxigén anyagmennyiség-arány 1:2. Legyen a szolvát képlete CaO₂ · xH₂O. Ebből a képletből – figyelembe véve a hidrogén : oxigén anyagmennyiség-arányt – az alábbi egyenlet írható fel:

$$2 + 2x = 2 \cdot 2x$$

Ennek az egyenletnek a megoldása: $x = 1$. Tehát a szolvát képlete: CaO₂ · H₂O₂.

A pontszámok átlaga 6,0. Sajnos sokan nem tudták értelmezni a feladatban leírt reakciókat, így nem jöttek rá, hogy a végtermék egy fém-peroxid. Kiemelkedően szép, hibátlan megoldást küldött be Baglyas Márton, Balbisi Mirjam, Bodroghy Kristóf, Gábor Gergő, Várda Ernák és Veres Bence.

(Palya Dóra)

K228. a) Induljunk ki X oxidjából, mely 31 tömegszázalékban tartalmaz X-et. Az oxidok általánosan felírhatók XO_n alakban. Az ehhez tartozó egyenlet:

$$M_x/(M_x+n \cdot 16) = 0,31$$

Átrendezve:

$$M_x = 7,2n$$

$$n = 0,5; 1,0; 1,5 \dots$$

Reális megoldás: $n = 1,5$; $M_x = 10,8$ g/mol; ez az elem a bór.

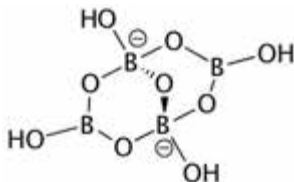
b) 100 g anyagban: 11,3 g bór, 5,3 g hidrogén és a 71,3 g oxigén alkothat aniont. Kationként, ami 12,1 g, feltételezhetően nátriumot tartalmaz a vegyület, mivel ez egy „domináns” ion a vízben. A tömegeket a moláris tömegekkel osztva, a következő arányok jönnek ki:

$$n(\text{Na}):n(\text{B}):n(\text{H}):n(\text{O}) = 2:4:20:17$$

Az Y vegyület képlete ebből: $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, amit bóraxnak is neveznek. (A továbbiakban kiderül, hogy a szerkezetet a $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ képlet helyesebben írja le. Ha valaki egyből ezt hozta ki számításokkal, az is teljes értékű megoldásnak számított, illetve a vegyület töltéssemlegességét kihasználva lehet bizonyítani, hogy tényleg a Na az ismeretlen kation.)

c) A bórax melegítés hatására elveszti kristályvíztartalmát, 37,8 %-kal csökken a tömege. A távozó víz tömege $381,24 \text{ g} \cdot 0,378 = 144 \text{ g}$, anyagmennyisége 8 mol. 1 mol bórax tehát 8 mol vizet veszít.

Az anion összegképlete: $\text{H}_4\text{B}_4\text{O}_9^{2-}$, szerkezeti képlete pedig:



d) A víz 250 ppm koncentrációban tartalmaz bórt. Ez 0,25 g/l-nek felel meg, (amennyiben a víz sűrűségét 1 kg/l-nek vesszük), ami 0,023 mol bórt jelent. Mivel egy molekula 4 bóratomot tartalmaz, ezért elvileg legfeljebb $0,023 \text{ mol}/4 = 0,00578 \text{ mol}$ bórax nyerhető a távozó víz 1 literéből, melynek tömege $0,00578 \text{ mol} \cdot 381,2 \text{ g/mol} = 2,2 \text{ g}$.

Az átlagpontszám 6,19 pont. A legszebb megoldásokat Baglyas Márton és Pap Dániel küldték be. Sokan nem értelmezték megfelelően a ppm-et. Ebben segített volna, ha utánanéznék, hogy a tengervíz 4,5 mg/l koncentrációban tartalmaz bórt. Most az 55-szörösével számolunk: 250 mg/l-rel.

A kiszámolt eredményeket mindig egyeztessük a feladat leírásával! Többször is előfordult, hogy ez nem történt meg, így a kémiának ellentmondó eredmény született, ami természetesen nem lehet jó megoldás.

(Csenki János Tivadar)

K229. A feladat feltétele, hogy a két gáz színtelen legyen, de nem szagtalan.

Először számoljuk ki, hogy mennyi KMnO_4 -ot fogyasztottak a gázok elnyeletésük során, valamint az elnyeletett gázok mennyiségét:

$$n(\text{KMnO}_4) = 20 \text{ cm}^3 \cdot 0,0178 \text{ mol/dm}^3 = 0,356 \text{ mmol}$$

$$n(\text{gáz}) = \frac{pV}{RT} = 0,890 \text{ mmol}$$

Tehát azt kapjuk, hogy:

$$n(\text{gáz})/n(\text{KMnO}_4) = 2,50$$

Ezek alapján arra következtethetünk (mivel a mangán +7-es oxidációs állapotból +2-re fog redukálódni), hogy mindkét gáz oxidációs állapota 2-vel fog megnövekedni.

A következő lépésben kiszámoljuk, hogy a korábbi feltételezéssel élve, mekkora a moláris tömege az oldatot zavarossá tevő (28,5 mg tömegű) anyagnak:

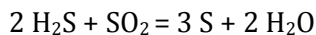
$$M(\text{ismeretlen}) = 28,5 \text{ mg}/0,890 \text{ mmol} = 32,0 \text{ g/mol}$$

Ez alapján arra a következtetésre juthatunk, hogy az ismeretlen anyag a kén.

Tehát az ismeretlen gázban a kén oxidációs állapotának -2 -nek kellene lenni, ami megfelel a H_2S -nek (színtelen, záptojásszagú gáz).

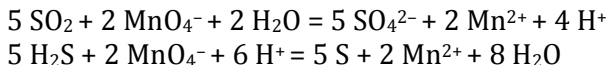
A két gáz reakciójában keletkező szilárd anyag szintén lehet kén, amiből arra következtethetünk, hogy a másik gáz a SO_2 (színtelen, szúrós szagú gáz).

A két gáz az alábbi reakcióegyenlet alapján reagál egymással:



Ezek alapján leellenőrizhetjük, hogy tényleg megfelelnek a kiindulási feltételeknek.

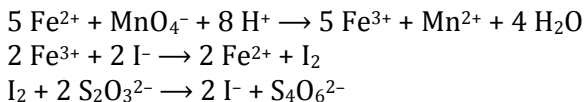
A kálium-permanganát és a gázok reakciói pedig az alábbiak:



A beküldött feladatok közül nagyon sok jó megoldás született. A reakció-egyenletek felírásakor viszont néhányan nem voltak tekintettel a savas közegre. Az átlagpontszám 8,1 lett.

(Broda Balázs)

K230. a) A rendezett reakcióegyenletek:



b) 1) $V = 12,30 \text{ cm}^3$, $c(\text{KMnO}_4) = 0,1000 \text{ mol/dm}^3$, ebből $n(\text{MnO}_4^-) = 0,00123 \text{ mol}$. Így $n(\text{Fe}^{2+}) = 5 \cdot 0,00123 \text{ mol} = 0,00615 \text{ mol}$, és $c(\text{Fe}^{2+}) = 0,00615 \text{ mol} / 0,02 \text{ dm}^3 = 0,3075 \text{ mol/dm}^3$.

2) $V = 4,60 \text{ cm}^3$, $c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,0888 \text{ mol/dm}^3$, ebből $n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 4,0848 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$. Így $n(\text{Fe}^{3+}) = 4,0848 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$, és $c(\text{Fe}^{3+}) = 4,0848 \cdot 10^{-4} \text{ mol} / 0,001 \text{ dm}^3 = 0,4085 \text{ mol/dm}^3$.

3) $V = 7,15 \text{ cm}^3$, $c(\text{KMnO}_4) = 0,100 \text{ mol/dm}^3$, ebből $n(\text{MnO}_4^-) = 0,000715 \text{ mol}$. Így $n(\text{Fe}^{2+}) = 5 \cdot 0,000715 \text{ mol} = 0,003575 \text{ mol}$, és $c(\text{Fe}^{2+}) = 0,003575 \text{ mol} / 0,005 \text{ dm}^3 = 0,715 \text{ mol/dm}^3$.

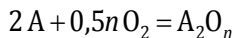
Fontos látni, hogy a vas(III)-tartalom mérésekor valójában a teljes vas-tartalmat mérjük, melyből kivonva az előző lépésben meghatározott vas(II)-mennyiséget határozhatjuk meg a kiindulási vas(II)-koncentrációt.

$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3\text{-o.}) = 13,70 \text{ cm}^3$, $c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,4150 \text{ mol/dm}^3$, ebből $n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,0056855 \text{ mol}$. Így $n(\text{Fe}^{3+}, \text{összes}) = 0,0056855 \text{ mol}$, és $n(\text{Fe}^{3+}, \text{kiindulási}) = 0,0056855 \text{ mol} - 0,003575 \text{ mol} = 0,0021105 \text{ mol}$. $c(\text{Fe}^{3+}, \text{kiindulási}) = 0,0021105 \text{ mol} / 0,005 \text{ dm}^3 = 0,4221 \text{ mol/dm}^3$.

Igen sok szép megoldás érkezett, közöttük számos hibátlan. Akik pontot veszítettek, általában figyelmetlenségi hibát követtek el, illetve a b) rész 3) jelű alpontja okozott többeknek nehézséget. A feladatra beküldött dolgozatok pontátlaga 9,2.

(Varga Bence)

H221. a) Vizsgáljuk először az **A** fémet! 100,0 g **A** fémből a feladat szövege alapján 165,84 g oxid keletkezik. Feltételezve, hogy az **A** fém oxidációs állapota az oxidban n (ahol n egész szám), a keletkező oxid képlete A_2O_n . A lejátszódó reakció egyenlete:



A kiindulási 100,0 g fém anyagmennyisége ($100,0 \text{ g} / M_A$), míg a keletkező 165,84 g ilyen oxidé:

$$n(A_2O_n) = \frac{165,84 \text{ g}}{2M_A + n \cdot 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

A reakcióegyenlet alapján látható, hogy 2 mol fémből 1 mol oxid keletkezik, tehát felírható az alábbi egyenlőség:

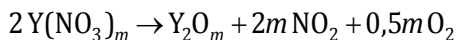
$$2 \cdot \frac{165,84 \text{ g}}{2M_A + n \cdot 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{100,0 \text{ g}}{M_A}$$

Ebből adódik, hogy: $M_A = 12,15 \cdot n \text{ g/mol}$

Az egyenletet vizsgálva egyedül $n = 2$ esetén kapunk kémiailag helyes megoldást, ekkor $M_A = 24,30 \text{ g/mol}$, amely megfelel a magnézium moláris tömegének, tehát az **A** fém a magnézium.

A **B** fém-nitrát bomlása többféle is lehet. Előfordulhat, hogy egy fém-nitrát fém-nitritre és oxigénre bomlik. Ekkor azonban nem kapunk gázelegyet termékként, ahogyan azt a feladat írja, tehát ez az út nem vezet megoldáshoz.

Vizsgáljuk második lehetőségként azt az esetet, hogy a fém-nitrát fém-oxidra, nitrogén-dioxidra és oxigénre bomlik! Ekkor a reakció általános egyenlete, feltételezve, hogy a fém-nitrátban az Y -nal jelölt fém oxidációs száma m :



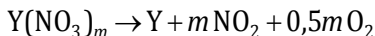
A visszamaradó szilárd anyag (Y_2O_m) tömege a feladat szövege alapján 0,635 g. A keletkező oxid anyagmennyisége az egyenlet alapján éppen fele a kiindulási nitrát anyagmennyiségének, ez alapján a következő írható fel:

$$n(Y_2O_m) = 0,5 \cdot n(Y(NO_3)_m)$$

$$\frac{0,635 \text{ g}}{2M_Y + m \cdot 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1,00 \text{ g}}{M_Y + m \cdot 62,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

Ebből $M_Y = 85,96 \cdot n \text{ g/mol}$ adódik. Az egyenletet vizsgálva nem kapunk semmilyen n egész szám esetén kémiaiag helyes megoldást, tehát a kiindulási feltételezésünk hibás volt, a fém-nitrát nem fém-oxidra, nitrogén-dioxidra és oxigénre bomlik.

Harmadik lehetőségként tekintsük azt az esetet, hogy a fém-nitrát elemi fémmre, nitrogén-dioxidra és oxigénre bomlik! Ekkor a reakció általános egyenlete:



A visszamaradó szilárd Y fém tömege $0,635 \text{ g}$, melynek anyagmennyisége megegyezik a kiindulási fém-nitrát anyagmennyiségével, ez alapján a következő írható fel:

$$n(Y) = n(Y(\text{NO}_3)_m)$$

$$\frac{0,635 \text{ g}}{M_Y} = \frac{1,00 \text{ g}}{M_Y + m \cdot 62,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

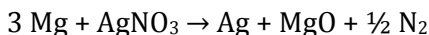
Ebből $M_Y = 107,9 \cdot n \text{ g/mol}$ adódik. Ebből $n = 1$ esetén éppen az ezüst moláris tömegét kapjuk, tehát a kiindulási fém-nitrát az ezüst-nitrát volt. Ellenőrzésképpen számítsuk ki, hogy $1,00 \text{ g}$ ezüst-nitrát bomlása során közelítőleg mekkora térfogatú standard légköri nyomású, 25°C -os gázkeverék képződik! $1,00 \text{ g AgNO}_3$ anyagmennyisége $5,886 \text{ mmol}$, ebből a bomlás másfélszer ennyi, azaz $8,829 \text{ mmol}$ gáz képződik, melynek térfogata a $24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}$ moláris térfogat értékkel számolva kb. 216 cm^3 , amely megfelel a feladatban írt hozzávetőleg 215 cm^3 -es értéknek.

(Megjegyzés: A fém-nitrát képletére az alábbiak alapján is következtethetünk: a keletkező gázkeverék anyagmennyisége $8,829 \text{ mmol}$, míg tömege $0,365 \text{ g}$. Ebből a keverék átlagos moláris tömege $41,34 \text{ g/mol}$. Feltételezve, hogy a nitrát bomlásakor oxigén és nitrogén-dioxid keletkezik, felírható az alábbi összefüggés:

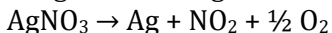
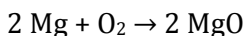
$$x \cdot 32,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + (1 - x) \cdot 46,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 41,34 \text{ g}$$

Ebből $x = 0,3333 \text{ mol}$ adódik, azaz $1,000 : 2,000$ arányban keletkezik a bomlás során oxigén és nitrogén-dioxid, tehát elegendő a fent vizsgált két eset közül csak a másodikat tekinteni!

b) Vizsgáljuk a továbbiakban az **A** és **B** anyag, azaz a Mg és az AgNO_3 egy csepp víz hatására bekövetkező reakcióját! 100,0 g sztöchiometrikus keveréket véve abban a feladat adata alapján 30 g Mg és 70 g AgNO_3 található. Az előbbi anyagmennyisége 1,23 mol, míg az utóbbié 0,412 mol, tehát gyakorlatilag 3 : 1 arányban reagál egymással a magnézium és az ezüst-nitrát. Vegyünk ezért a továbbiakban 3,00 mol Mg-ot és 1,00 mol AgNO_3 -ot. Ezek tömege összesen $(3 \cdot 24,31 + 169,9) \text{ g} = 242,8 \text{ g}$. A tömegcsökkenés 5,77 %-os, azaz $242,8 \cdot 0,0577 \text{ g} = 14,01 \text{ g}$. Ez éppen egy fél mol nitrogéngáz tömege, azaz 3,00 mol Mg és 1,00 mol AgNO_3 reakciójakor 0,500 mol N_2 távozik. Ez alapján a reakció feltételezhető egyenlete:



A feladatban említett további reakciók egyenletei:



A pontszámok átlaga 7,9 pont, hibátlan megoldást 8 tanuló küldött be. Gyakori hiba volt, hogy a fém-nitrát képletének meghatározása során a megadott két adat (tömegcsökkenés, illetve a fejlődött gázkeverék térfogata) közül csak az egyiket vették figyelembe a megoldók. Továbbá több esetben is a rubídium-nitrát jött ki megoldásnak, ez a hiba egy ellenőrzéssel könnyen kiküszöbölhető lett volna.

(Vörös Tamás)

H222. a) A feladatrész szövege a 18 elektron szabályra utalt. Sok esetben azok az átmenetifém-komplexek stabilak, melyekben a fématom vegyértékelektronjainak és a ligandumok által donált elektronoknak a száma a komplex töltését is figyelembe véve 18, tehát telítettek a molekulapályák. A komplex elektronszerkezete ekkor hasonló a megfelelő periódusbeli nemesgáz elektronszerkezetéhez.

A felsorolt komplexek közül a $\text{V}(\text{CO})_6$ a kivétel, a vanádium 5 vegyértékelektronja mellé a 6 CO összesen $6 \cdot 2 = 12$ elektront ad, ami összesen 17 elektront jelent a 18 helyett.

b) A kobalt kétmagvú karbonilkomplexének képlete: $\text{Co}_2(\text{CO})_8$. A Co atomnak 9 vegyértékelektronja van, 1 elektron jön a fém-fém kö-

tésből, a maradék 8 elektront a kapcsolódó CO molekulák donálják, így minden Co atomhoz 4-4 CO molekula koordinálódik.

A rénum kétmagvú karbonilkomplexének képlete: $\text{Re}_2(\text{CO})_{10}$
A fentiekhez hasonlóan teljesül a 18 elektron szabály: $7+1+5\cdot 2 = 18$, ahol 7 a rénum vegyértékelektronjainak száma.

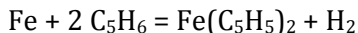
c) A 18 elektron szabályból kiindulva: $18 = x+4\cdot 2+3$, ahol x az ismeretlen fém vegyértékelektronjainak száma, 8 a ligandumok által donált elektronok száma és a komplex a töltése miatt a semlegeshez képest 3 elektronnal többet tartalmaz. A keresett fém vegyértékelektronjainak száma 7, tehát ez a mangán.

A komplex: $[\text{Mn}(\text{CO})_4]^{3-}$

d) A semleges CO ligandumok datív kötést alakítanak ki a fémmel, annak oxidációs állapotát nem befolyásolják. A $[\text{Mn}(\text{CO})_4]^{3-}$ komplexben a mangán oxidációs állapota -3 .

Az egyszeres töltésű karbonilkomplexre felírva a 18 elektron szabályt: $18 = 7+x\cdot 2-1$, amiből $x = 6$. Tehát a mangán koordinációs száma 6, a komplex képlete: $[\text{Mn}(\text{CO})_6]^+$

e) A ferrocén képződésének egyenlete:



A vegyület stabilitása a 18 elektron szabállyal könnyen megmagyarázható. Formálisan két magyarázat is adható. A vasat és a ciklopentadiént is semlegesnek tekintve a vas 8 vegyértékelektronja mellé a két ciklopentadién gyűrű egy-egy H atom leadása után 5-5 elektront donál, így teljesül a 18 elektron szabály. A valósághoz közelebb áll a másik magyarázat, a vas oxidált állapotban van (Fe^{2+}), 6 vegyértékelektronja mellé a ciklopentadienil anion 6-6 elektront donál. A ciklopentadienil anion kiemelt stabilitását az aromaticitás adja, a szerkezet megfelel a Hückel-szabálynak.

A feladatra sok jó megoldás érkezett, az átlagpontoszám 8,2. Néhányaknak problémát okozott az mangán azonosítása a c) feladatrészben, illetve kisebb pontatlanságok előfordultak az elektronszerkezeti szabály megfogalmazásában. Összességében elmondható, hogy könnyűnek bizonyult a feladat, de apróbb hibák miatt kevés hibátlan megoldás érkezett.

(Kiss Dóra Judit)

H223. Az oxosav ezüstsójáról az a legárulkodóbb információ, hogy elemeire bomlik. Azaz az ezüstön és az oxigéneken kívül csak olyan atomot tartalmazhat, mely heves reakció során (robbanás) nem reagál sem az ezüsttel, sem az oxigénnel. Ilyen atomokat csak a nemesfémek vagy a nemesgázok között találunk.

Végignézve a lehetőségeket a szervesetlen vegyületek között, illetve figyelembe véve a megadott 30,07 %-os értéket egyetlen jó megoldás adódik az oxosavra: a H_4XeO_6 , azaz a perxenonsav.

Ennek Na-sója vízmentesen: Na_4XeO_6

Az alábbi kristályvíztartalmú sók ismertek:

$\text{Na}_4\text{XeO}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$; $\text{Na}_4\text{XeO}_6 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$; $\text{Na}_4\text{XeO}_6 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

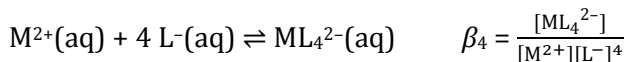
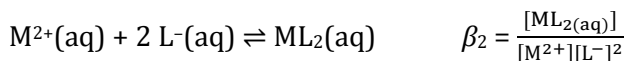
Ezüstsója: Ag_4XeO_6 , mely a következő egyenlet szerint bomlik:



A feladatra 10 hibátlan megoldás érkezett, az átlagpontszám 5,6 volt. Sokan kaptak rossz vegyületet, ami a megadott számadat alapján még helyesnek tűnhetett. Ilyenkor tanácsos könyvekben vagy interneten utánanézni, hogy valóban olyan tulajdonságú-e a kapott vegyület, mint a feladat szövege írja.

(Bacsó András)

H224. Az eleyben fennálló egyensúlyi folyamatok:



A következő koncentrációkat szükséges kifejezni: $[\text{M}^{2+}]$, $[\text{L}^{-}]$, $[\text{ML}_2(\text{aq})]$, $[\text{ML}_4^{2-}]$. A K_d megoszlási állandóból $[\text{ML}_2(\text{aq})]$ egyszerűen megkapható:

$$[\text{ML}_2(\text{aq})] = \frac{[\text{ML}_2(\text{sz})]}{K_d}$$

A két komplexstabilitási állandót összevonva:

$$\beta_4 / \beta_2 = \frac{[\text{ML}_4^{2-}]}{[\text{ML}_2(\text{aq})][\text{L}^-]^2} \quad [\text{ML}_4^{2-}] = \frac{\beta_4 [\text{ML}_2(\text{sz})]}{\beta_2 K_d} [\text{L}^-]^2$$

A fémionra és a ligandumra felírható az anyagmérleg – itt $[\text{ML}_2(\text{sz})]$ négyszeresét kell számba venni a fázisok 1 : 4 térfogataránya miatt:

$$c_M = [\text{M}^{2+}] + [\text{ML}_2(\text{aq})] + 4 \cdot [\text{ML}_2(\text{sz})] + [\text{ML}_4^{2-}]$$

$$c_L = [\text{L}^-] + 2 \cdot [\text{ML}_2(\text{aq})] + 2 \cdot 4 \cdot [\text{ML}_2(\text{sz})] + 4 \cdot [\text{ML}_4^{2-}]$$

Az utóbbiba behelyettesítve $[\text{L}^-]$ -re egy másodfokú egyenletet kapunk:

$$c_L = [\text{L}^-] + \frac{2[\text{ML}_2(\text{sz})]}{K_d} + 8[\text{ML}_2(\text{sz})] + \frac{\beta_4 [\text{ML}_2(\text{sz})]}{\beta_2 K_d} [\text{L}^-]^2$$

Ennek csak egy megoldása fogadható el, mivel a diszkrimináns értékére mindig 1-nél nagyobb érték várható:

$$[\text{L}^-] = \frac{-1 + \sqrt{1 + 16(\beta_4/\beta_2)[\text{ML}_2(\text{sz})] K_d^{-1} \{c_L - [\text{ML}_2(\text{sz})](2 K_d^{-1} + 8)\}}}{8(\beta_4/\beta_2)[\text{ML}_2(\text{sz})] K_d^{-1}}$$

Ezzel már teljesen kifejezhető $[\text{ML}_4^{2-}]$ is:

$$[\text{ML}_4^{2-}] = \frac{\left(-1 + \sqrt{1 + 16(\beta_4/\beta_2)[\text{ML}_2(\text{sz})] K_d^{-1} \{c_L - [\text{ML}_2(\text{sz})](2 K_d^{-1} + 8)\}}\right)^2}{64(\beta_4/\beta_2)[\text{ML}_2(\text{sz})] K_d^{-1}}$$

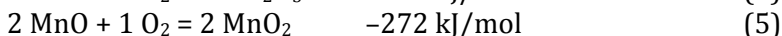
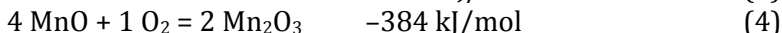
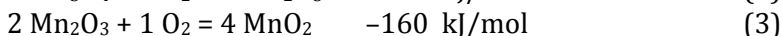
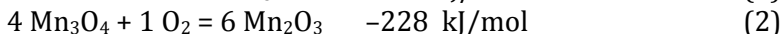
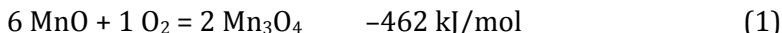
A fémion anyagmérlegéből pedig végül egyszerűen kifejezhető $[\text{M}^{2+}]$:

$$[\text{M}^{2+}] = c_M - [\text{ML}_2(\text{sz})](4 + K_d^{-1}) - \frac{\left(-1 + \sqrt{1 + 16(\beta_4/\beta_2)[\text{ML}_2(\text{sz})] K_d^{-1} \{c_L - [\text{ML}_2(\text{sz})](2 K_d^{-1} + 8)\}}\right)^2}{64(\beta_4/\beta_2)[\text{ML}_2(\text{sz})] K_d^{-1}}$$

A paraméteres feladat nemlineáris egyenletrendszeréből a koncentrációk többféleképpen is kifejezhetők. A megoldók közül ezt egyedül Vörös Zoltán János vette észre, és jegyezte meg. Mivel a feladat túlhatározott, a különféle megoldások más-más eredményekre vezethetnek attól függően, hogy melyik megadott paraméter (β_2 , β_4 , c_M , c_L) marad ki. Erre az egyes kifejezések nem lesznek konzisztensek (pl. negatív koncentráció adódik, nem stimmel a visszahelyettesítés). A fenti megoldás sem tudja ezt kikerülni, ugyanis mindenhol csak a β_4/β_2 arány szerepel a két paramétert összevonva. Viszont ezzel legalább a bemeneti értékek széles tartományában értelmes eredmény várható a kérdéses koncentrációkra.

(Babinszki Bence)

H225. A feladat megoldásához célszerű a bruttó egyenleteket, illetve az egymást követő oxidációs lépések reakcióegyenletét úgy felírni, hogy mindegyik ugyanolyan mennyiségű oxigénre vonatkozzon, mivel az oxigén mennyisége limitálja a teljes oxidációt.



a) Az (1), (4) és (5) egyenlet azt mutatja, hogy ugyanolyan mennyiségű oxigén felhasználása esetén az MnO_2 képződése jár a legkisebb energiefelzabarással. Tehát maximalizálva az MnO_2 mennyiségét, minimalizáljuk az energiefelzabarást. Azaz az összes rendelkezésre álló oxigént MnO_2 előállításra használjuk. 1/3 mól oxigén 2/3 mól MnO -dal reagál és 2/3 mól MnO_2 keletkezik. Az összetétel: 1/3 mól MnO és 2/3 mól MnO_2 (1:2 arány).

b) A maximális energiefelzabarálás stratégiájához az (1), (2) és (3) egyenletet érdemes szemügyre venni. Ennek alapján kiderül, hogy a maximális energiefelzabaráláshoz akkor jutunk, ha a teljes MnO mennyiséget lépésenként oxidáljuk, ameddig rendelkezésre áll oxigén. Így azt kapjuk, hogy a teljes MnO átalakítható Mn_2O_3 oxiddá (Mn_3O_4 nem is marad), keletkezik 1/2 mól Mn_2O_3 és még marad 1/3 – 1/4 = 1/12 mól O_2 . A keletkezett Mn_2O_3 oxidból 1/6 mól továbbalcul 1/3 mól MnO_2 oxiddá, mert ehhez elegendő a megmaradt O_2 . Megmarad 1/2 – 1/6 = 1/3 mól. Így az oxidkeverék összetétele: 1/3 mól Mn_2O_3 és 1/3 mól MnO_2 (1:1 arány).

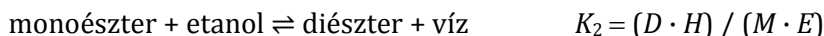
A feladat sokféle gondolatmenettel megoldható. Sokan egyenletrendszert állítottak fel és annak vizsgálatával jutottak el a végeredményre. Ez valóban a legáltalánosabb módja az ilyen szélsőérték-problémák megközelítésének és a gyakorlatban a *lineáris programozás* (más néven *lineáris optimalizálás*) módszereivel lehet hatékonyan kezelni az ilyen kérdéseket.

A feladat pontozása a következőképpen történt: mind az a), mind a b) esetben egy alkalmas gondolatmenet leírása 4 pont, a számítás 1 pont. A pontszámok átlaga 5 pont. Hibátlan megoldást küldött Borsik Bálint, Botlik Bence, Papp Ábrahám, Pusztai Ábrahám, Szobota András, Térmeg

Anita és Vörös Zoltán János. Pontveszteség gyakran abból adódott, hogy sokan az MnO teljes átalakulását feltételezték, ami hibás megoldásokhoz vezetett.

(Stirling András)

H226. Jelöljük a karbonsav koncentrációját A -val, a monoészterét M -mel, a diészterét D -vel, a vizét H -val, míg az etanolét E -vel. Ekkor a következő egyenletek illetve egyensúlyi állandók írhatók fel:



Ha a karbonsav bemérési koncentrációját 1-nek vesszük, akkor az etanol bemérési koncentrációja X . Így:

$$1 = A + M + D$$

$$X = E + M + 2 \cdot D$$

A monoészter koncentrációja: $M = 1 - (D + A)$. A $(D + A)$ kifejezésre nincs más összefüggés, azonban $(D \cdot A)$ -ra le tudunk vezetni egyet a két egyensúlyi állandó hányadosából:

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{D \cdot H}{M \cdot E} \cdot \frac{A \cdot E}{M \cdot H} = \frac{D \cdot A}{M^2}$$

Látható, hogy a $D \cdot A$ szorzat kapcsolatban van M -mel:

$$M^2 = \frac{K_1}{K_2} \cdot D \cdot A$$

Az M tehát akkor maximális, ha a $D \cdot A$ szorzat maximális, erre viszont tudunk egy felső becslést mondani a számtani és mértani közepek közötti egyenlőtlenség alapján:

$$D \cdot A \leq \left(\frac{D + A}{2} \right)^2$$

Egyenlőség csak akkor állhat fent, ha $D = A$. Ez azt jelenti, hogy ugyanannyi diészter keletkezett, mint amennyi szabad dikarbonsav maradt. Ha a keletkező víz koncentrációját nézzük, akkor könnyen belátható, hogy ennek értéke 1 lesz, hiszen:

$$H = M + 2 \cdot D = M + D + D = M + D + A = 1$$

Az etanol koncentrációja is kifejezhető egyszerűbben:

$$E = X - (M + 2 \cdot D) = X - (M + A + D) = X - 1$$

A két egyensúlyi állandó szorzatából pedig a következő összefüggés nyerhető ($H = 1$ és $D = A$ miatt):

$$K_1 \cdot K_2 = \frac{M \cdot H}{A \cdot E} \cdot \frac{D \cdot H}{M \cdot E} = H^2 \cdot \frac{D}{A} \cdot \frac{1}{E^2} = \frac{1}{E^2}$$

Azaz E kifejezhető a két egyensúlyi állandóval:

$$E = \frac{1}{\sqrt{K_1 \cdot K_2}}$$

Innen X értéke kifejezhető könnyen:

$$X = E + 1 = 1 + \frac{1}{\sqrt{K_1 \cdot K_2}}$$

M értékét pedig valamelyik egyensúlyi állandóból lehet kifejezni:

$$M = K_1 \cdot \frac{A \cdot E}{H} = K_1 \cdot A \cdot \frac{1}{\sqrt{K_1 \cdot K_2}} = A \cdot \sqrt{K_1/K_2}$$

Mivel $M = 1 - 2 \cdot A$, ezért $A = (1 - M)/2$. Ezt behelyettesítve a fenti egyenletbe a következő kifejezés kapható:

$$2 \cdot M = \sqrt{K_1/K_2} - M \cdot \sqrt{K_1/K_2}$$

Majd átrendezve kifejezhető M is csak a két egyensúlyi állandó függvényében:

$$\begin{aligned} M \cdot (2 + \sqrt{K_1/K_2}) &= \sqrt{K_1/K_2} \\ M &= \frac{\sqrt{K_1/K_2}}{2 + \sqrt{K_1/K_2}} = \frac{1}{2 \cdot \sqrt{K_2/K_1} + 1} \end{aligned}$$

Tehát kifejeztük X -et és M -et a két egyensúlyi állandó függvényében, így a feladat kérdéseire adott válaszok:

a)

$$X = 1 + \frac{1}{\sqrt{K_1 \cdot K_2}} = 1 + \frac{1}{\sqrt{20 \cdot 20}} = 1 + \frac{1}{20} = 1,05$$

$$y = \frac{M}{1} = \frac{1}{2 \cdot \sqrt{K_2/K_1} + 1} = \frac{1}{2 \cdot \sqrt{20/20} + 1} = \frac{1}{3}$$

Tehát a $X = 1,05$ esetén kapható a legtöbb monoészter, és az elérhető legjobb termelés 33,3%.

$$b) X = 1 + \frac{1}{\sqrt{K_1 \cdot K_2}} \quad \text{és} \quad y = \frac{1}{2 \cdot \sqrt{K_2/K_1} + 1} \quad \text{azaz} \quad \frac{100}{2 \cdot \sqrt{K_2/K_1} + 1} \%$$

A feladatot meg lehet oldani úgy is, hogy kifejezzük a monoészter koncentrációját, és megkeressük a kifejezés szélsőértékét deriválás segítségével, ez is maximális pontszámot ért. Egyéb esetekben gyorsan harmad- illetve negyedfokú paraméteres egyenletekbe futottak a megoldók, és a bonyolult képletek alakításakor gyakran csúszott be hiba.

A feladatra 4 hibátlan megoldás érkezett, az átlagpontszám 4,3 volt. Különösen szép megoldást küldött be Virágh Anna és Papp Ábrahám.

(Bacsó András)

H227. Jelöljük az elemeket A, B, C-vel, vegyértékeiket a , b , c -vel. Így a három vegyület képlete: A_bB_a , B_cC_b , A_cC_a . A feladatban megadott tömegszázalékos adatokhoz az alábbi összefüggéseket tudjuk felírni:

$$\frac{bM(A)}{bM(A) + aM(B)} = 0,75$$

$$\frac{cM(B)}{cM(B) + bM(C)} = 0,078$$

$$\frac{M(A)}{a} = 3 \frac{M(B)}{b}$$

$$\frac{M(C)}{c} = 11,8 \frac{M(B)}{b}$$

Ezekből a relációkból az alábbi egyenleteket kapjuk:

$$\frac{M(C)}{c} = 3,93 \frac{M(A)}{a}$$

$$\frac{aM(C)}{cM(A) + aM(C)} = \frac{\frac{M(C)}{c}}{\frac{M(A)}{a} + \frac{M(C)}{c}} = \frac{3,93}{1 + 3,93} = 0,798$$

Vagyis a C tömegszázaléka az A-val képzett vegyületében 79,8 %.

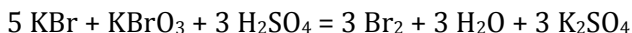
Láthatjuk, hogy a feladatban az $M(B)/b$ arány a legkisebb. Számos elemet figyelembe véve, aminek kicsi az atomtömeg/vegyérték aránya, könnyen rájöhethetünk, hogy a B elem a szén: $M = 12$ g/mol, $b = 4$, ebből

következően az A elem az alumínium: $M = 27 \text{ g/mol}$, $a = 3$, és a C elem a klór: $M = 35,5 \text{ g/mol}$, $c = 1$. Így a biner vegyületek: Al_4C_3 , CCl_4 , AlCl_3 .

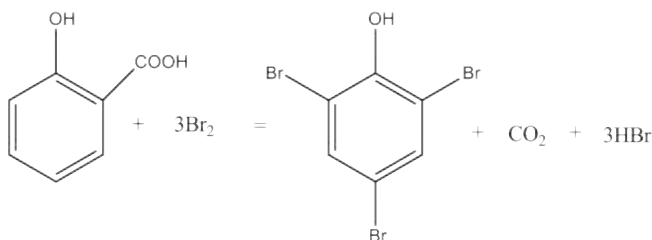
(Jó megoldást ad még a Ti, C, H elemhármas is, itt azonban a TiH_4 nem tekinthető sztöchiometrikus vegyületnek, így ez a válasz 75 %-os megoldást jelentett a pontozás során)

(Rutkai Zsófia)

H228. a)



Az acetyl-szalicilsav nem reagál brómmal, míg a szalicilsav igen.



100,0 ml oldatban található 0,5950 g KBr ($5 \cdot 10^{-3}$ mol), és 0,1670 g KBrO_3 ($1 \cdot 10^{-3}$ mol), ami épp a sztöchiometrikus bromid/bromát aránynak felel meg. A kivett 20 ml oldatban $0,2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 1 \cdot 10^{-3}$ mol KBr és $0,2 \cdot 1 \cdot 10^{-3}$ mol KBrO_3 volt, amiből $6 \cdot 10^{-4}$ mol Br_2 keletkezik.

Az elreagáló bróm arzenittal mérhető vissza:



$9,93 \text{ cm}^3$ NaAsO_2 -oldat $0,02015 \text{ mol/dm}^3 \cdot 9,93 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 2,0 \cdot 10^{-4}$ mol NaAsO_2 -et tartalmaz, mely 1:1 arányban reagál brómmal, vagyis a feleslegben maradt bróm mennyisége $2,0 \cdot 10^{-4}$ mol.

Az elreagáló bróm mennyisége $6,0 \cdot 10^{-4} - 2,0 \cdot 10^{-4} = 4,0 \cdot 10^{-4}$ mol. A Br_2 és a szalicilsav 3:1 arányban reagálnak egymással. Tehát 25 ml-ben $1,33 \cdot 10^{-4}$ mol, míg 250 ml-ben $1,33 \cdot 10^{-3}$ mol szalicilsav volt. Vagyis 0,1842 g a 4,4035 g-os tablettában, ami 4,18% szalicilsavnak felel meg, ami túllépi a megengedett 0,3%-ot.

b) A bróm keletkezésével járó reakció lejátszódásának irányára az egyensúlyi állandó nagyságából következtethetünk. Az egyensúlyi ál-

landóra pedig megkaphatjuk, ha felírjuk, hogy függ a reakció oxidációs, illetve redukciós lépésének potenciálja a koncentrációktól.

$$E_{\text{bromát/bróm}} = 1,52 \text{ V} + \frac{RT}{10F} \ln \frac{[\text{BrO}_3^-]^2 [\text{H}^+]^{12}}{[\text{Br}_2]}$$

$$E_{\text{bróm/bromid}} = 1,09 \text{ V} + \frac{RT}{2F} \ln \frac{[\text{Br}_2]}{[\text{Br}^-]^2}$$

Egyensúlyban a két potenciál megegyezik:

$$1,52 \text{ V} + \frac{RT}{10F} \ln \frac{[\text{BrO}_3^-]^2 [\text{H}^+]^{12}}{[\text{Br}_2]} = 1,09 \text{ V} + \frac{RT}{2F} \ln \frac{[\text{Br}_2]}{[\text{Br}^-]^2}$$

Ebből az összefüggésből megkapható a reakció egyensúlyi állandója:

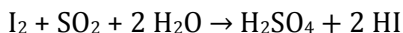
$$1,52 \text{ V} - 1,09 \text{ V} = \frac{RT}{10F} \ln \frac{[\text{Br}_2]^6}{[\text{BrO}_3^-]^2 [\text{H}^+]^{12} [\text{Br}^-]^{10}} = \frac{RT}{10F} \ln K$$

Egy ilyen, több koncentrációtól függő egyensúlyban nem egyértelmű megmondani, mikor tekintjük úgy, hogy a reakció lejátsszódik. A feladat szerzői azt választották, hogy az egyensúlyi állandó brómtartalmú specieszeket tartalmazó része, a látszólagos, pH-függő egyensúlyi állandó ($K[\text{H}^+]^{12}$) értéke legyen 1. Ez, mint a behelyettesítés után kiderül, 6,07 pH alatti kémhatás esetén áll fenn. Ez nyilván csak egy közelítés, valamennyi bróm nyilván megjelenik e pH felett is

A feladat sok szép megoldás született. A b) résznél a megoldókulcsban feltüntetett gondolatmeneten túl minden értelmes kritériumot elfogadtunk.

(Dénes Nóra)

H229. a) Az alapreakció rendezett egyenlete:



Karl Fischer kémszerében a piridin a bázis szerepét tölti be, mivel megköti a reakcióban keletkező savakat (H_2SO_4 , HI), és közömbösíti őket.

b) 1 l reagensoldat $49/(2 \cdot 127) = 0,193$ mol jódot, $38,5/64 = 0,602$ mol kén-dioxidot és $158/79 = 2,0$ mol piridint tartalmaz (a metanol biztosan feleslegben van). Mivel ezek az anyagok a megadott folyamatok

alapján 1 : 1 : 1 : 3 arányban reagálnak egymással, a jód mennyisége határozza meg a hatóértéket. A Fischer-reagensben a jód 1 : 1 arányban reagál a vízzel (szemben az alapreakcióval), tehát egy liternyi oldat $0,193 \cdot 18 = 3,47$ g vízzel. Így az oldat egy ml-je elvben 3,5 mg vizet mér.

c) Az 1 térfogatszázaléknyi vizes 5 g metanol (a tiszta metanol sűrűségével közelítve) $5/0,7918 \cdot 0,01 \cdot 1,0 = 63,1$ mg vizet tartalmaz, amire 19 ml reagens fogyott. Eszerint a reagensoldat valódi hatóértéke $63,1/19 = 3,3$ mg/ml.

d) $2 I^- \rightarrow I_2 + 2 e^-$ elektródreakció alapján és a Faraday-törvény alkalmazásával $Q \cdot M / (z \cdot F) = 375,3 \cdot 18 / (2 \cdot 96500) = 35,0$ mg vizet tartalmaz a 10,0 g-os olajminta, ami 0,35 m/m%-os víztartalmú.

e) A minta víztartalmára $567,2 - 31,1 = 536,1$ C töltés fogyott, ami az előzőek szerint $536,1 \cdot 18 / (2 \cdot 96500) = 0,05000$ g vízzel egyenértékű. A cukorminta tömeg- és móltörtje vízre, ill. cukorra (azaz szacharózra):

$$w(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,050}{1,000} = 0,050 \quad w(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = \frac{1,000 - 0,050}{1,000} = 0,950$$

$$x(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,050/18}{0,950/342 + 0,050/18} = 0,50 \quad x(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 0,50$$

Az átlagpontszám 8,43. Az a) részben sokan figyelmetlenségből a Fischer-reagens egyenletét rendezték az alapreakció helyett, amiért nem járt pont. Az e) feladatrészben pedig többen monoszacharidnak vették a cukrot, valamint előfordult a cukor/víz tömeg-, ill. mólarány megadása is. Mivel ennek a kiírása nem volt teljesen egyértelmű, ezért elfogadtuk ezen megoldásokat is.

(Babinszki Bence)

H230. a) Abból hogy a harmadik alkotója az ismeretlennek az égetés után gáz-halmazállapotú lesz, és $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -val csapadékot ad, rá lehetett jönni arra, hogy ez az elem a kén. Tehát a csapadékok $\text{BaSO}_3/\text{BaSO}_4$ és BaCO_3 . Az állás során a levegő oxigénje oxidálja a szulfitionokat szulfátionokká. Ebből a tömegnövekedésből ki lehetett számolni a kén anyagmennyiségét a gázban: $(3,171 - 3,075) = 0,096$ g oxigén. Ezzel egyenlő anyagmennyiségű kén volt a gázban. $0,096 \text{ g}/16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 6 \text{ mmol}$. A bárium-karbonát tömege ebből már egyszerűen kiszámítható: $0,006 \text{ mol} \cdot 217,4 \text{ g/mol} = 1,304 \text{ g}$.

Ez a bárium-szulfid tömege. Ezt kivonjuk a csapadék teljes tömegéből, és elosztjuk a bárium-karbonát moláris tömegével, és megkapjuk a szén-dioxid anyagmennyiségét a gázban.

$$(3,075 \text{ g} - 1,304 \text{ g}) / 197,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 9 \text{ mmol.}$$

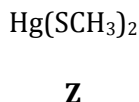
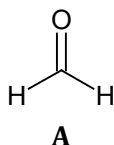
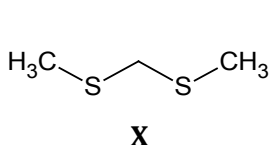
Ezeknek a duplája van a vegyületben, mert a gázt két részre osztottuk. Ha ezeket kivonjuk az elégetett minta tömegéből, megkapjuk a hidrogén anyagmennyiségét:

$$0,648 \text{ g} - 0,012 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} - 0,018 \cdot \text{mol} \cdot 12 \text{ g/mol} = 0,048 \text{ g}$$

Tehát 48 mmol hidrogén van a mintában. Az elemek aránya

$$n(\text{S}):n(\text{C}):n(\text{H}) = 12:18:48$$

A képlet: $\text{C}_3\text{H}_8\text{S}_2$. A szerkezetre az ezüsttükörpróbából lehet következtetni, ahol 0,432 g (4 mmol) ezüst vált le. Ez 2 mmol aldehiddel vagy 1 mmol formaldehiddel tud elreagálni. A 0,108 g (1 mmol) ismeretlenből tehát olyan anyagnak kell keletkeznie, amiben két formilcsoport van. Ez az összegképlet miatt csak a formaldehid lehet. A lehetséges konstitúciókat felírva észrevehetjük, hogy a 2,4-ditiopentán az egyetlen lehetséges, mert ez savas közegben formaldehidre és metilmerkaptánra hidrolizál, ami csapadékot ad higannyal. Tehát a konstitúciók:



b) A csapadék 0,108 g (1 mmol) anyag hidrolízisekor keletkezik, azonos anyagmennyiségben.

$$m = 1 \text{ mmol} \cdot 294,6 \text{ mg/mmol} = 294,6 \text{ mg}$$

A feladat elég könnyűnek bizonyult, 13-an küldtek be hibátlan megoldást. Az átlagpontszám 7,83 volt.

(Borsik Gábor)

A 2014/2015. tanév pontversenyeinek végeredménye

Az alábbiakban közöljük az egyes kategóriákban kiemelkedő eredményt elért diákok névsorát. (Elektronikus úton minden résztvevő megkapta a pontszámát és elért helyezését.)

Május 15-én minden kategória első három helyezettje (kiegészülve a Keresd a kémiát! és a fordítási versenyek három-három legjobb megoldójával) ünnepélyes keretek között vehette át jutalmát a Magyar Kémikusok Egyesülete elnökétől.

Gratulálunk az eredményekhez és bízunk benne, hogy a jövő tanévben ismét sokan belevágnak a feladatmegoldásba!

A pontverseny (9. osztály)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Fraknói Ádám Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekné Becz Beatrix	191,25
2	Takács Boglárka Budapesti Fazekas Mihály Ált. Isk. és Gimnázium	Dr. Keglevich Kristóf	143
3	Ifju Mandula Tatabányai Árpád Gimnázium	Dr. Máté Marianna	113,5

A pontverseny (10. osztály)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Hegyi Krisztina Janus Pannonius Gimnázium, Pécs	Vargáné Bertók Zita	175,75
2	Nagy Bálint Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekné Becz Beatrix	170
3	Takács Péter György Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	Nagy István	146.25
4	Szabó Renáta Katona József Gimnázium, Kecskemét	Tóth Zsolt	138.5
5	Simon Dávid Péter Szent Bazil Oktatási Központ, Hajdúdorog	Dr. Pénzeli Péter	121.25

K pontverseny (9-10. osztály)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Balbisi Mirjam Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekne Becz Beatrix	179,25
2	Zajác Miklós Lovassy László Gimnázium, Veszprém		175,75
3	Nagy Bálint Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekne Becz Beatrix	163,63
4	Semperger Zsolt Budapesti Fazekas Mihály Ált. Isk. és Gimnázium	Dr. Keglevich Kristóf	157,25
5	Sebő Tamás ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium	Villányi Attila	140,5
6	Major Ábel Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc	Endrész Gyöngyi	135

K pontverseny (11-12. osztály)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Baglyas Márton Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	Nagy István	189,5
2	Gábor Gergő Eötvös József Ált. Isk. és Gimnázium, Nyíregyháza	Sarka Lajos	186,5
3	Várda Ernák Ferenc Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs	Mostbacher Éva, Petz Andrea	181,25
4	Schneiker Anita Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	Dr. Miklós Endréné	179,5
5	Koch Lilla Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	Dr. Miklós Endréné	177,75
6	Veres Bence Székács József Evangélikus Gimnázium, Orosháza	Fazekas András	173,25
7	Bodroghy Kristóf Szent István Gimnázium, Budapest	Dr. Borbás Réka	171,5
8	Kozma Márton Szent István Gimnázium, Budapest	Dr. Borbás Réka	163,25
9	Olasz Vivien Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg	Tölgyesné Kovács Katalin, Halmi László	161,25
10	Hegy Zoltán Janus Pannonius Gimnázium, Pécs	Vargáné Bertók Zita	159,5

H pontverseny

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Vörös Zoltán János Váci Mihály Gimnázium, Tiszavasvári	Bényei András	190,5
2	Papp Ábrahám Ciszterci Szent István Gimnázium, Székesfehérvár	Rideg Gabriella	183
3	Stenczel Tamás Károly Török Ignác Gimnázium, Gödöllő	Karasz Gyöngyi, Kalocsai Ottó	176,25
4	Perez-Lopez Áron ELTE Apáczai Csere János Gyakorló gimnázium	Villányi Attila	173,25
5	Baglyas Márton Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	Nagy István	171
6	Barnicskó László Balázs ELTE Apáczai Csere János Gyakorló gimnázium	Czédulás Katalin, Sebő Péter, Villányi Attila	166,75
7	Bajczi Levente Török Ignác Gimnázium, Gödöllő	Karasz Gyöngyi, Kalocsai Ottó	164,25
8	Térmege Anita Eötvös József Gimnázium, Budapest	Ferenczyné Molnár Márta	163,5
9	Virágh Anna Vörösmarty Mihály Gimnázium, Érd	Versits Livia	163
10	Botlik Bence ELTE Apáczai Csere János Gyakorló gimnázium	Villányi Attila	160
11	Kotschy András ELTE Apáczai Csere János Gyakorló gimnázium	Villányi Attila	159,75
12	Szobota András Fráter György Kat. Gimnázium, Miskolc	Fóris Tímea, Juhász Attila	157,25