

GONDOLKODÓ



Feladatok kezdőknek

*Szerkesztő: Borbás Réka és Zagyi Péter
(rborbas02@gmail.com, zagyi.peter@gmail.com)*

Megoldások

K181. A láng magjában gyorsan megforgatott gyufaszál csak a láng szélénél, a „nem világító szegély” mentén pörkölődik meg (szenesedik el). A kanóc (a nehézségi erőt legyőzve) a hajszálcsöveség segítségével parányi mennyiségben juttatja a lángtér magasságába az alul megolvadt paraffint. A láng magjában uralkodó hőmérsékleten a paraffin elpárolog. A párolgás – a paraffinmolekulákat összetartó, összeadódó jellegű diszperziós erők legyőzése – energiaigényes folyamat. Ezért alakul ki a láng széléhez viszonyítottan alacsony hőmérséklet a magban. A „felfűvódó” paraffingőz kiszorítja a levegőt a láng magjából, ezért ebben az oxigénmentes zónában nem játszódik le égés. A paraffingőz kivezethető a magból. Az elfűjt gyertya fehér színű „füstje” is parányi paraffinszemcséket tartalmaz. Ez a levegővel alkotott keverék egy égő gyufaszállal meggyújtható, és ilyenkor a láng a „füstön” végighaladva a kanócra „pattan”.

Oldalról, a nem világító szegély közelében 1-2 milliméterre lobban lángra a gyufaszál. A világító burokból kifelé haladó, bomlást vagy részleges oxidációt szenvedő termékek ebben a zónában találkoznak a friss levegővel (az oxigénnel). A reakciózóna közelében, a tökéletes égés színhelyén a legmagasabb a hőmérséklet. A forró égéstermékek, valamint az energia-eloszlás következtében felmelegedő levegő – kisebb sűrűségének köszönhetően – felfelé száll. Ezért a láng felett még 3-4 cm távolságban is olyan magas hőmérséklet uralkodik, hogy a gyufaszál „feje” lángra lobban.

A gyertya égése szemléletesen érzékelteti, hogy a láng kialakulásának feltétele a párolgás. A lángtérben – több lépésben – a gáz-halmazállapotúvá vált paraffin ég el. A lángban a reakciópartnerek molekuláris szinten keverednek el. Az oxidáció ilyen esetben homogén, gázfázisú reakció. Megjegyezzük, hogy a kolloidális eloszlású szilárd szemcsék (aeroszok) égése is lángtüneménnyel jár. A gyertya „füstjéhez” hasonlóan a levegőben eloszlott liszt is látványos lángot vet.

(Róka András)

K182. a) Az ideális gáztörvényt felhasználva számítsuk ki 1 mol H_2 gáz térfogatát a feladat adatait ($p = 750 \text{ bar} = 75000 \text{ kPa}$, $T = 25 \text{ }^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$) felhasználva:

$$pV = nRT$$

$$75000 \text{ kPa} \cdot V = 1 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}$$

$$V = 3,303 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3$$

1 mol H_2 tömege 2,016 g, tehát a gáz sűrűsége ezek alapján:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{2,016 \text{ g}}{3,303 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3} = 61,0 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$$

b) Az ideális gáztörvényt a $V/n = V_m$ helyettesítéssel átrendezve:

$$\frac{pV_m}{RT} = 1$$

Tehát ideális viselkedés esetén a feladatban írt egyenlőség jobb oldala konstans érték, 1 lenne.

c) A feladat adatait behelyettesítve a megfelelő képletbe:

$$\begin{aligned} \frac{pV_m}{RT} &= \frac{75000 \text{ kPa} \cdot V_m}{8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}} = \\ &= 1 + 5,30 \cdot 10^{-6} \text{ kPa}^{-1} \cdot 75000 \text{ kPa} + 3,41 \cdot 10^{-12} \text{ kPa}^{-2} \cdot (75000 \text{ kPa})^2 \end{aligned}$$

$$\text{Ebből } V_m = 4,68 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$$

1 mol gáz tömegét behelyettesítve a sűrűségre az alábbi érték adódik:

$$\rho = \frac{2,016 \text{ g}}{4,68 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3} = 43,1 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$$

d) Mivel a szükséges levegő mennyiségét a H_2 anyagmennyisége szabja meg, amely független attól, hogy a gáz viselkedését ideálisnak tekintjük-e vagy sem, ezért a hiba 0 %.

A feladatra összesen 16 megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 7,4 pont. Hibátlan megoldást küldött be Baglyas Márton, Koch Lilla, Márton Boldizsár és Volford András. Legtöbb hiba a d) feladatrésszel kapcsolatban volt, itt sokan kiszámolták azt, hogy mekkora a H_2 gáz térfogata ideális, illetve nem ideális esetben, és ehhez képest nézték a szükséges levegő mennyiségét. Emellett gyakori hiba volt a bar helytelen átváltása kPa-ba (1 bar = 100 kPa, 1 atm = 101,3 kPa) és esetenként a mértékegységek hiánya.

(Vörös Tamás)

K183. a) A CO_2 -t valamilyen erősen lúgos anyagon [NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$] való átvezetéssel lehet megkötni, ez a megoldások többségében helyesen szerepelt.

A vízgőz megkötésére több helyen javasolták a hűtést, ami nem a legjobb megoldás. Ugyanis például 0°C -on a víz egyensúlyi gőznyomása 611 Pa, azaz a kondenzált vízzel egyensúlyban lévő gázelegyben még mindig van kb. 0,6 % vízgőz. Jobb, ha valamilyen higroszkópos anyagon (száraz CaCl_2 , tömény H_2SO_4) vezetjük át a gázelegyet.

Az O_2 megkötése valamilyen oxidációs reakcióval lehetséges. Többen sztöchiometrikus mennyiségű H_2 vagy CO elégetését javasolták, azonban nem tudjuk mennyi a sztöchiometrikus mennyiség. Ezeket a gázokat feleslegben alkalmazva a felesleget eltávolítani pedig szintén nehéz. Olyan anyagot célszerű elégetni, aminek a feleslegét, illetve az égéstermékeket is könnyen el tudjuk távolítani. Ez lehet pl. foszfor, szén, kén, réz (izzó rézdrót formájában).

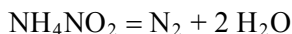
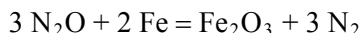
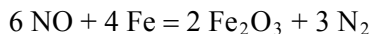
b) A nitrogént ideális gáznak tekintve:

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{m}{M} \frac{RT}{p} = \frac{2,3102 \text{ g}}{28,04 \text{ g/mol}} \frac{8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 293 \text{ K}}{101325 \text{ Pa}}$$

$$= 1,984 \text{ dm}^3 \approx 2 \text{ dm}^3$$

A kérdés megfogalmazása („hozzávetőleg mekkora térfogatú...”) is mutatja, hogy itt becslésről van szó. Ennél pontosabban nincs értelme megadni a végeredményt, hiszen nem tudjuk pontosan a hőmérsékletet („szobahőmérséklet közelében”), ráadásul az ideális gáz közelítést is alkalmaztuk.

c) A helyesen rendezett egyenletek:



d) Az 1890-es években az elektronszerkezeten, a párosítatlan elektronok miatti nagy reakciókészségen alapuló magyarázatok nem voltak elképzelhetők. Az ekkor ismert gázok azonban elemi állapotban mind kétatomosak voltak, és normál körülmények között nem disszociáltak. Egy további érv az, hogy egy kémiai reakcióban előállított nitrogénnek nem szabad(na) különböznie a levegőből nyert nitrogéntől.

e) A levegőből előállított nitrogén Rayleigh szerint tiszta N_2 , ezért az anyagmennyisége:

$$\frac{2,3102 \text{ g}}{28,014 \text{ g/mol}} = 0,082466 \text{ mol}$$

A „kémiai” nitrogénben ugyanennyi molekulának (illetve atomnak) kellett lennie összesen, mert a nyomásuk, térfogatuk és hőmérsékletük megegyezett. x mol N atom és $(0,08246 - x)$ mol N_2 molekula esetén a gáz tömegére felírható:

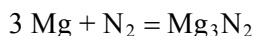
$$14,007x + 28,014 \cdot (0,082466 - x) = 2,2990$$

amiből $x = 7,996 \cdot 10^{-4}$ mol.

Mivel a disszociáció során 1 mol N_2 -ből 2 mol N atom keletkezik, ezért a disszociáció előtt $0,082466 - x + 0,5x = 0,08206$ mol N_2 volt, aminek $0,5x/0,082066 = 0,487$ %-a disszociált.

A leggyakoribb hiba ebben a feladatrészben az volt, hogy a N atomok anyagmennyiségének meghatározása után nem vették figyelembe, hogy az feleannyi anyagmennyiségű N_2 molekula disszociációjából keletkezik.

f) A magnézium és a nitrogén reakciója:



g) Rayleigh mérése szerint a száraz levegő $65,0/7925 = 0,82$ %-a argon, mai ismereteink szerint ez $0,93$ %.

h) Itt szintén az átlagos moláris tömeg és a gázok tömege közötti egyenes arányosságot használhatjuk fel. Mivel közben meggyőzték Rayleigh-t, hogy a kémiai úton előállított nitrogén a tiszta N_2 , ezért a $2,2990$ g-os tömeghez tartozik a $28,014$ g/mol moláris tömeg.

A 7925 cm^3 száraz levegőben $7925 \text{ cm}^3 \cdot 0,78 = 6181,5 \text{ cm}^3$ N_2 és $65,0 \text{ cm}^3$ argon volt. Az első kísérletben előállított nitrogén-argon gázelegy átlagos moláris tömege (z-vel jelölve az argon moláris tömegét):

$$\begin{aligned}\overline{M} &= \frac{65,0 \cdot z + (6181,5 - 65,0) \cdot 28,014}{6181,5} = \\ &= 0,010515z + 27,7194\end{aligned}$$

A felírható aránypár:

$$\frac{2,3102}{2,2990} = \frac{0,010515z + 27,7194}{28,014}$$

amiből $z = 41$ g/mol.

(Kiss Péter)

K184. a) 1 mol $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ tömege $203,2$ g. Ennek $10,50$ %-a $21,336$ g, ez az eltávozott H_2O tömege. Ennek anyagmennyisége $1,185$ mol, tehát a termék átlagosan $6 - 1,185 = 4,815$ mol kristályvizet tartalmaz. A termék tapasztalati képlete tehát: $MgCl_2 \cdot 4,815H_2O$.

b) A molarányt könnyen meghatározhatjuk:

$$\begin{aligned}x_{\text{hexahidrát}} \cdot 6 + (1 - x_{\text{hexahidrát}}) \cdot 4 &= 4,185 \\ x_{\text{hexahidrát}} &= 0,407 \\ (1 - x_{\text{hexahidrát}}) = x_{\text{tetrahydrát}} &= 0,593\end{aligned}$$

Ebből a tömegek aránya:

$$\frac{m_{\text{hexahidrát}}}{m_{\text{tetrahydrát}}} = 0,834$$

c) A bázisos klorid képződésének egyenlete:



d) A kiindulási hexahidrát 200 g, tehát anyagmennyisége 0,984 mol. A teljes tömegveszteség a 200 g 39,38 %-a, azaz 78,76 g. Ez részben vízgőz, részben HCl. A $\text{Cl}:\text{Mg} = 1,93$ anyagmennyiség-arányból következik, hogy a termékben 1,899 mol Cl volt, így összesen 0,06888 mol, azaz 2,51 g HCl távozott. Így az eltávozott vízgőz tömege $78,76 \text{ g} - 2,51 \text{ g} = 76,25 \text{ g}$.

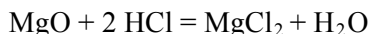
e) A d) feladatrészt alapján nyilvánvalóan az egyik fázis az $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$. A másik két fázis elvileg MgCl_2 , $\text{MgCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, és $\text{MgCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ lehet.

f) A képződött termék moláris tömege 40,274 g/mol. Ebből egyértelmű, hogy a visszamaradt termék MgO. A képződés egyenlete:



g) A képződött termék moláris tömege 95,158 g/mol. Ebből egyértelmű, hogy a visszamaradt termék MgCl_2 .

h) Formálisan felírhatjuk, hogy a bomlás során képződő MgO [vagy $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$] reagál a HCl gázzal:



Valójában azonban arról van szó, hogy a bomlás egy termikus egyensúlyra vezető folyamat, és ha a képződő HCl nagy feleslegben van jelen, akkor a HCl gáz felszabadulása visszaszorul.

Összesen 15 megoldás érkezett. A pontszámok átlaga 7,33. Kiemelkedő megoldást nyújtott be Hegyi Zoltán.

(Koltai András)

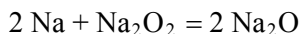
K185. a) Na_2O , Na_2O_2 , NaO_2

b) NaOH is képződik vízgőz jelenlétében.

c) $4 \text{Na} + \text{O}_2 = 2 \text{Na}_2\text{O}$

1,00/22,99 mol nátrium $0,25 \cdot 1,00/22,99 = 0,01087$ mol oxigénnel reagál, aminek a térfogata $0,267 \text{ dm}^3$ a megadott körülmények között.

d) A nátrium-oxid előállításának reakcióegyenlete:



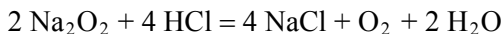
e) A $\text{NaO}_{1,67}$ oxigéntartalma tömegtörtben 0,5375; a nátrium-peroxidé 0,4104; a nátrium-szuperoxidé pedig 0,5819. Ha 1,000 g folyékony ammóniában keletkezett oxid x g peroxidot és $(1,000 - x)$ g szuperoxidot tartalmaz, akkor az oxigénmérleg:

$$x \cdot 0,4104 + (1,000 - x) \cdot 0,5819 = 1,000 \cdot 0,5375$$

Az egyenlet megoldása: $x = 0,2588$

Így az előállított anyag $0,2588/1,000 \cdot 100 = 25,88$ tömegszázalék Na_2O_2 -ot tartalmazott.

f) A sósavban való oldás során lejátszódó reakciók egyenlete:



g) A keverékből fejlődött $296,9 \text{ cm}^3$ oxigéngáz anyagmennyisége $0,01321 \text{ mol}$. Az $1,000 \text{ g}$ anyag $y \text{ g}$ NaO_2 -ot és $(1 - y) \text{ g}$ Na_2O_2 -ot tartalmazott. Mivel 1 mol szuperoxid $0,75 \text{ mol}$ oxigént, 1 mol peroxid pedig $0,5 \text{ mol}$ oxigént fejleszt, felírható az alábbi egyenlet:

$$\frac{0,75y}{54,99} + \frac{0,5(1-y)}{77,98} = 0,01321$$

Az egyenlet megoldása: $y = 0,9407$

Ez alapján a minta $0,9407/1,000 = 94,07$ tömegszázalék nátrium-szuper-oxidot tartalmazott.

A feladatra összesen 16 megoldás érkezett, ezek közül 10 hibátlan. A pontszámok átlaga 8,76. Az e) feladatrész eredménye többféleképpen megkapható, az itt bemutatott megoldás Szemes András és Szabó Pál gondolatmenete alapján készült.

(Babinszki Bence)

K186. Olykor még szemmel is megfigyelhető, hogy a gyufaszál a terjedő láng közvetlen közelében „izzad”. Ilyenkor a gyufagyártás során beivódott paraffin olvad meg, majd párolog el, hogy égésével előkészítse a pálcika gyulladását.

A lángoló gyufaszál az elszenesedést követően (ha nem „alszik el”) már csak izzik.

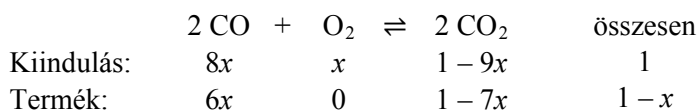
A fejlődő hő hatására beindul a fa termikus bomlása (lepárlás), mely során gáz-halmazállapotú bomlástermékek is keletkeznek. Ezek a lángtérben égnek el. A visszamaradó „faszén” már nem tartalmaz illékony komponenseket. A kovalens kötéssel kapcsolódó szénatomok már nem keveredhetnek a levegő molekuláival, ezért csak a felületen képesek az oxigénnel

reakcióba lépni. Az oxidáció ettől kezdve heterogén fázisú reakcióvá válik, aminek a sebességét az oxigénmolekulák vándorlása (diffúziója) határozza meg. A parázs, a faszén, a kokszt már nem lángol, csak izzik, de fűtés-fűtatás hatására intenzívebbé válik az izzás.

Az égés és minden exoterm reakció esetében fontos (elemi) lépés a felszabaduló energia eloszlása. Az energia egy része hő és fény formájában távozik, vagyis a környezetben oszlik el. A felszabaduló energia jelentős része azonban a rendszerben hasznosul, és előkészíti az égést. A komponensek megolvadása, párolgása, termikus bomlása vagy aktiválása energiát igényel, amit a felszabaduló energia rendszerben hasznosuló része fedez. Ezért válhat önfenntartóvá az egész folyamat. A láng tovahaladva a pálcikán újra meg újra beindítja az oxidációt megelőző energiaigényes fizikai és kémiai folyamatokat. Az elemi lépések, akár a gyertya, akár a gyufaszál égése során körfolyamattá szerveződnek, mely eredményeképpen a folyamat eredő sebessége egyenletessé válik.

(Róka András)

K187. A reakcióegyenletet felírva láthatjuk, hogy az égés során változik az elegy teljes anyagmennyisége.



A termékben a CO_2 térfogatszázaléka megegyezik a CO kiindulási gázelegyben mért térfogatszázalékával:

$$\frac{8x}{1} = \frac{1 - 7x}{1 - x}$$

A másodfokú egyenlet $x = 0,0692$ gyöke szolgáltatja a feladat megoldását. A kiindulási elegy összetétele térfogatszázalékban kifejezve:

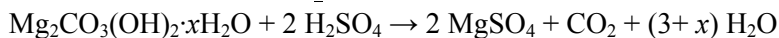
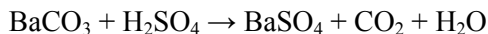
55,38 % CO; 6,92 % O_2 ; 37,70 % CO_2 .

A feladatra 17 megoldás érkezett, ebből 13 hibátlan, az átlagpontszám 8,5. A legtöbb tévedés abból származott, hogy a reakció során bekövetkező térfogatváltozást nem vették figyelembe.

(Mizsei Réka)

K188. A keverékben BaCO_3 és $\text{Mg}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ van.

1. vizsgálat:



A 2,13 g vízben oldhatatlan anyag a BaSO_4 .

$$n(\text{BaSO}_4) = 0,00913 \text{ mol}$$

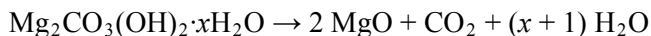
$$n(\text{BaCO}_3) = 0,00913 \text{ mol} \rightarrow m(\text{BaCO}_3) = 1,8 \text{ g}$$

Ebből számítható a magnéziumsó tömege:

$$m[\text{Mg}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}] = 5 \text{ g} - 1,8 \text{ g} = 3,2 \text{ g}$$

2. vizsgálat:

600 °C-on hevítjük a keveréket, itt a BaCO_3 -tal nem történik változás, a magnéziumsó viszont bomlik az alábbi egyenlet szerint:



A visszamaradó 3,11 g anyag BaCO_3 -ot és MgO -ot tartalmaz. Jelöljük M -mel a kristályvizes bázisos magnézium-karbonát moláris tömegét!

$$\text{Ekkor: } 3,11 \text{ g} = (3,2 \text{ g} / M) \cdot 2 \cdot 40,3 \text{ g/mol} + 1,8 \text{ g}$$

Ebből $M = 196,89 \text{ g/mol}$. A kristályvízmentes só moláris tömege: $M = 142,6 \text{ g/mol}$. A moláris tömegek különbségéből megkapjuk a kristályvíz tömegét 1 mol só esetén, ami 54,29 g. Vagyis x számolható: $x = 54,29/18 = 3,0$

a) A bázisos magnézium-karbonát összetétele: $\text{Mg}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

b) A $\text{Mg}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ és a BaCO_3 tömegaránya $= 3,2/1,8 = 1,78$

Kifejezetten szép, logikus megoldást küldött be Márton Boldizsár és Volford András.

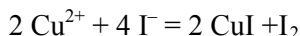
(Rutkai Zsófia Réka)

K189. A réz-cink ötvözet tömény(!) kénsavban való oldásakor végbemenő reakciók:

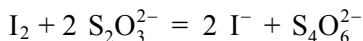


Az elegy hígításával kaptuk a törzsoldatot.

A törzsoldat egy részletét KI feleslegével reagáltatva a Zn^{2+} nem reagál, a nagyobb redoxpotenciálú Cu^{2+} azonban redukálódik:



Majd a titrálás során a reakcióban képződött I_2 reagál a mérőoldattal:



A fenti reakciók alapján a törzsoldat megtitrált részletéből képződő I_2 :

$$n(\text{I}_2) = \frac{0,0283 \text{ dm}^3 \cdot 0,0100 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}{2} = 1,415 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

A törzsoldat megtitrált részletében lévő Cu^{2+} anyagmennyisége tehát:

$$n(\text{Cu}^{2+}) = 2n(\text{I}_2) = 2,83 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

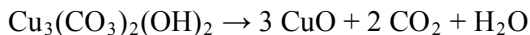
Ebből következően a törzsoldatban összesen $2,83 \cdot 10^{-2} \text{ mol Cu}^{2+}$ volt, tehát a feloldott Cu tömege $2,83 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 63,46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,796 \text{ g}$.

Ez a 3,00 g-os ötvözet 59,86 m/m %-a. A fennmaradó 40,14 m/m % a Zn.

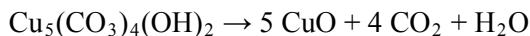
Összesen 17 megoldás érkezett. A pontszámok átlaga 7,94. Kiemelkedő megoldást nyújtott be Koch Lilla.

(Koltai András)

K190. a) A malachit képlete és hőbomlása:



Az azurit képlete és hőbomlása:



b) Az ólomfehér ($M = 775,6 \text{ g/mol}$) hőbomlásának lépései:

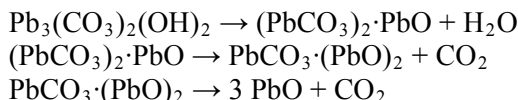
2,32 %-os tömegveszteség: $775,6 \text{ g} - (1 - 0,0232) \cdot 775,6 \text{ g} = 17,99 \text{ g}$, tehát víz lépett ki.

5,68 %-os tömegveszteség: $775,6 \text{ g} - (1 - 0,0568) \cdot 775,6 \text{ g} = 44,05 \text{ g}$, tehát CO_2 lépett ki.

A visszamaradt anyag tömege alapján:

$775,6 \text{ g} - 0,8632 \cdot 775,6 \text{ g} - 17,99 \text{ g} - 44,05 \text{ g} = 44,06 \text{ g}$, tehát CO_2 lépett ki.

Az egyenletek:



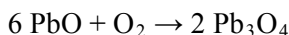
c) 1 mól ólom mellett az oxigén tömege:

$$[207,2 \text{ g} \cdot (100 - 90,66)]/90,66 = 21,35 \text{ g}$$

Ebből az anyagmennyiség: $21,35 \text{ g} / 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,33 \text{ mol}$, tehát az anyagmennyiség-arány: $1:1,33 = 3:4$

Így a keresett vegyület a minium, képlete: Pb_3O_4 .

Képződésének egyenlete:



d) A tartályban levő gáz anyagmennyisége: $1/24,5 \text{ mol} = 0,0408 \text{ mol}$

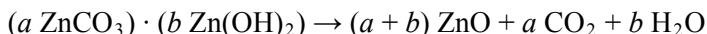
A bomlás után a tartályban levő gáz anyagmennyisége az ideális gázok állapotegyenlete szerint:

$$(737300 \text{ Pa} \cdot 0,001 \text{ m}^3)/(8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 673,15 \text{ K}) = 0,1317 \text{ mol}$$

Ebből a fejlődött gáz anyagmennyisége:

$$0,1317 \text{ mol} - 0,0408 \text{ mol} = 0,0909 \text{ mol}.$$

A bázisos só ZnO -ra, CO_2 -re és H_2O -ra bomlik. A bomlás egyenlete (a bázisos só karbonát és hidroxid keverékének tekintve):



A gázfázist a CO_2 és a vízgőz alkotja, így felírható:

$$a + b = 0,0909 \text{ mol, ill. } a = 0,0909 \text{ mol} - b$$

Ezek alapján:

$$M(\text{ZnCO}_3) \cdot (0,0909 - b) + M[\text{Zn(OH)}_2] \cdot b = 10$$

Ebből $b = 0,0538 \text{ mol}$ és $a = 0,0371 \text{ mol}$, vagyis $a:b = 2:3$ adódik.

Tehát a só képlete: $2 \text{ ZnCO}_3 \cdot 3 \text{ Zn(OH)}_2$ azaz $\text{Zn}_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$

Hibátlan megoldást küldött be Balbisi Mirjam, Pápai Gábor, Potyondi Anna és Volford András.

(Lomoschitz Andrea)

**A KÖKÉL 2012/2013. tanévi K feladatsorának kiemelkedő
eredményei (maximálisan elérhető: 200 pont)**

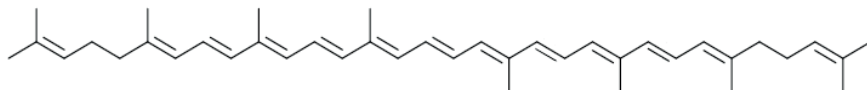
	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Baglyas Márton Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	Nagy István	194,5
2	Márton Boldizsár Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged	Prókai Szilveszter	184,8
3	Volford András Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged	Prókai Szilveszter	181
4	Szabó Pál ELTE Apáczai Csere János Gyak. Gimn., Budapest	Sebő Péter	171,8
5	Szabó Réka Eszter Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg	Halmi László	162,6
6	Hegyi Zoltán Janus Pannonius Gimnázium, Pécs	Vargáné Bertók Zita	156,9
7	Kertész Soma Marcell ELTE Apáczai Csere János Gyak. Gimn., Budapest	Sebő Péter	156
8	Schneider Anita Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	Dr. Miklós Endréné	152,6
9	Koch Lilla Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	Dr. Miklós Endréné	152
10	Balbisi Mirjam Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekne Becz Beatrix	147
11	Pápai Gábor Garay János Gimnázium, Szekszárd	Dr. Krausz Krisztina	138,05
12	Szemes András Bárdos László Gimnázium, Tatabánya	Horváth Zsuzsa	131,1
13	Potyondi Anna Garay János Gimnázium, Szekszárd	Dr. Krausz Krisztina	123,15
14	Heilmann Tímea Városmajori Gimnázium, Budapest	Nagyné Hodula Andrea	122,25
15	Kovács Dávid Péter Szent István Gimnázium, Budapest	Dr. Borbás Réka	113,35

Feladatok haladóknak

Szerkesztő: Magyarfalvi Gábor és Varga Szilárd
 (gmagyarf@elte.hu, boyle83@gmail.com)

Megoldások

H181. A) A paradicsom színét a likopin okozza, ami egy vörös színű karotinoid, összegképlete $C_{40}H_{56}$, szerkezeti képlete:

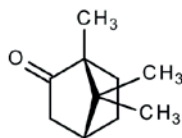


A likopin szénhidrogén, vízben oldhatatlan, de a többi rokon terpenoidhoz hasonlóan apoláris oldószerekben oldódik. A paradicsomvíz fő összetevője a paradicsomot alkotó víz, így az erősen apoláris komponenseket, pl. a likopint nem tartalmazza.

Apoláris (és ehető) oldószer, pl. étolaj, esetleg vodka alkalmazásával lehet piros színű paradicsomkivonatot készíteni.

B) A kámfornak két enantiomerje van, amelyeknek szerkezetét az ábra mutatja.

A gyors kábításhoz általában könnyen illó, bódító hatású anyagokat használnak. A kámfor kompakt, apoláris molekulái gyorsan szublimálnak a kristályokból, de az anyag altatásra alkalmatlan, mivel nem bódító hatású.



Az adott helyzetben folyékony, de nem túl illékony anyagokat érdemes használni. Ilyen, az altatásra alkalmazott két legáltalánosabb lehetőség a kloroform és a dietil-éter. A kloroform szintelen, kellemes szagú, édeskés ízű folyadék. Ma már orvosi gyakorlatban nem alkalmazzák mellékhatásai miatt, de régebben ez volt a legelterjedtebben alkalmazott altatószer. A sorozatban valószínűleg erre gondoltak, mivel ez is *k* betűvel kezdődik, és könnyen hozzáférhető anyag. A dietil-éter szintelen, könnyen párologó szagtalan folyadék, amit régebben szintén használtak orvosi célokra. Zsebkendő átítatására épp nagy illékonyága miatt nem lenne optimális.

A fluorral halogénezett metil-etilészter származékok, pl. az izoflurán, a dezflurán és a szevoflurán jelenleg az orvosi gyakorlatban altatásra használt

folyadékok, de ezek az előbbieknél sokkal nehezebben hozzáférhető anyagok, így bűnözők valószínűleg nem ezeket használnák.

Az orvosi gyakorlatban a dinitrogén-oxid és a ciklopropán is szerepel még altatószerként, de ezek gázok, a ciklopropán ráadásul robbanásveszélyes is.

A feladatra 16 megoldás érkezett, a pontátlag 8,13 pont volt. Hibátlan megoldást küldött be Sályi Gergő, Tihanyi Gergely, Virágh Anna és Vörös Zoltán János. A feladat megoldása során többeknek problémát jelentett, hogy az A) feladatrészben a likopin nem a mérete, hanem a vízben való oldhatatlansága miatt nem jut át a szűrőn.

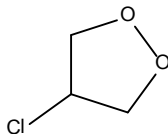
(Sarka János)

H182. A KI-os és sósavas reakció arra enged következtetni, hogy oxidáló hatású szerves vegyületről van szó. A vegyület 25,0 mg-ja 0,461 mmol jodidiont képes oxidálni. Ha a vegyület 1 mólja n mol elektron felvételére alkalmas, akkor molekulatömege $54,23n$ g/mol.

$n = 2$ esetén 108,46 g/mol adódik, amihez a C_4H_9OCl összegképlet rendelhető. Az oxidáló hatást valószínűleg a magasabb oxidációs számú halogén okozhatja, ezért ebben az esetben feltehetően szerves hipokloritról beszélhetünk. A vegyületben kétféle szénatom található, így a termék a *tert*-butil-hipoklorit.

A feladat készítője a *tert*-butil-hipokloritra gondolt megoldásként, de több megoldás is érkezett, melyben a megoldók valamilyen szerves peroxidot javasoltak. Mivel ezek a vegyületek is fejleszthetnek klórt sósavból, valamint jóddal is a megadott módon reagálnak, ezért ezeket a megoldásokat is elfogadtuk.

Ilyen, a feltételeknek megfelelő vegyület például a 4-klór-1,2-dioxalán:



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

(Najbauer Eszter Éva)

H183. a) A magasságból számítható nyomás $p = 302,67$ Pa. A ballonban levő hélium anyagmennyisége:

$$n = 302,67 \text{ Pa} \cdot 834497 \text{ m}^3 / (8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 276,95 \text{ K}) = 109694 \text{ mol}$$

A hélium tömege:

$$m_{\text{He}} = 109694 \text{ mol} \cdot 4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 4,388 \cdot 10^5 \text{ g} = 438,8 \text{ kg}$$

A kiszorított levegő tömege:

$$m_{\text{levegő}} = 109694 \text{ mol} \cdot 29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3,27095 \cdot 10^6 \text{ g} = 3181,1 \text{ kg}$$

A léghajó felhajtóereje egyenlő a léghajó súlyával:

$$F_{\text{fel}} = m_{\text{levegő}} \cdot g = F_{\text{súly}} = m_{\text{léghajó}} \cdot g,$$

ahol g a nehézségi gyorsulás.

Ennek alapján a léghajó tömege a betöltött héliummal 3181,1 kg, a betöltött hélium nélkül pedig

$$m = 3181,1 \text{ kg} - 438,8 \text{ kg} = 2742,3 \text{ kg}.$$

b) A kiugrás után a léghajó tömege héliummal együtt 3181,1 kg – 84,0 kg = 3097,1 kg, ami megegyezik a kiszorított levegő tömegével. A nagyobb magasságban a kiszorított levegő anyagmennyisége

$$n = 3,0971 \cdot 10^6 \text{ g} / 29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 106796 \text{ mol}$$

Az ennek megfelelő nyomás:

$$p = 106796 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 276,95 \text{ K} / 834497 \text{ m}^3 = 294,67 \text{ Pa}$$

Ez a nyomás 39225 méter magasságnak felel meg, tehát Baumgartner kiugrása után a léghajó még 180 métert emelkedett.

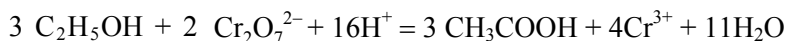
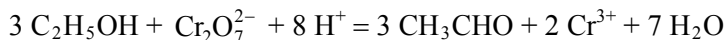
A beküldött feladatban még $-3,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet szerepelt (ez volt a mért hőmérséklet), ez a kinyomtatás során változott $+3,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra. Ez a hőmérsékletkülönbség 90 kg eltérést okoz a becsült tömegben és 5 m eltérést az emelkedési magasságban. A feladatra 15 megoldás érkezett, ebből 11 megoldás volt hibátlan, 3 megoldásban pedig jó elvek alapján rossz eredményre jutottak. Szanthoffer András jó megjegyzéseket fűzött a megoldáshoz arról, hogy rugalmasnak tekinthető-e a ballon anyaga. A feladatban szereplő összes adat valódi, kivéve Baumgartner tömegét, amit nem találtam meg a hírekben. Ez utóbbit a fényképe alapján becsültem.

(Turányi Tamás)

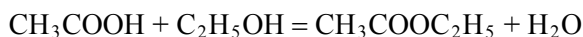
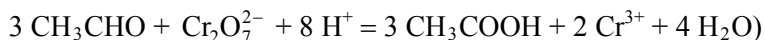
H184. a) Az oxidáció után az elegyben a következő vegyületek jelenlétével kell számolnunk: etanol, acetaldehid, ecetsav, etil-acetát (előfordulhat még víz, vagy kis mennyiségben egyéb melléktermék, mint a dietil-éter, de ezekért sem pont, sem pontlevonás nem járt).

Kiszámolható, hogy az oxidálószer feleslegben volt, tehát a reakció akár a teljes oxidációig is elmehetett.

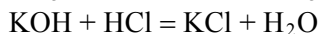
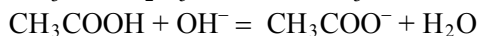
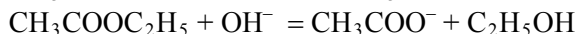
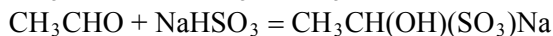
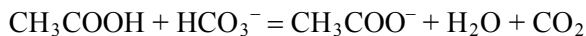
b)



(A második helyett teljes pontszámmal elfogadtuk:



c)



d) Az első elemzés során az ecetsavtartalmat mérjük. Az ideális gáz állapotegyenletéből számítható a szén-dioxid mennyisége.

$n(\text{ecetsav}) = n(\text{szén-dioxid}) = pV/RT = 0,005 \text{ mol}$. Tehát $5,00 \text{ cm}^3$ mintában $0,005 \text{ mol}$ ecetsav van.

A második elemzés során az acetaldehid mennyiségét mérjük nátrium-biszulfitjaként. $M[\text{nátrium-biszulfit-só}] = 148,13 \text{ g/mol}$.

$n(\text{acetaldehid}) = m[\text{Na-biszulfit-só}] / M[\text{Na-biszulfit-só}] = 0,040 \text{ mol}$.

Tehát $5,00 \text{ cm}^3$ mintában $0,040 \text{ mol}$ acetaldehid van.

A harmadik elemzés során jodoformpróbával az acetaldehid és az etanol mennyiségét mérjük egyszerre. $M(\text{jodoform}) = 393,72 \text{ g/mol}$

$$n(\text{etanol}) = m(\text{jodoform}) / M(\text{jodoform}) - n(\text{acetaldehid}) = \\ = 0,050 \text{ mol} - 0,040 \text{ mol} = 0,010 \text{ mol}.$$

Tehát $5,00 \text{ cm}^3$ mintában $0,010 \text{ mol}$ etanol van.

A negyedik elemzés során az ecetsavat és az etil-acetátot mérjük együttesen. Az elreagált KOH mennyisége: $n(\text{KOH}) = 0,007 \text{ mol}$.

$$n(\text{etil-acetát}) = n(\text{KOH}) - n(\text{ecetsav}) = 0,007 \text{ mol} - 0,005 \text{ mol} = 0,002 \text{ mol}$$

Tehát $5,00 \text{ cm}^3$ mintában $0,002 \text{ mol}$ etil-acetát van. Ez azonban $0,004 \text{ mol}$ etanalból képződött. Az etil-acetát nem adja a jodoform próbát (3. elemzés), így az ott kiszámolt alkoholmennyiség helyes.

Az 50 cm^3 párlat összetétele:

etanol	0,100 mol
acetaldehid	0,400 mol
ecetsav	0,050 mol
etil-acetát	0,020 mol

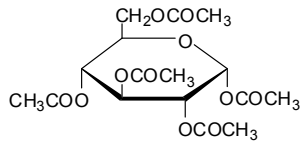
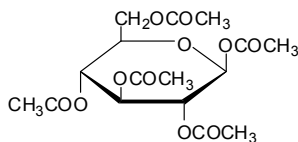
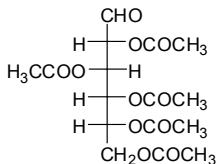
Összesen átalakult $0,590 \text{ mol}$ etanol.

Kiszámolható, hogy összesen $0,65 \text{ mol}$ etanolt reagáltattunk. Ebből csak $0,59 \text{ mol}$ -t mértünk vissza. A hiányzó mennyiség vagy olyan termékekkel alakult, melyeket ezekkel a próbákkal nem tudunk kimutatni, vagy egyszerűen elpárolgott a kísérlet alatt.

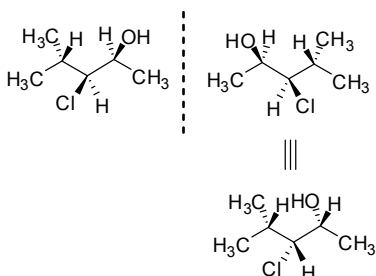
A feladatra 15 megoldás érkezett, 7 fő maximális pontot ért el, az átlagpontoszám 9,0 volt. Sokan veszítettek pontot azért, mert nem írták fel az összes kért reakcióegyenletet a b) és a c) feladatrészen.

(Bacsó András)

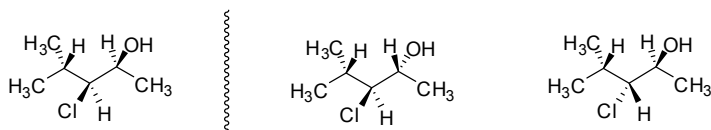
H185. a) A nem teljesen acilezett származékok nem fogadhatók el, mivel az ecetsav 30-szoros feleslegben van jelen (OH-csoportonként 5 ekvivalens).



b) Mindkét kiralitáscentrum felismerése és konfigurációjának megfordítása esetén lehetett teljes pontszámot kapni.



c) Az aszimmetrikus molekula két kiralitáscentruma miatt két diasztereo-mer létezik. (Gyakori hiba volt, hogy 3 kiralitáscentrumot „találtak” a molekulában.)



d) Enantiomerek: 2 és 7

Diasztereomerek: 1 és 6

Mezo izomerek: 1

(Mizsei Réka)

H186. a) A leegyszerűsített egyenlettel felírt folyamat reakcióhője a glükóz égéshőjének $-1/6$ -szorososa, azaz $467,5 \text{ kJ/mol}$. Ez alapján egy O_2 molekula előállításához $467500 \text{ J} / N_A = 7,763 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ hő szükséges. Egy 680 nm hullámhosszúságú foton energiája a következőképpen számítható:

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda} = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot \frac{2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{680 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 2,911 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Ez alapján kiszámítható, hogy $7,763 / 2,911 = 2,667$, azaz legalább 3 fotonra van szükség egy oxigénmolekula szintéziséhez, ha a fotoszintetikus reakció energiaforrásának csak a hasznosított fényt tekintjük.

b) A megkötött napenergia $2,667 / 10 \cdot 100 \%$ -át, azaz $26,7 \%$ -át tárolja el a fotoszintézis.

c) Az energia mennyiségét, ami a biomassa, illetve az oxigén termelésére fordítódik, a következő képlettel számíthatjuk ki:

$$E = I \cdot 0,1 \cdot T_{\text{zöld}} \cdot t \cdot 0,267$$

A képletben I a teljes napra vetített intenzitást (150 W/m^2) jelöli, melynek kb. 10%-át tudják hasznosítani a növények. $T_{\text{zöld}}$ a zöld terület nagyságát, t az időt jelöli. A képletben szükséges feltüntetni a b) feladatrészben kiszámított hasznosítási tényezőt is. Ezek alapján a biomassa, illetve oxigén termelésére fordított energia:

$$\text{i) } 150 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 0,1 \cdot 2500 \cdot 10^6 \text{ m}^2 \cdot 0,18 \cdot (10 \cdot 24 \cdot 3600) \text{ s} \cdot 0,267 = 1,56 \cdot 10^{15} \text{ J}$$

$$\text{ii) } 150 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 0,1 \cdot 1,7 \cdot 10^6 \text{ m}^2 \cdot 0,54 \cdot (5 \cdot 3600) \text{ s} \cdot 0,267 = 6,62 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

Az a) részben kiszámított reakcióhő alapján a termelődő biomassa tömege ($M[\text{CH}_2\text{O}] = 30,03 \text{ g/mol}$):

$$\text{i) } \frac{1,56 \cdot 10^{15} \text{ J}}{467500 \text{ J/mol}} \cdot 30,03 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} = 1,00 \cdot 10^8 \text{ kg}$$

$$\text{ii) } \frac{6,62 \cdot 10^{10} \text{ J}}{467500 \text{ J/mol}} \cdot 30,03 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} = 4,25 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

A termelődött oxigén mennyisége, felhasználva, hogy a moláris térfogat értéke $24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}$:

$$\text{i) } \frac{1,56 \cdot 10^{15} \text{ J}}{467500 \text{ J/mol}} \cdot 24,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol} = 8,18 \cdot 10^7 \text{ m}^3$$

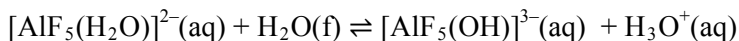
$$\text{ii) } \frac{6,62 \cdot 10^{10} \text{ J}}{467500 \text{ J/mol}} \cdot 24,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol} = 3,47 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

d) Az elnyelt energia $0,1 \cdot 0,18 \cdot 0,267 \cdot 100$ %-a, azaz 0,48 %-a alakul kémiai energiává a város és $0,1 \cdot 0,54 \cdot 0,267 \cdot 100$ %-a, azaz 1,44 %-a az egyetem területén.

A feladatra összesen 13 megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 8,1 pont. Hibátlan megoldást küldött be Bolgár Péter és Palya Dóra. A leggyakoribb hiba a b) feladatrészben kiszámolt érték figyelmen kívül hagyása a c) és d) részeknél, valamint a mértékegységek hiánya volt.

(Vörös Tamás)

H187. a) A lejátszódó reakció a következő reakcióegyenlettel írható le:

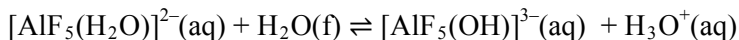
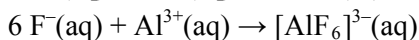
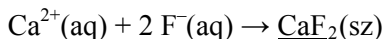


A végpontban ugyanis az történik, hogy az addig jelen lévő $[\text{AlF}_6]^{3-}$ komplexek már nem tudnak megfelelő sztöchiometriával kialakulni, így az egyik F^- ion helyett egy vízmolekula épül be a komplexbe. Az így létrejövő komplex azonban az oldatban hidrolizál, melynek eredménye a felszabaduló H_3O^+ ionok megjelenése, amit az oldatban jelen lévő sav-bázis indikátor színváltása is jelez. Elfogadtuk még azt a megoldást is, ami a hidrolízis folyamatát akvakomplexből kiindulva vezette le.



b) A mérés lépésenkénti leírásából az a lépés hiányzott, melynek során az oldatot semlegesítették. Ez elsősorban azért lényeges, mert a végpontjelzéshez sav-bázis indikátort használtak. A forralással a CO_2 -gáz kiűzése válik lehetővé, mely a végpont észlelhetőségén javít.

A lejátszódó reakciók egyenletei:



A mérés sztöchiometriáját tekintve elmondhatjuk, hogy 1 mol Al^{3+} ion 6 mol oldatban lévő F^- ionra fogyott.

$$n(\text{Al}^{3+}) = 0,01015 \text{ dm}^3 \cdot 0,1000 \text{ mol/dm}^3 = 0,001015 \text{ mol}$$

$$n(\text{F}^-_{\text{felesleg}}) = 0,001015 \text{ mol} \cdot 6 = 0,00609 \text{ mol}$$

Az előzetesen hozzáadott F^- ionok anyagmennyisége:

$$n(\text{F}^-_{\text{össz}}) = 0,500 \text{ g} / (41,99 \text{ g/mol}) = 0,0119 \text{ mol}$$

A Ca^{2+} ionokkal csapadékot képzett F^- ionok anyagmennyisége tehát:

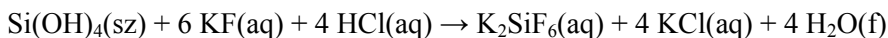
$$n(\text{F}^-) = 0,0119 \text{ mol} - 0,00609 \text{ mol} = 0,00581 \text{ mol}$$

$$n(\text{Ca}^{2+}) = 0,00581 \text{ mol} / 2 = 0,002905 \text{ mol}$$

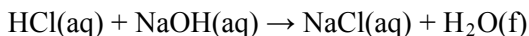
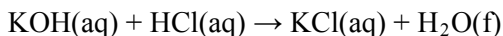
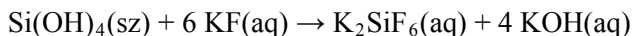
$$m(\text{Ca}) = 0,002905 \cdot 40,08 = 0,116 \text{ g}$$

A mintában tehát 116 mg kalcium volt.

c) A mérés alapjául szolgáló reakciók:



A lejártszódó reakciókat az alábbi módon is leírhatjuk:



A titrálás előtti semlegesítést metilvörös indikátor mellett érdemes végezni, mert a kovasav gyenge sav, ezért a vizes oldata enyhén savas kémhatású. A mérés megkezdése előtt a mérést végzőnek nem az a célja ugyanis, hogy az oldat pH-ját 7,0 értékre állítsa be, hanem az, hogy az egyéb sav-bázis szempontból zavaró komponensek által okozott hibát megszüntesse. A választható három indikátor közül egyértelműen a metilnarancs színváltása következik be a Si(OH)_4 -nek megfelelő pH-n.

A mérés leírásából látható, hogy a feleslegben adagolt HCl visszamérését végezzük el.

$$\begin{aligned} n(\text{NaOH}) &= n(\text{HCl}_{\text{felesleg}}) = 0,00550 \text{ dm}^3 \cdot 0,0100 \text{ mol/dm}^3 = \\ &= 5,50 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n(\text{HCl}_{\text{elreagált}}) &= 0,010 \text{ dm}^3 \cdot 0,0994 \text{ mol/dm}^3 - 5,50 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = \\ &= 9,39 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \end{aligned}$$

$$n(\text{Si(OH)}_4) = 9,39 \cdot 10^{-4} \text{ mol} / 4 = 2,348 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$m(\text{Si(OH)}_4) = 9,39 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 96,11 \text{ g/mol} = 0,0226 \text{ g Si(OH)}_4$$

A mintában tehát 22,6 mg kovasav volt.

(Pós Eszter Sarolta)

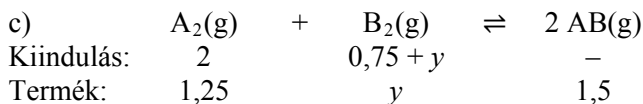


$$2x = 3 - 2x; x = 3/4$$

$$K = (2x)^2 / (2-x)(1-x) = 7,2$$



$$[AB]/([A_2] + [B_2]) = 2x/[(1-x) + (1-x)] = x/(1-x) = \sqrt{K}/2 = 1,34$$

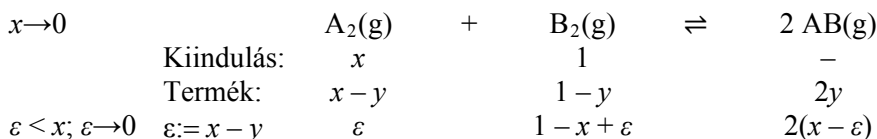


$$7,2/2 = 1,5^2/1,25y; y = 0,5; [B_2(g)]_{kiind} = 1,25;$$

Tehát 25 %-kal kell többet adni B_2 -ből.

d) $[B_2] = 1$, konstans; $x = [A_2]$ változó. A kitermelés az egyensúlyban kapott $[AB]$ és a bemért anyagokból maximálisan kapható AB termék $[2 \cdot \min(A_2(0), B_2(0))]$ mennyiségének aránya. Az alábbi két ábra azt mutatja, hogyan változik a kitermelés x függvényében, a két nagyalakú ábra azonos kivágású, csak a skálaválasztásban különböznek (lineáris, ill. logaritmikus). A grafikonon a K egyensúlyi állandó hatása is megfigyelhető.

Sokan észrevették, hogy a reakcióban szimmetrikus A_2 és B_2 szerepe, azonban lineáris ábrázolásmódban a kitermelés x függvényében nem szimmetrikus görbe szerint változik!



A termelési százalék: $[AB] / 2\min(A_2(0), B_2(0)) = 2y/2x = (x - \varepsilon)/x = 1 - \varepsilon/x$

Az egyensúlyra jellemző egyenlet:

$$4(x - \varepsilon)^2 = K\varepsilon(1 - x + \varepsilon);$$

$$4x^2 - 8\varepsilon x + \varepsilon^2 = K(\varepsilon - \varepsilon x + \varepsilon^2)$$

A fenti kifejezésből az ε^2 -es tagok elhanyagolhatóak, hiszen ε nagyon kicsi, így ezek lényegesen kisebbek: $4x^2 - 8\varepsilon x = K\varepsilon(1 - x)$;

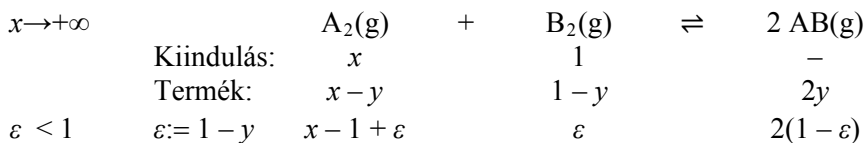
akkor ε -t kifejezhetjük: $\varepsilon = 4x^2/[K(1 - x) + 8x]$

Tekintsük a nevezőt: mivel $x \rightarrow 0$, idővel elhanyagolhatóvá válik a K konstans mellett.

Ebből következik, hogy $\varepsilon \approx \frac{4}{K}x^2$

A termelési százalék: $1 - \varepsilon/x \approx 1 - \frac{4}{K}x$

A termelés, ha $x \rightarrow 0$, elsőrendű közelítésben alulról lineáris összefüggés szerint tart 1-hez.



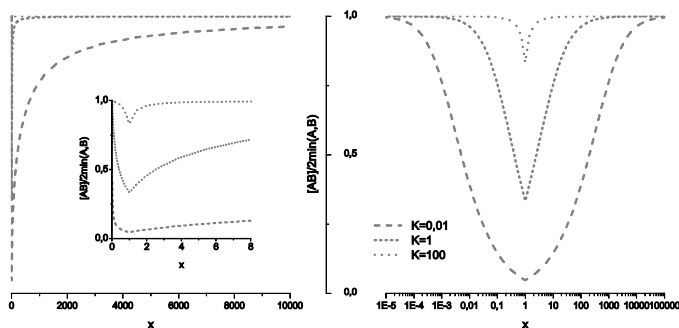
A termelési százalék: $[AB] / 2\min(A_2(0), B_2(0)) = 2y/2x = (1 - \varepsilon)/1 = 1 - \varepsilon$

Az egyensúlyra jellemző egyenlet: $4(1 - \varepsilon)^2 = K\varepsilon(x - 1 + \varepsilon)$.

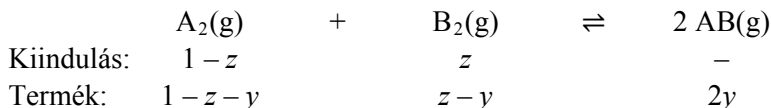
A fentihez hasonló elhanyagolásokkal élve: $\varepsilon \approx \frac{4}{Kx}$

A termelési százalék: $1 - \varepsilon \approx 1 - \frac{4}{Kx}$

A termelés, ha $x \rightarrow +\infty$, elsőrendű közelítésben alulról $-1/x$ összefüggés szerint tart 1-hez.



e) $[A_2] + [B_2] = 1$, konstans; $x = [A_2]/[B_2]$. Keressük azt az x -et, ahol $[AB]$ maximális. Az alábbi ábrákon $[A_2]$ függvényében ábrázoltuk $[AB]$ -t és a kitermelést ($K = 7,2$), x függvényében a fentihez hasonló ábrát kaptunk volna.



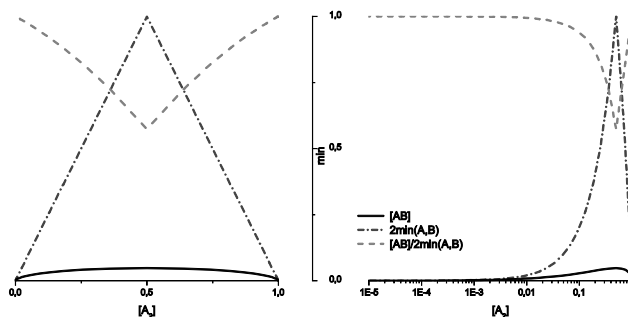
Az egyensúlyra jellemző egyenletből kiindulva:

$$4y^2 = K(1 - z - y)(z - y); \quad \frac{4}{K} y^2 = z - y + y^2 - z^2$$

z -re másodfokú egyenlethez jutottunk:

$$0 = -z^2 + z - y + \left(1 - \frac{4}{K}\right)y^2$$

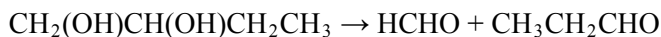
A másodfokú egyenletet leíró függvényt elképzelve, annak szimmetria-tulajdonságaiból adódóan könnyen beláthatjuk, hogy a függvény szélsőértéke (minimuma vagy maximuma) a két gyök számtani közepénél található. Ez a megszokott jelöléssel: $-b/2a$, azaz $z = 1/2$, ami valóban egy maximum.



A feladatra 14 megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 7,5.

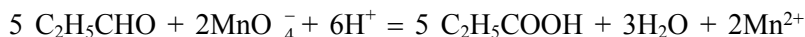
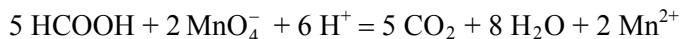
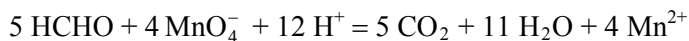
(Mizsei Réka)

H189. a)



Tehát a reakció során formaldehid, hangyasav és propanal keletkezik.

b) A termékek reakciója permanganáttal:



Ha x mol glicerín és y mol bután-1,2-diol volt, akkor a Malaprade-reakció során $(2x + y)$ mol formaldehid keletkezett, ami $(2x + y) \cdot 4/5$ mol permanganáttal reagált. Keletkezett még x mol hangyasav, ami $x \cdot 2/5$ mol, és y mol propanal, ami $y \cdot 2/5$ mol permanganáttal reagált. Így a moláris tömegek ismeretében az alábbi kétismeretlenes egyenletrendszer írható fel:

$$92,09x + 90,12y = 1,64$$

$$(1,6 + 0,4) \cdot x + (0,8 + 0,4) \cdot y = 0,028$$

Az egyenletrendszert megoldva az alábbi megoldásokat kapjuk:

$$x = 0,008 \text{ és } y = 0,010$$

Tehát az elegy 44,4 *n/n* %-ban glicerint, és 55,6 *n/n* %-ban bután-1,2-diolt tartalmazott.

c) Elsőként nézzük azt az esetet, mikor az eredeti molekulában nincs karboxilcsoport. Ekkor ahhoz, hogy a Malaprade-reakció során keletkezzen egy, kell 3 vicinális helyzetű -C-OH csoport. Ezek egyike helyett aminocsoport kell, hogy a reakció végén ammóniumion is legyen az elegyben (a Malaprade-reakcióban az aminocsoport hidroxilcsoportként viselkedik, ugyanis a N-atom O-re cserélődik a víz és az oxidálószer által). Ez tömegben $36 \text{ g} + 32 \text{ g} + 14 \text{ g} + 4 \text{ g} = 86 \text{ g}$. Mivel ezekre a C atomokra több oxigént és nitrogént nem tehetünk, ezért még egy C atom van a molekulában, aminek az összegképlete ezek szerint $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{NO}_2$. Ha bután-származék lenne a molekula, akkor a perjodátos reakció végén 1-1 mmol hangyasav, formaldehid és acetaldehid lenne a reakcióelegyben, ami 1,6 mmol permanganáttal reagálna. Ha a molekula izobután-származék, akkor 1 mmol ecetsav és 2 mmol formaldehid keletkezne, ami szintén 1,6 mmol permanganáttal reagálna. Hidroxilcsoport helyett nem lehet oxocsoport, mert akkor 1 mmol tömege nem 105 mg, hanem 103 mg lenne. Tehát ebben az esetben nincs megoldása a feladatnak.

A másik eset, mikor eleve van karboxilcsoport a molekulában. Ekkor egy O atommal több van az előzőekhez képest a molekulában, így a szénatomok száma eggyel, a hidrogéneké négygyel csökken, tehát az összegképlet: $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_3$. Ebben az esetben a szóba jövő molekulák a 3-amino-2-hidroxipropánsav és a 2-amino-3-hidroxipropánsav (szerin).

Ezek 1-1 mmol formaldehidre és glioxálsavra bomlanak. A formaldehid 0,8 mmol, a glioxálsav 0,4 mmol permanganáttal reagál, de belőle oxálsav keletkezik, ami további 0,4 mmol permanganátot fogyaszt, tehát összesen 1,6 mmol oxidálószer fogy, így itt sem kaptunk megoldást.

Azonban a perjodát képes a glioxálsavat oxidálni szén-dioxiddá és hangyasavvá, de a reakció 1-2 napig tart. Ekkor azonban az 1-1 mmol formaldehid és hangyasav pontosan 1,2 mmol permanganáttal reagálna. Mivel a feladat nem írta egyértelműen, hogy milyen körülmények között

végezzük a méréseket, így megfelelő indoklás esetén mindkét választ elfogadtuk.

A feladatra 13 megoldás érkezett, Baglyas Márton, Bolgár Péter, Palya Dóra és Sályi Gergő maximális pontot ért el, az átlagpontoszám 8,2 volt. Többször fordult elő, hogy amidot hoztak ki, de ez azért nem jó, mert nincs benne aminocsoport.

(Bacsó András)

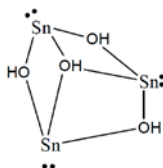
H190. a) Az ón leggyakoribb ásványa a kassziterit, SnO_2 . Így 1,05 g **X** hevítése után 0,8664 g (5,738 mmol) SnO_2 keletkezik. A vízmentes CuSO_4 tömegnövekedése vízből származik, tehát a bomlás során 0,069 g (3,833 mmol) H_2O keletkezett. Az $n(\text{SnO}_2) : n(\text{H}_2\text{O})$ arány 1,5, azaz 3:2. A bomlás során ezen felül még 0,1146 g anyag távozik, ami feltehetően oxigént és/vagy nitrogént tartalmazhat. Átlagos moláris tömege

$$M = 0,1146 \text{ g} / (3,8433 \cdot 10^{-3} \text{ mol}) \cdot 2 = 60 \text{ g/mol},$$

ami két nitrogén- és két oxigénatomnak felel meg. A vegyület képlete tehát $\text{Sn}_3\text{O}_{10}\text{N}_2\text{H}_4$, ami $\text{Sn}_3(\text{OH})_4(\text{NO}_3)_2$ vagy $\text{Sn}_3\text{O}_2(\text{NO}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2$.

b) Az előállítás minden műveletét inert atmoszférában kell végezni, ugyanis az ón(II)-hidroxid levegőn oxidálódik.

c) A kation $[\text{Sn}_3(\text{OH})_4]^{2+}$. Ha mindegyik fématomja ekvivalens, akkor ugyanabban a koordinációs szférában helyezkednek el. A kation tehát három piramis kombinációja, amik közös élek mentén vannak ciklikusan összekapcsolva. Szerkezete:



d) Savas oldatban hidratált Sn^{2+} ionok keletkeznek, míg lúgos közegben $[\text{Sn}(\text{OH})_3]^-$ és $[\text{Sn}(\text{OH})_6]^{4-}$ ionok, ill. $[\text{Sn}_2\text{O}(\text{OH})_4]^{2-}$ és $[\text{Sn}_4\text{O}(\text{OH})_{10}]^{4-}$ oligomerek képződnek.

A feladatra 15 megoldás érkezett, a pontátlag 8,04 pont volt. Hibátlan megoldást küldött be Sályi Gergő, 8 megoldás 9 pontos volt. A legnagyobb problémát a b) feladatrészt megoldása jelentette. A d) feladatrészt

megoldásához fontos megjegyezni, hogy az $[\text{Sn}(\text{OH})_4]^{2-}$ komplex nem létezik, helyette $[\text{Sn}(\text{OH})_6]^{4-}$ van jelen az oldatban.

(Sarka János)

HO-90. a) A feladat központi kérdése az elektródpotenciálok koncentrációfüggése volt, amit a Nernst-egyenlet ad meg:

$$\varepsilon = \varepsilon_o + \frac{RT}{zF} \ln \frac{[\text{ox}]}{[\text{red}]}$$

A számlálóban levő koncentrációk ez esetben a szabad fémionok aktivitását helyettesítik; a redukált anyag tiszta fémelektrod formájában van jelen, ennek móltörtje 1.

i. A kisebb potenciálú Cd oxidálódik Cd(II)-vé, a Ni(II) redukálódik fém nikellé.

ii. Sajnos senki nem küldött számolás nélküli megoldást. Mivel a $[\text{Cd}^{2+}]$ csökken, a logaritmus tulajdonságai miatt a megfelelő potenciál is csökken, így – a különbségen kívül – semmi nem változik az első esethez képest. Az oldhatósági szorzat alapján kiszámolható a $[\text{Cd}^{2+}]$:

$$L = [\text{Cd}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = x \cdot (10^{-3})^2$$

ebből $x = 10^{-7,5} = 3,162 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3$ Ezt a koncentrációt behelyettesítve a Nernst-egyenletbe:

$$\varepsilon(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0,40 + \frac{RT}{2F} \ln 10^{-7,5} = -0,62 \text{ V}$$

Tehát valóban ugyanaz a reakció, mint az első esetben.

iii. Teljesen hasonló meggondolás alapján a nikkel aktuális potenciálja $\varepsilon(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,56 \text{ V}$, így itt a nikkel oxidálódik, és a Cd(II) redukálódik.

A reakció megadásánál jó megoldás volt a cellareakciók megadása külön-külön. Összevonva ezeket egy reakcióegyenletbe viszont meggondolandó, hogy a bázisos elektrolitban a keletkező ionok zöme csapadékban lesz jelen. Erre vonatkozó utalás csak Sályi Gergő megoldásában szerepelt.

iv. Az 1. számmal jelölt elektród esetében az előzőekhez hasonlóan számolható az aktuálpotenciál, a koncentrációt a bemérésből ismerjük, így $\varepsilon(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0,45 \text{ V}$. A nikkelelektrod esetében a helyes megoldás – például Bolgár Péter és Sályi Gergő megoldása – azon alapszik, hogy a

bemérés sztöchiometrikus. Továbbá a komplex igen stabil, tehát a komplex koncentrációja gya-korlatilag megegyezik a bemérési nikkellel vagy a cianid negyedével. Ennek megfelelően a komplexképződési egyensúlyra ezt az egyenletet kapjuk:

$$\beta_4 = 10^{31,11} = \frac{1,021 \cdot 10^{-3}}{x(4x)^4}$$

ebből $x = [\text{Ni}^{2+}] = 4,99 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3$

Ennek megfelelően $\varepsilon(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,45 \text{ V}$. Mivel $\varepsilon(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) \approx \varepsilon(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd})$, ezért nem várható reakció. Ezen a ponton szükséges megemlíteni, hogy néhány ezred V-os elektromotoros erő esetén sem várhatunk gyakorlatilag reakciót, és a standard elektródpotenciálok sem ismerjük ilyen pontossággal. Az is nagyon idealizált elképzelés persze, hogy sikerül pontosan sztöchiometrikusan összemérni a cianid- és a nikkeliókat. A logaritmus sajátosságai miatt kis koncentrációváltozások is észlelhető potenciálettérést okozhatnak. Akadtak olyan megoldások, amelyek abból indultak ki, hogy a komplexálódás teljes, és a sztöchiometrikustól némileg eltérő arányok miatt marad vissza 10^{-6} - 10^{-7} M nagyságrendű Ni(II) az oldatban. A koncentrációkat valóban nem ismerjük olyan pontossággal, hogy erre támaszkodva számítást végezzünk, továbbá a komplex disszociációjával is kell számolni.

Hasonlóan rosszul működő megoldás volt az, ha úgy tekintettük, hogy a Ni(II) bemérési koncentrációja x -szel, a CN^- -é pedig $4x$ -szel csökken, miközben $x \text{ mol/dm}^3$ komplex képződik. Ezt behelyettesítve a kumulált stabilitási állandóba egy ötödfokú egyenletet kaphatunk x -re, tehát a komplex koncentrációjára. Az így kapott érték közel egyenlő a Ni(II) bemérési koncentrációjával, így a különbséggént számolt egyensúlyi Ni(II) -koncentráció nem megbízható – bizonyos pontosságú móltömegekkel számolva például negatívnak adódott.

b) A feladatrészezre érkezett néhány nagyon jó megoldás. Itt nem szabad eltekinteni az alacsonyabb koordinációjú komplexek keletkezésétől. A helyes megközelítés azon alapszik, hogy felírjuk a Cd(II) - és jodidtartalmú specieszekre az anyagmérleget. Ehhez a különböző komplexek koncentrációját kifejezzük a kumulált stabilitási állandókból a következőképp:

$$\beta_n = \frac{[\text{CdI}_n^{2-n}]}{[\text{Cd}^{2+}][\text{I}^-]^n} \quad [\text{CdI}_n^{2-n}] = \beta_n [\text{Cd}^{2+}][\text{I}^-]^n$$

Ennek megfelelően az anyagmérlegek:

$$c(\text{Cd}) = [\text{Cd}^{2+}] \left(\sum_{n=0}^4 \beta_n [\text{I}^-]^n \right) \quad \beta_0 = 1$$

$$c(\text{I}) = [\text{I}^-] + [\text{Cd}^{2+}] \left(\sum_{n=1}^4 n \beta_n [\text{I}^-]^n \right)$$

Ennek az egyenletrendszernek a megoldását többen számítógéppel végezték el, aminek a feltüntetése néhol hiányzott. A számítógépes segítség nélküli megoldások közül figyelemre méltó volt Bolgár Péter, Palya Dóra és Sályi Gergő megoldása. Abból érdemes kiindulni, hogy az egyensúlyi jodidkoncentráció 0,031 és 0,035 mol/dm³ között lehet. A legpontosabb iteratív eljárás Palya Dóra megoldása volt, ezt ismertetem.

Tegyük fel, hogy $[\text{I}^-] = 0,031 \text{ mol/dm}^3$. Az első egyenletből megkapható $[\text{Cd}^{2+}] = 4,445 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$. Az eddigi adatok és a második egyenlet felhasználásával újabb $[\text{I}^-] = 0,03327 \text{ mol/dm}^3$ érték adódik. Többször ismételve az eljárást, azt tapasztaljuk, hogy a harmadik ciklus után $[\text{I}^-] = 0,03327 \text{ mol/dm}^3$ állandósul. Emellett $[\text{Cd}^{2+}] = 3,97 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$. A korábban látottakhoz hasonlóan ebből $\varepsilon(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0,53 \text{ V}$.

Hogy ne folyjék áram:

$$\varepsilon(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,53 \text{ V} = -0,23 + \frac{RT}{2F} \ln[\text{Ni}^{2+}]$$

ebből $[\text{Ni}^{2+}] = 7,050 \cdot 10^{-11} \text{ mol/dm}^3$. Az oldhatósági szorzatból:

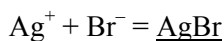
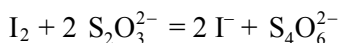
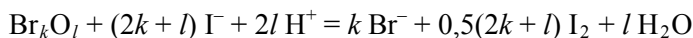
$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{L}{[\text{Ni}^{2+}]}} = 3,026 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

Mivel gyakorlatilag az összes Ni(II) lecsapódott, annak a lecsapásához szükség van $2 \cdot 0,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ NaOH-ra, ezen kívül az egyensúlyi koncentráció beállításához további $0,1 \cdot 3,026 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ -ra. Tehát összesen $5,026 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ NaOH-ot kell hozzáadnunk a Ni(II)-tartalmú oldathoz, ez 2,011 mg.

A feladatra összesen 16 megoldás érkezett, ebből 15 érdemben foglalkozott a problémával. A pontátlag 7,02 pont. Öt versenyzőnek sikerült 9 pontnál többet elérni: Baglyas Márton, Bolgár Péter, Palya Dóra, Sályi Gergő és Szanthoffer András.

(Berta Dénes)

HO-91. a) Elsőként írjuk fel a lejátszódó reakciók egyenleteit:



A megadott adatok alapján kiszámíthatóak az egyes anyagok esetén a képződött jód és bromidion mennyiségek, amelyek az első reakcióegyenlet sztöchiometriája alapján rendre $0,5(2k + l)$ -el és k -val egyenértékűek. Ez alapján az egyes anyagokra:

A anyag:

$$n(\text{Br}^-) = n(\text{Ag}^+) = 6,7 \cdot 10^{-3} \cdot 0,02 = 1,34 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = k_A$$

$$n(\text{I}_2) = 0,5 \cdot 10,3 \cdot 10^{-3} \cdot 0,065 = 3,348 \cdot 10^{-4} = 0,5(2k_A + l_A)$$

Ez alapján $l_A = 2,678 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$. Ebből látható, hogy a $k_A/l_A = 1:2$ tehát az A anyag a bróm-dioxid (BrO_2).

B anyag:

Hasonló megfontolások alapján $k_B = 2,88 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ és $l_B = 4,31 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$. Látható, hogy ez esetben $k_B/l_B = 2:3$ azaz a B vegyület a Br_2O_3 .

C anyag:

Ez esetben $k_C = 2,84 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ és $l_C = 1,42 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ azaz $k_C/l_C = 2:1$. Ez a vegyület a dibróm-oxid (Br_2O). A kapott anyagok tulajdonságait megnézve, azok egyeznek a feladatban leírtakkal.

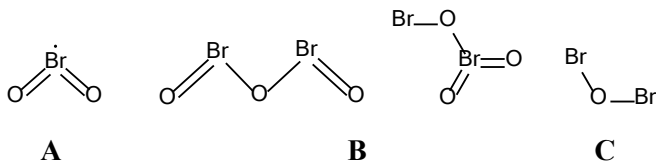
Majd ezután megállapíthatjuk a felhasznált minták tömegét:

$$m(\text{A}) = 80 \cdot k_A + 16 \cdot l_A = 15 \text{ mg}$$

$$m(\text{B}) = 30 \text{ mg}$$

$$m(\text{C}) = 25 \text{ mg}$$

Az egyes anyagok lehetséges szerkezeti képletei:



A szerkezet és a feladatban megadott adatok felhasználásával kiszámíthatjuk az egyes vegyületek képződési entalpiáját:

$$\Delta_k H^\circ(A) = 0,5\Delta_{\text{pár}} H^\circ(\text{Br}_2) + 0,5E_{\text{köt}}(\text{Br}_2) + E_{\text{köt}}(\text{O}_2) - 2E_{\text{köt}}(\text{Br}=\text{O})$$

$$\Delta_k H^\circ(A) = 0,5 \cdot 31 + 0,5 \cdot 193 + 498 - 2 \cdot 300 = +10 \text{ kJ/mol}$$

Hasonlóképpen

$$\Delta_k H^\circ(B) = -89 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_k H^\circ(C) = +13 \text{ kJ/mol}$$

A feladatra 15 megoldás érkezett, a pontátlag 7,92 volt. Hárman adtak be hibátlan megoldást (Bolgár Péter, Tihanyi Gergely és Vörös Zoltán János). A legtöbb hiba a BrO_2 szerkezetének hibás felírásából származott.

(Érsek Gábor)

HO-92. A vizes fázisban BG^+ felesleg van, de a szerves fázisban $[\text{AuCl}_4^-(\text{org})] : [\text{BG}^+(\text{org})] = 1:1$. A bevezetőben megadott adatok alapján számítsuk ki az extrakciós egyensúlyi állandót:

$$K_d = [\text{AuCl}_4^-(\text{org})][\text{BG}^+(\text{org})]/[\text{AuCl}_4\text{BG}(\text{org})]$$

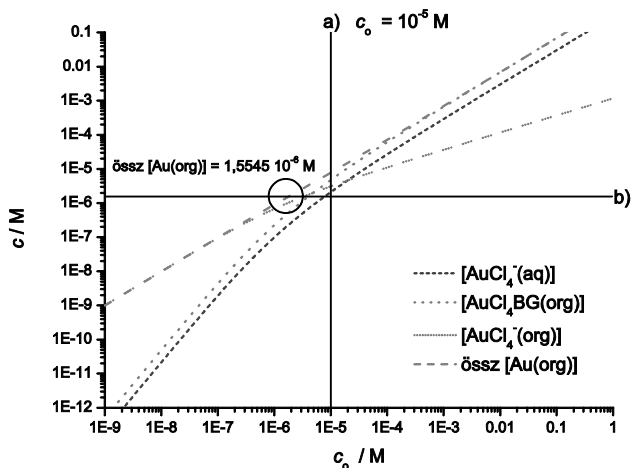
$$K_d = [\text{AuCl}_4^-(\text{org})]^2 / (9 \cdot 10^{-7} - [\text{AuCl}_4^-(\text{org})]) = 2,0 \cdot 10^{-6}$$

$$[\text{AuCl}_4^-(\text{org})] = 6,73 \cdot 10^{-7} \text{ M}$$

$$K_{\text{extr}} = [\text{AuCl}_4^-(\text{org})][\text{BG}^+(\text{org})]/[\text{AuCl}_4^-(\text{aq})]$$

$$K_{\text{extr}} = [\text{AuCl}_4^-(\text{org})]^2 / 10^{-7} = 4,53 \cdot 10^{-6}$$

A fentiek alapján az egyes fázisokban a specieszek változása kifejezhető a kiindulási koncentráció (c_0) függvényében. Az összefüggést az alábbi ábra szemlélteti, melyről az a) és b) feladat megoldása is leolvasható, illetve az egyenletekbe helyettesítéssel számolható.



$$c_0 = [\text{AuCl}_4^-(\text{aq})] + [\text{AuCl}_4^-(\text{org})] + [\text{AuCl}_4\text{BG}(\text{org})]$$

$$c_0 = [\text{AuCl}_4^-(\text{org})] + [1/(2,0 \cdot 10^{-6}) + 1/(4,53 \cdot 10^{-6})] [\text{AuCl}_4^-(\text{org})]^2$$

$$[\text{AuCl}_4^-(\text{org})] = [(1 + 4 \cdot c_0 \cdot 720575)^{0,5} - 1]/2/720575$$

$$K_{\text{extr}} = [\text{AuCl}_4^-(\text{org})]^2 / [\text{AuCl}_4^-(\text{aq})] = 4,53 \cdot 10^{-6}$$

$$[\text{AuCl}_4^-(\text{aq})] = [\text{AuCl}_4^-(\text{org})]^2 / 4,53 \cdot 10^{-6}$$

$$[\text{AuCl}_4^-(\text{aq})] = \{[(1 + 4 \cdot c_0 \cdot 720575)^{0,5} - 1]/2/720575\}^2 / 4,53 \cdot 10^{-6}$$

$$K_d = [\text{AuCl}_4^-(\text{org})]^2 / [\text{AuCl}_4\text{BG}(\text{org})] = 2,0 \cdot 10^{-6}$$

$$[\text{AuCl}_4\text{BG}(\text{org})] = [\text{AuCl}_4^-(\text{org})]^2 / 2,0 \cdot 10^{-6}$$

$$[\text{AuCl}_4\text{BG}(\text{org})] = \{[(1 + 4 \cdot c_0 \cdot 720575)^{0,5} - 1]/2/720575\}^2 / 2,0 \cdot 10^{-6}$$

a) $c_0 = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ M} \rightarrow [\text{AuCl}_4^-(\text{org})] = 3,096 \cdot 10^{-6} \text{ M};$

$$[\text{AuCl}_4^-(\text{aq})] = 2,114 \cdot 10^{-6} \text{ M}; [\text{AuCl}_4\text{BG}(\text{org})] = 4,791 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$[\text{Au}(\text{org})]_{\text{össz}} = [\text{AuCl}_4^-(\text{org})] + [\text{AuCl}_4\text{BG}(\text{org})] = 7,886 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

Ez a kiindulási koncentráció 78,86%-a.

b) A Lambert–Beer-törvény alapján a szerves fázis teljes festékkoncentrációja ($[\text{BG}(\text{org})] = [\text{Au}(\text{org})]_{\text{össz}}$) egyenesen arányos a mért abszorbanciával.

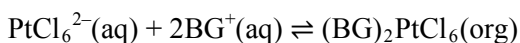
$$[\text{Au(org)}]_{\text{össz}} = 0,19/0,11 \cdot 9 \cdot 10^{-7} \text{ M} = 1,555 \cdot 10^{-6} \text{ M}.$$

$$\text{Ebből } c_0 = 1,787 \cdot 10^{-6} \text{ M}; [\text{AuCl}_4^-(\text{org})] = 1,027 \cdot 10^{-6} \text{ M};$$

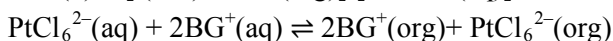
$$[\text{AuCl}_4^-(\text{aq})] = 2,327 \cdot 10^{-7} \text{ M}; [\text{AuCl}_4\text{BG(org)}] = 5,274 \cdot 10^{-7} \text{ M}.$$

c) A megadott abszorbanciákból (a bevezetőben ismertetett adatok alapján) a szerves fázis teljes BG koncentrációja meghatározható, ami megadja a teljes Pt(IV)-tartalmat is: $[\text{BG(org)}]_{\text{össz}} = \frac{1}{2}[\text{Pt(org)}]_{\text{össz}}$.

A folyamatra – a szerves fázisban zajló disszociáció elhanyagolásával – két modellreakció írható fel:



$$K_{\text{extr}}(1) = [(\text{BG})_2\text{PtCl}_6(\text{org})]/[\text{PtCl}_6^{2-}(\text{aq})]$$



$$K_{\text{extr}}(2) = 4[\text{PtCl}_6^{2-}(\text{org})]^3/[\text{PtCl}_6^{2-}(\text{aq})]$$

Szerves fázis abszorbanciája	$[\text{Pt(org)}]_{\text{össz}}$	$[\text{PtCl}_6^{2-}(\text{aq})]$	$K_d(1)$	$K_d(2)$
0,050	$1,023 \cdot 10^{-7}$	$8,977 \cdot 10^{-7}$	0,257	$4,30 \cdot 10^{-14}$
0,15	$3,068 \cdot 10^{-7}$	$2,169 \cdot 10^{-5}$	0,0287	$4,32 \cdot 10^{-14}$
99%-ban kioldódott	99c	c	99c/c = 99	$4(99c)^3/c = 3881196c^2$

Az első modell tűnik a kevésbé megbízhatónak, hiszen a számított $K_d(1)$ -ek közt lényeges eltérés mutatkozott, valamint a 99 %-os extrakció csak $K_d(1) = 99$ értéknél volna elérhető. A második modell felhasználásával $c = 1,05 \cdot 10^{-10} \text{ M}$, ez $100c = 1,05 \cdot 10^{-8} \text{ M}$ -os kiindulási koncentrációt jelent.

A feladatra összesen 15 megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 6,8 pont. Jellemző hiba volt, hogy megfelezték a kiindulási koncentrációkat az extrakció során hozzáadott szerves oldószer okozta össztérfogat-növekedés miatt, azonban ez a két oldószer nem elegyedik, külön fázist képez. A fizikai kép leírásához tehát az egyes fázisokra vonatkoztatott koncentrációkat kell

használnunk. Ilyenkor érdemes egy egyszerű példába belegondolni, pl. vajon hogyan befolyásolná az egyensúlyt, ha az egyik oldószert térfogatát növelni kezdenénk.

A feladatban szereplő extrakciós egyensúlyi állandót többen nem a megadott formában írták fel, gyakran megfeledeztek a disszociációról és a számlálóban a szerves fázis teljes arany(III)-tartalmát szerepeltették.

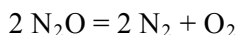
A c) feladat megoldása során sokan megkerülték a $[BG^+(org)]$ koncentrációk közvetlen számítását, ők csupán az abszorbanciaarányokból következtettek az egyensúlyi állandóra.

(Mizsei Réka)

HO-93. a) A felezési időt jelölje $t_{1/2}$, ekkor a definíció szerint:

$$c = \frac{c_0}{2} = c_0 e^{-kt_{1/2}} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-kt_{1/2}} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

b) A dinitrogén-oxid bomlása:



Zárt edényről lévén szó, az anyagmennyiség, a koncentráció és a nyomás egymással egyenesen arányos. Használjunk nyomásegységeket!

A 421 Pa nyomásnövekedés a keletkezett oxigénnek tulajdonítható. Ennek megfelelően az N_2O parciális nyomása 842 Pa-lal, 2985 Pa-ra csökkent. A kiindulási anyag exponenciális csökkenését figyelembe véve:

$$2985 \text{ Pa} = 3827 \text{ Pa} e^{-k \cdot 24\text{h}} \Rightarrow k = 0,01035 \text{ h}^{-1} \Rightarrow t_{1/2} = 66,95 \text{ h}$$

c) Az $aA \rightarrow bB + cC$ folyamat határozza meg a reakcióelegy koncentrációit. Ha a kiindulási koncentráció $[A]_0$, akkor

$$[B] = \frac{b}{a}([A]_0 - [A])$$

A termék és kiindulási anyag koncentrációjának megegyezésének feltétele:

$$[A] = \frac{b}{a}([A]_0 - [A]) \Rightarrow [A] = \frac{[A]_0}{1 + \frac{a}{b}}$$

Vegyük észre, hogy a koncentrációra kapott képletben az $1 + a/b$ állandó a felezési idő képletében levő kettessel analóg, így a keresett idő:

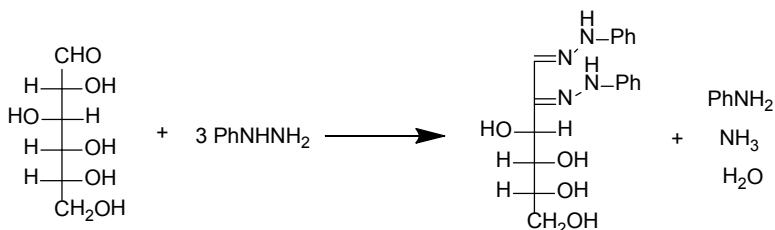
$$t = \frac{\ln\left(1 + \frac{a}{b}\right)}{k}$$

A másik termék esetében csupán a b együtthatót kell c -re cserélni.

A feladat, bár nem iskolai anyagot érint, nagyon könnyűnek bizonyult. Egyedül az utolsó rész levezetését bonyolította túl szinte mindenki. Sokan elfeledkeztek az idő mellett a koncentráció megadásáról.

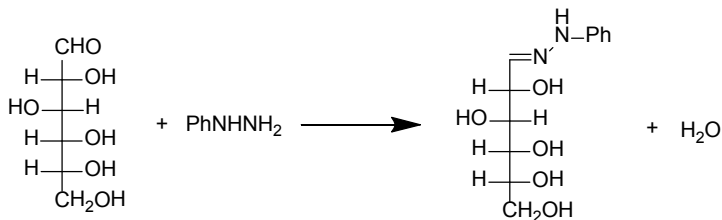
(Magyarfalvi Gábor)

HO-94. a) A D-glükóz és a fenil-hidrazin reakciójának rendezett egyenlete:

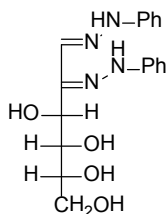


A reakcióban a glükóz fenil-oszazonja mellett még ammónia, víz és anilin is keletkezik.

b) Glükózt ekvimoláris mennyiségű fenil-hidrazinnal enyhe körülmények között reagáltatva az aldehid megfelelő fenil-hidrazonja keletkezik.



c) Mindkét kiindulási anyag esetén (D-mannóz és D-fruktóz) ugyanazt az oszazont kapjuk, mint a glükóz esetén:



Ez azzal magyarázható, hogy a 3-as, 4-es és 5-ös szénatomok konfigurációja e vegyületekben megegyezik, az 1-es és a 2-es szénatomok konfigurációja viszont nem számít, mert ezen információ az oszazonképzés során elveszik.

d) A D-galaktóz/D-talóz esetén a 3-as, 4-es és 5-ös szénatomok konfigurációja megegyezik, így a két oszazon is megegyezik.

A D-glükóz/L-glükóz oszazonja különböző, mivel a két molekula minden kiralitáscentrumának konfigurációja különböző.

A D-allóz/D-talóz esetben a 2-es szénatom mellett a 3-as és a 4-es szénatomok konfigurációja is eltér, így a két oszazon itt is különböző lesz.

A D-ribóz/D-allóz oszazonja pedig nyilván különböző, hisz a két vegyület szénatomszáma is különböző.

A feladatra 13 megoldás érkezett, ebből 11 hibátlan volt. A feladat pontátlaga 9,73 pont.

(Sarka János)

HO-95. Elsőként számítsuk ki, mekkora mennyiségű anyagot áramoltatunk be a rendszerbe és mekkora mennyiség áramlik ki a rendszerből az egyes anyagok esetén 1 s alatt. Ezek kiszámítása a következő képletekkel történik:

$$n(X, \text{be}) = \Delta V(X, \text{be}) \cdot 1,6 \text{ M és } n(Y, \text{be}) = \Delta V(Y, \text{be}) \cdot 2,1 \text{ M}$$

$$n(X, \text{ki}) = [\Delta V(X, \text{be}) + \Delta V(Y, \text{be})] \cdot c(X, \text{ki})$$

és hasonlóan a többi anyagra, behelyettesítve az adott komponens koncentrációját.

Ez alapján kiszámított értékeket szemlélteti a következő táblázat:

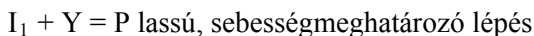
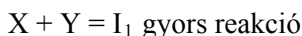
$n(X, \text{be})/\text{mol}$	$n(Y, \text{be})/\text{mol}$	$n(X, \text{ki})/\text{mol}$	$n(Y, \text{ki})/\text{mol}$	$n(P, \text{ki})/\text{mol}$
16	21	5,98	0,964	10,02
32	21	21,96	0,927	10,05
16	42	0,2661	10,53	15,72
32	42	12,32	2,664	19,68

Ez alapján megállapíthatjuk a kiindulási anyagokból elreagált mennyiségeket, valamint a termék mennyiségének ismeretében a reakció sztöchiometriáját.

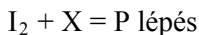
$n(X)/\text{mol}$	$n(Y)/\text{mol}$	$n(P)/\text{mol}$	mólarányok
10,02	20,036	10,02	1:2:1
10,04	20,073	10,05	1:2:1
15,7339	31,47	15,72	1:2:1
19,68	39,336	19,68	1:2:1

Tehát ez alapján a reakció egyenlete: $X + 2 Y = P$.

A fenti reakció lejátszódásához azonban három darab molekula összeütközése volna szükséges, ha a reakciót elemi reakciónak tételeznénk fel, így realisabb mechanizmus lehet:



Bolgár Péter javasolta a következő utat:



Ezek után felírhatjuk az általános sebességi egyenletet a reakcióra.

$$v = k[X]^{\alpha}[Y]^{\beta}[P]^{\gamma}$$

majd beszorozva a reaktor térfogatával és logaritmizálva kaphatjuk a következő egyenletet:

$$\ln(vV_r) = \ln(kV_r) + \alpha \ln[X] + \beta \ln[Y] + \gamma \ln[P] \text{ ahol } v = d[P]/dt$$

Látható, hogy a reakció sebességi állandója és a tartály térfogata ennyi adatból nem határozható meg külön-külön, csupán szorzatukat tudjuk megadni. A 4 kísérlet adatait logaritmizálva megkaphatjuk az egyes

koefficiens értékeket, majd megoldva a négyismeretlenes egyenletrendszer ezt kaphatjuk:

$$\ln(kV_r) = 9,57 \text{ azaz } kV_r = 1,44 \cdot 10^3$$

$$\alpha = 1,00, \beta = 2,00, \gamma = 0,01$$

tehát a reakció sebességi egyenlete: $v = k[X][Y]^2$ azaz X anyagra nézve elsőrendű, Y anyagra nézve másodrendű, P-re nézve pedig nulladrendű a reakció. Ezek a rendek az előegyensúlyos mechanizmusnak felelnek meg.

A feladatra összesen 12 megoldás érkezett, ezek közül egyik sem volt hibátlan. Gyakori hiba volt a mechanizmus kihagyása és a sebességi egyenlet nem kellően általános felírása. A pontátlag 6,45.

(Érsek Gábor)

HO-96. a) A 4 nukleotidnak $4^3 = 64$ kombinációja létezhet. Ebből 61 kodon kódol a növekvő polipeptidláncba beépülő aminosavat, a fennmaradó 3 pedig STOP kodon, melyek a transzlációs folyamat végét jelentik. Egy ismert aminosav-szekvenciájú fehérje mRNS-szekvenciája nem mondható meg, mivel a genetikai kód redundáns, egy aminosavat több kodon is kódol.

b) A leucint 6 különböző kodon kódolja, ezért 6 különböző tRNS szállítja, míg a metionint csupán egy kodon kódolja, ezt egyetlen tRNS szállítja. Egyes szervezetekben az utóbbi kodon felelős a transzláció kezdetéért, ez kódolja az N-terminális aminosavat, az N-formil-metionint. A metionint és az N-formil-metionint viszont különböző tRNS-ek szállítják.

c)

i) Met-Asp-His-Ala-Ile-Asn-Val-Val-Gly-Trp-Ser-Val-Asp-Thr-Leu-Asp-Asp-Gly-Thr-Glu-Ala vagy

fMet-Asp-His-Ala-Ile-Asn-Val-Val-Gly-Trp-Ser-Val-Asp-Thr-Leu-Asp-Asp-Gly-Thr-Glu-Ala

attól függően, hogy prokarióta, eukarióta vagy archea szintetizálja a fehérjét.

ii) A 3. aminosav tirozin, az utolsó valin, a többi pozíció az előzővel megegyező.

iii) Az N-terminális aminosav izoleucin. A többi pozíció megegyezik az elsővel. Megjegyzendő, hogy baktériumok esetén a transzláció nem indulna meg a START kodon nélkül.

iv) Az utolsó előtti kodon a STOP kodon lesz, mely a i) pontban leírtnál két aminosavval rövidebb peptidet eredményez.

d) AUG-GAU/C-GUN-AAU/C-CAU/C-CCN-GAA/G-UAU/C-GGN-AAA/G

e) A fehérje $51000/110 \approx 464$ aminosavból épül fel. Ennek alapján a kódoló mRNS $464 \cdot 3 + 3 = 1395$ nukleotid egységből épül fel, a STOP kodont is beleértve. A mRNS hossza: $1395 \cdot 0,34 = 474,3 \approx 474$ nm. A fehérje bioszintéziséhez szükséges idő $1395/20 = 69,7 \approx 70$ s, ami kicsivel hosszabb mint egy perc.

f) Figyelembe véve, hogy az A:C arány 1:5, annak valószínűsége, hogy valamely pozícióban A-t vagy C-t találunk rendre $1/6$ és $5/6$. Tehát az alább felsorolt kodonok megtalálási valószínűsége:

$$AAA = (1/6)^3 = 1/216$$

$$CCC = (5/6)^3 = 125/216$$

$$AAC = (1/6)^2 \cdot 5/6 = 5/216$$

$$CCA = (5/6)^2 \cdot 1/6 = 25/216$$

$$ACA = 1/6 \cdot 5/6 \cdot 1/6 = 5/216$$

$$CAC = 5/6 \cdot 1/6 \cdot 5/6 = 25/216$$

$$ACC = 1/6 \cdot (5/6)^2 = 25/216$$

$$CAA = 5/6 \cdot (1/6)^2 = 5/216$$

A genetikus kód táblázatát használva az aminosav-arányra: Lys:Asn:Thr:Pro:His:Gln = 1:5:30:150:25:5 arányt kapunk.

g) A glutamint GAA és GAG kódolja, míg a hisztidint CAU és CAC. Ahhoz, hogy ez a mutáció létrejöhessen, az 1. és 3. bázispárnak is meg kellene változnia, ami meglehetősen valószínűtlen. Olyan mutációk, ahol egy bázispár változik meg, meglehetősen gyakoriak, többek között erre példa a Glu mutációja Gln-re.

Egyetlen hibátlan megoldás született, Palya Dóráé, de nagyon sok megoldó ért el közel maximális pontszámot. Az apró figyelmetlenségeken kívül a két leggyakoribb hiba annak figyelmen kívül hagyása, hogy a START kodon is kódol aminosavat, valamint az e) feladatrészen az, hogy számolni kell a STOP kodonnal is.

(Najbauer Eszter Éva)

**A KÖKÉL 2012/2013. tanévi H feladatsorának kiemelkedő
eredményei (maximálisan elérhető: 200 pont)**

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Sályi Gergő ELTE Apáczai Csere János Gyak. Gimn., Budapest	Villányi Attila	186
2	Palya Dóra Karacs Ferenc Gimnázium, Püspökladány	Palyáné Berki Éva, Palya Tamás	182
3	Tihanyi Gergely Budapesti Fazekas Mihály Ált. Iskola és Gimn.	Dr. Keglevich Kristóf	180
4	Baglyas Márton Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	Nagy István	178
5	Vörös Zoltán János Váci Mihály Gimnázium, Tiszavasvári	Bényei András	177
6	Bolgár Péter Eötvös József Gimnázium, Tiszaújváros	Kissné Ignáth Tünde	176
7	Székely Eszter Budapesti Fazekas Mihály Ált. Iskola és Gimn.	Albert Attila	175
8	Sárvári Péter ELTE Apáczai Csere János Gyak. Gimn., Budapest	Villányi Attila, Sebő Péter	166
9	Czipó Bence Budapesti Fazekas Mihály Ált. Iskola és Gimn.	Albert Attila	164
10	Sütő Péter Szent István Gimnázium, Budapest	Dr. Borbás Réka	153
11	Szanthoffer András Eötvös József Gimnázium, Budapest	Dancsó Éva	138
12	Angyal Péter Ciszterci Szent István Gimnázium, Székesfehérvár	Takácsné Kovács Anikó	125
13	Góger Szabolcs Szt. Orsolya R. Kat. Gimn. és Kollégium, Sopron	Sántha Erzsébet	122
14	Ignác Gergő Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc	Endrész Gyöngyi	104
15	Virágh Anna Vörösmarty Mihály Gimnázium, Érd	Versits Livia	95