

GONDOLKODÓ



Megoldások

A51. Mivel Vendel nevének minden betűje egy vegyjel, ezért a feladat megoldása során csak az egy betűs vegyjelek jöhetnek szóba.

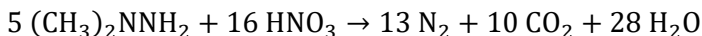
- 1) Hidrogén (**H**), melyben 0 neutron jut az 1 db elektronra.
- 2) A francia forradalom 1789-ben kezdődött, ebben az évben az uránt (**U**) fedezték fel.
- 3) Marie-Henri Beyle (Stendhal) két regénye a Vörös és fekete és a Vörös és fehér, melyek a foszfor (**P**) allotróp módosulatai.
- 4) A földkéreg leggyakoribb eleme az oxigén (**O**).
- 5) Ez a vanádium (**V**). A V betű ezen kívül egyedül a livermorium vegyjelében (**Lv**) fordul elő, amit 2012 óta hívnak így.
- 6) Ez a szén (**C**), mivel 1 atom tömege $2 \cdot 10^{-23}$ g, 1 mol atomé tehát 12 g.
- 7) Ez a kén (**S**). Ha egy atom van a molekulában, 256,5 g/mol lenne a moláris tömeg, ami nem lehetséges. Ezt 2-vel osztva (128,25 g/mol) sem találunk elemet (bár a jód elég közel van 126,9 g/mol-lal), de 8-cal osztva 32,06 g/mol-t kapunk, ami a kén moláris tömege.
- 8) Ez a jód (**I**). Olyan betűt keresünk, ami önmagában és az S-sel együtt is vegyjelet ad, és mivel nem a második periódusban van, a B (Sb), C (Cs), N (Sn), O (Os) kiesik, így marad az I (Si).
(Ez a betű lehetne még a H (Hs), de azt a feladat szövege kizárja, hogy egy betű kétszer forduljon elő.)
- 9) Ez a kálium (**K**), amit régen hamanynak hívtak.

Ezek alapján Vendel vezetéknéve: **HUPOVCSIK**.

A feladatra 7 hibátlan megoldás érkezett. A pontátlag 9,1 pont.

(Sarka János)

A52. a) Ha az oxidálószer tiszta salétromsav, akkor a következő sztöchiometrikus reakció játszódhat le:



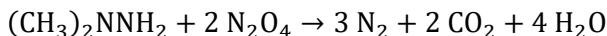
A reakcióegyenletből láthatjuk, hogy 5:16 mólarányban reagálnak az anyagok, ebből következik, hogy a tömegarány:

$$5 \text{ mol} \cdot 60 \text{ g/mol} : 16 \text{ mol} \cdot 63 \text{ g/mol} = 300 \text{ g} : 1008 \text{ g}$$

Vagyis a tömegarány ebben az esetben:

$$m(\text{oxidálószer}) : m(\text{hajtóanyag}) = 1008 : 300 (= 3,36)$$

b) Az előző pontban megismert reakción kívül a következő egyenlettel kell számolnunk:



Egyféle megoldás, ha feltételezünk 100 g oxidálószer-keveréket (mivel arányokat számolunk mindegy, hogy mennyit). Ebből 73 g HNO_3 és 27 g N_2O_4 .

Az oxidálószerek anyagmennyisége:

$$73 \text{ g} : 63 \text{ g/mol} = 1,16 \text{ mol } \text{HNO}_3$$

$$27 \text{ g} : 92 \text{ g/mol} = 0,29 \text{ mol } \text{N}_2\text{O}_4$$

Az oxidálószerek által fogyasztott hajtóanyag anyagmennyisége:

$$1,16 \text{ mol} \cdot 5/16 + 0,29 \text{ mol} \cdot 1/2 = 0,51 \text{ mol}$$

A hajtóanyag tömege:

$$0,51 \text{ mol} \cdot 60 \text{ g/mol} = 30,6 \text{ g}$$

A tömegarány tehát:

$$m(\text{oxidálószer}) : m(\text{hajtóanyag}) = 100 : 30,6 (= 3,27)$$

Az átlagpontoszám 6,73 pont. Gyakori hiba volt, hogy nem a kérdésre válaszoltak a versenyzők. A kérdés a tömegarány volt, így nem fogadható el teljes értékű megoldásnak csak a mólarány vagy a tömegszázalékos összetétel.

(Csenki János Tivadar)

A53. A triaceton-triperoxid összegképlete $\text{C}_9\text{H}_{18}\text{O}_6$, azaz 1 mólját oxigénmentes környezetben felrobbantva a termékekben összesen 9 mol C-atomnak, 18 mol H-atomnak és 6 mol O-atomnak kell lennie. A feladat adatai alapján az égéstermékek: 1,3 mol CO_2 , 2,44 mol CO,

2,61 mol CH_4 , 0,63 mol C_2H_6 , 0,49 mol C, 0,48 mol H_2 , 0,96 mol H_2O és 0,15 mol ismeretlen vegyület. Az ismert termékekben összesen $(1,3 + 2,44 + 2,61 + 0,63 \cdot 2 + 0,49)$ mol = 8,1 mol C-atom volt. Hasonlóan számolva a H-atomok mennyisége a termékekben:

$$(2,61 \cdot 4 + 0,63 \cdot 6 + 0,48 \cdot 2 + 0,96 \cdot 2) \text{ mol} = 17,1 \text{ mol}$$

míg az O-atomok mennyisége:

$$(1,3 \cdot 2 + 2,44 + 0,96) = 6 \text{ mol}$$

Ez alapján a maradék 0,15 mol ismeretlen vegyületben a C-atomok mennyisége $(9 - 8,1)$ mol, azaz 0,9 mol, a H-atomoké pedig összesen $(18 - 17,1)$ mol, ami szintén 0,9 mol. Látható, hogy O-atomból az ismert termékekben összesen éppen annyi van, mint a kiindulási vegyület 1 móljában, tehát O-atom nincs az ismeretlen vegyület molekulájában. Az oxigénmentes térben történő robbanás miatt feltételezhetően más egyéb atom sincs a szénen és hidrogénen kívül az ismeretlen vegyületben, így annak 0,15 mólja 0,9 mol C-atomot és 0,9 mol H-atomot tartalmaz. Ez alapján a vegyület 1 móljában 6 mol C és 6 mol H van, vagyis összegképlete C_6H_6 , a vegyület valószínűleg a benzol.

A feladatra sok hibátlan megoldás érkezett, közülük kiemelkedően szép volt Czakó Áron, Fraknói Ádám és Takács Titanilla megoldása. Több esetben hiba volt, hogy az ismeretlen vegyület moláris tömegét a tömegmegmaradás alapján meghatározva a megoldók nem igazolták azt, hogy a vegyület 1 móljában valóban 6 szén- és 6 hidrogénatom van és nincs benne oxigénatom.

(Vörös Tamás)

A54. A vizsgált anyag 57 mg-ja 100 trillió, azaz $100 \cdot 10^{18}$ db molekulát tartalmaz. Ez alapján ekkora tömegű minta anyagmennyisége $(100 \cdot 10^{18}) / (6 \cdot 10^{23}) \text{ mol} = 1,67 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$. A tömeg és az anyagmennyiség ismeretében kiszámítható a vizsgált anyag moláris tömege, amely $(57 \cdot 10^{-3} \text{ g}) / (1,67 \cdot 10^{-4} \text{ mol}) = 342 \text{ g/mol}$.

A keresett anyagról tudjuk, hogy 45-ször annyi atom van benne, mint molekula, tehát molekulánként 45 atomot tartalmaz. Ennek a 45 atomnak kb. a negyede, vagyis 11 atom oxigén, kb. a fele, azaz 22 vagy 23 atom hidrogén és a maradék 11–12 atom szén. Figyelembe véve, hogy a vegyület moláris tömege 342 g/mol, az előbbieket alapján

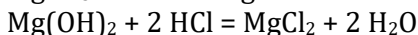
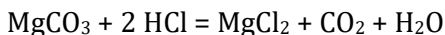
adódó $C_{11}H_{23}O_{11}$ és $C_{12}H_{22}O_{11}$ képletek közül csak az utóbbi lehet helyes.

A keresett anyag képlete tehát $C_{12}H_{22}O_{11}$, a háztartásban is megtalálható ilyen összegképletű anyag például a szacharóz (répacukor, étkezési cukor).

A feladatra sok hibátlan, szép megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 8,4 pont.

(Vörös Tamás)

A55. A $MgCO_3$ és $Mg(OH)_2$ sósavban való oldódása során lejátszódó reakciók egyenlete:



Tekintsünk minden ásványból 1 mol-t, melynek tömege m . Az ehhez szükséges HCl anyagmennyisége n_{HCl} , ami $m_{sósav}$ tömegű 20 $m/m\%$ -os sósavban van. Az oldatból eltávozó CO_2 anyagmennyisége a fenti reakcióegyenletek alapján n_{CO_2} , tömege m_{CO_2} . A keletkezett oldat tömege $m + m_{sósav} - m_{CO_2} = m_{oldat}$. A keletkező $MgCl_2$ anyagmennyisége a fenti reakcióegyenletek alapján n_{MgCl_2} , tömege m_{MgCl_2} . Ezek alapján már kiszámíthatjuk a keletkezett oldat tömegszázalékos összetételét: $w_{oldat} = m_{MgCl_2} / m_{oldat} \cdot 100\%$.

A fentiek alapján kiszámított eredmények az alábbi táblázatban láthatóak.

	m / g	$m_{sósav} / g$	m_{CO_2} / g	m_{oldat} / g	m_{MgCl_2} / g	w_{oldat}
1.	84,3	365	44,0	405,3	95,3	23,5
2.	120,3	365	44,0	441,3	95,3	21,6
3.	138,3	365	44,0	459,3	95,3	20,7
4.	174,3	365	44,0	495,3	95,3	19,2
5.	196,6	730	44,0	882,6	190,6	21,6
6.	466	1825	176	2115,0	476,5	22,5
7.	485,5	1825	176	2134,5	476,5	22,3

Az egyes sorszámok a különböző ásványokat jelentik:

1. MgCO_3 ; 2. $\text{MgCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 3. $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; 4. $\text{MgCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$;
5. $\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; 6. $4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$;
7. $4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

A számítások alapján a MgCO_3 oldása során keletkezik a legtöményebb, 23,5 m/m%-os, a $\text{MgCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ oldása során keletkezik a leghígabb, 19,2 m/m%-os magnézium-klorid-oldat.

A pontátlag 7,4. Hibátlan megoldást küldött be Kis Dávid, Kubicsek Ferenc, Molnár Balázs és Simon Dávid Péter. A feladatra sok jó megoldás érkezett, a legtöbb hiba figyelmetlenségből származott. A 2. és 3. sorszámmal jelölt ásvány esetén a számítás kihagyható, hiszen a magnézium-klorid-oldat töménysége csökken az 1 mol magnézium-karbonát mellett jelenlévő kristályvíz anyagmennyiségének növekedésével, erre sokan rájöttek.

(Palya Dóra)

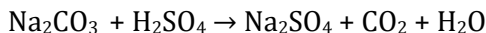
A56. A feladatban 10 g sósavat és 10 g salétromsavoldatot öntöttünk össze, majd hígítottuk 5 dm³-re. Legyen az oldatok összetétele x m/m %. Ekkor a savoldatok 0,1x g oldott anyagot tartalmaznak. Mivel mindkét sav egyértékű erős sav, így teljesen disszociálnak és az összes sav anyagmennyisége egyenlő lesz az oxóniumionok anyagmennyiségével. Vagyis a megoldandó egyenlet:

$$(0,1 x/36,5 + 0,1 x/63) = 5 \cdot 6,92 \cdot 10^{-3}$$

Az egyenletet megoldva $x = 8$ értéket kapunk, vagyis a savoldatok 8 m/m%-osak voltak.

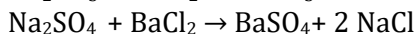
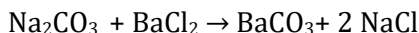
(Rutkai Zsófia)

A57. Érdemes a második kísérlettel kezdeni a számolást, itt ugyanis csak a Na_2CO_3 reagál az alábbi egyenlet szerint:



A keletkező 0,147 dm³ gáz tehát a szén-dioxid, aminek az anyagmennyisége: $n(\text{CO}_2) = 0,147/24,5 = 0,006$ mol. Vagyis a felírt egyenlet szerint láthatjuk, hogy 0,006 mol Na_2CO_3 volt a kiindulási keverékben, ennek tömege: $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,006 \text{ mol} \cdot 106 \text{ g/mol} = 0,636 \text{ g}$.

Az első mintával végzett kísérlet során mindkét kiindulási anyagból képződik csapadék az alábbi egyenletek szerint:

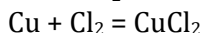
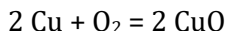


Mivel tudjuk, hogy 0,006 mol Na_2CO_3 van a keverékben, 0,006 mol BaCO_3 csapadék fog keletkezni, ennek tömege $0,006 \cdot 197,3 = 1,184$ g. Vagyis a maradék $1,781 \text{ g} - 1,184 \text{ g} = 0,597 \text{ g}$ a BaSO_4 tömege. Ebből pedig kiszámolható a kiindulási Na_2SO_4 tömege: $n(\text{BaSO}_4) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2,56 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$. $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ g/mol} \cdot 2,56 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,363 \text{ g}$.

A keverék összetétele 36,3 m/m% Na_2SO_4 és 63,7 m/m% Na_2CO_3 .

(Rutkai Zsófia)

A58. a) A lejátsszódó reakciók egyenletei:



A réz anyagmennyisége $0,165 \text{ g} / (63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) = 0,00260 \text{ mol}$. Ebből x mol Cu CuO-dá alakul és x mol CuO keletkezik belőle, ami $79,5x$ g. $(0,00260 - x)$ mol Cu CuCl_2 -dá alakul és $(0,00260 - x)$ mol CuCl_2 keletkezik belőle, ami $134,5(0,00260 - x)$ g. Tudjuk, hogy a termék tömege 0,07 grammal nagyobb, mint a kezdeti réz tömege, azaz $0,165 \text{ g} + 0,07 \text{ g} = 0,235 \text{ g}$. Ezek alapján felírható az alábbi egyenlet:

$$79,5x + 134,5(0,00260 - x) = 0,235$$

Az egyenletet megoldva $x = 0,00208 \text{ mol}$ adódik. Tehát a termék összetétele (a fenti kifejezésekbe behelyettesítve): 0,165 g (70,4 m/m%) réz(II)-oxid és 0,070 g (29,6 m/m%) réz(II)-klorid.

b) Mivel a kapott terméknek csak a 81,9%-át tudjuk kinyerni, ezért csak $0,00208 \text{ mol} \cdot 0,819 = 0,00170 \text{ mol}$ CuO vesz részt az etanol oxidációjában. A feladatban szereplő reakcióegyenlet alapján ebből 0,00170 mol acetaldehid keletkezik, melynek tömege 0,0750 g.

A pontátlag 9,1. A feladat könnyűnek bizonyult, sokan küldtek be hibátlan megoldást. A hibák főként figyelmetlenségekből és elírásokból adódtak.

(Palya Dóra)

A59. A lángfestés alapján a fémet a következők lehetnek:

sárga: nátrium, ibolya: kálium, téglavörös: kalcium, halványzöld: bárium, rubinvörös: rubídium, kék: cézium, zöldeskék: réz.

Mivel egyik anyag sem adott reakciót sem sósavval (karbonátok, szulfidok, szulfidok) sem bárium-kloriddal (foszfátok, szulfátok), viszont ezüstionokkal mindegyik esetben fehér csapadék vált le, ezért az anyagok kloridok lehetnek.

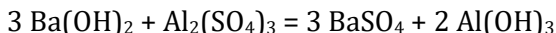
A keresett sók tehát: NaCl (fehér), KCl (fehér), CaCl_2 (fehér), BaCl_2 (fehér), RbCl (fehér), CsCl (fehér), $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (kékeszöld).

Mivel a CuCl_2 vízmentesen barna színű, $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -ként lehetett jelen, amely kékeszöld.

A feladat pontátlaga 8,8. Hibátlan megoldást küldött be Czákó Áron és Kubicsék Ferenc. Érdemes megemlíteni, hogy ugyan a PbCl_2 -nek kék a lángfestése, de az anyag desztillált vízben nem oldódik fel.

(Sarka János)

A60. a)



b) Akkor valósítható meg egy lehetőség, ha létezik egy-egy, a feltételnek megfelelő bárium-hidroxid-, illetve alumínium-szulfát-oldat, melyeket összeöntve és a csapadékokat kiszűrve pontosan 100 g vizet kapunk. Mindkét sónak van egy oldhatósági értéke, ennél töményebb oldatot nem készíthetünk.

A feltételekben csak egy kikötés szerepel, ezen kívül van még a 100 g víz és a reakcióegyenlet, azaz összesen 3 kikötés. Viszont változtatható paraméter 4 darab is van (az oldatok töménysége, illetve a tömegük). Ez pedig azt vetíti előre, hogy ha találunk megoldást, akkor abból több lesz. Így kiindulásként rögzíthetjük az egyik oldat töménységét, mely legyen a telített bárium-hidroxid-oldat.

Az első feltétel az, hogy egyenlő tömegű oldatokat öntsünk össze. Legyen a bárium-hidroxid-oldatban x g víz. Emellett $0,0389x$ g bárium-hidroxid lesz, mely $0,227x$ mmol-nak felel meg. Ez $0,076x$ mmol alumínium-szulfáttal reagál az egyenlet alapján, aminek a tömege $0,0259x$ g. Emellett $(100-x)$ g víz van, így az oldat tömege $(100-0,9741x)$ g. Ez

egyenlő a kiindulási oldat tömegével ($1,0389x$ g). Ez alapján x -re 49,68 g adódik. Belátható, hogy ez megfelel az oldhatósági feltételnek, tehát ez a lehetőség megvalósítható.

A második lehetőség szerint a 100 g víz mellett 100 g csapadéknak kell keletkeznie. A reakcióegyenlet alapján kiszámolható, hogy 100 g csapadék 60,04 g bárium-hidroxidból és 39,96 g alumínium-szulfátból keletkezik. Látható, hogy egyik mennyiség sem oldható fel 100 g vízben, tehát ez a lehetőség nem megvalósítható.

A harmadik lehetőség esetén induljunk ki ismét telített bárium-hidroxid-oldatból, azaz y g vízből és $0,0389y$ g sóból. Az előző gondolatmenet szerint a $0,0389y$ g báriumsó $0,0259y$ g alumíniumsóval reagál, azaz együttes tömegük $0,0648y$ g, ami a feltétel szerint 5 g. Így y -ra 77,16 g adódik, amiből kiszámolható, hogy az alumínium-szulfát-oldat $8,0$ m/m%-os, tehát a 3. lehetőség is teljesíthető.

A 4. lehetőség nem teljesíthető, mivel a reakcióegyenlet szerint mindig nagyobb tömegű bárium-szulfát fog keletkezni, mint alumínium-hidroxid.

c) Az első feltételnek eleget tesz tehát 51,61 g telített bárium-hidroxid és 51,61 g $2,56$ m/m%-os alumínium-szulfát oldat, míg a harmadik feltételnek eleget tesz 80,16 g telített bárium-hidroxid és 24,84 g $8,0$ m/m%-os alumínium-szulfát oldat.

Sok válaszadó esetében jelentett problémát az, hogy az oldhatóság értékek miatt csak telített oldatok összeöntésében gondolkoztak. Így egyik lehetőség esetén sem teljesíthető a feladat. Elolvassa a kérdéseket, a c) rákérdez az oldatok töménységére, azaz ebből is látható lett volna, hogy nem feltétlenül telített oldatokkal kell számolni. A pontátlag 8,3 volt.

(Bacsó András)

K241. a) A standard légköri nyomás $p = 101325$ Pa, a hőmérséklet $T = 298,15$ K, a levegő átlagos moláris tömege $M_{\text{lev}} = 29$ g/mol. Ebben az állapotban a levegő sűrűsége:

$$\rho_{\text{lev}} = \frac{p}{RT} \cdot M_{\text{lev}} = 1185,4 \text{ g/m}^3$$

A grafén aerogél sűrűsége levegő nélkül $\rho_{\text{gr, lev. nélkül}} = 160 \text{ g/m}^3$.

$$\frac{\rho_{\text{gr, lev. nélkül}}}{\rho_{\text{lev}}} \cdot 100\% = 13,5 \%$$

Tehát a levegő nélküli aerogél sűrűsége 13,5%-a a levegő sűrűségének.

b) Vegyünk $V = 1 \text{ m}^3$ levegős grafén aerogélt. A grafénváz tömege ekkor $m_{\text{gr}} = 160 \text{ g}$, az aerogél tömegének többi részét a vázat kitöltő levegő adja. A levegő térfogata $V_{\text{lev}} = 0,9998 \text{ m}^3$. Ekkor a levegő tömege $m_{\text{lev}} = V_{\text{lev}} \cdot \rho_{\text{lev}} = 1185,2 \text{ g}$.

A levegős grafén aerogél sűrűsége:

$$\rho_{\text{gr, levegős}} = (m_{\text{gr}} + m_{\text{lev}})/V = 1345,2 \text{ g/m}^3$$

c) Induljunk ki most is 1 m^3 levegős aerogélből. Ebben van $m_{\text{C}} = 160 \text{ g}$ szén, ami $N_{\text{C}} = 8 \cdot 10^{24}$ db szénatom.

$$N_{\text{C}} = \frac{m_{\text{C}}}{M_{\text{C}}} \cdot N_{\text{A}} = \frac{160 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}} \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ db/mol} = 8 \cdot 10^{24} \text{ db}$$

Az oxigénmolekulák száma hasonlóan számolható, figyelembe véve hogy a levegő oxigéntartalma 21 $n/n \%$.

$$N_{\text{O}_2} = \frac{m_{\text{lev}}}{M_{\text{lev}}} \cdot N_{\text{A}} \cdot 0,21 = 5,149 \cdot 10^{24} \text{ db}$$

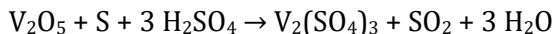
$$\frac{N_{\text{O}_2}}{N_{\text{C}}} = \frac{5,149 \cdot 10^{24} \text{ db}}{8 \cdot 10^{24} \text{ db}} = 0,6437$$

Tehát egy szénatomra átlagosan 0,64 darab oxigénmolekula jut.

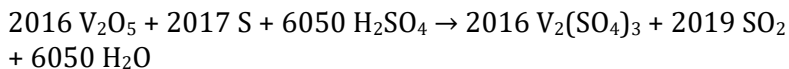
A leggyakoribb hiba az volt, hogy a megoldók úgy számoltak, mintha a 160 g/m^3 a grafén sűrűsége volna, nem pedig az aerogél grafénvázáé, ezért a b) részben rossz eredményt kaptak.

(Simkó Irén)

K242. a) A feladat során meglepetést okozhatott, hogy a felírt egyenletben a kén három különböző oxidációs állapotban is jelen van (0, +4, +6). Ezek közül kettő-kettő a kiindulási és a termékek oldalán is megjelenik. További információ hiányában így több helyesen rendezett egyenlet is felírható. Ez abból is látszik, hogy az egyenletben négyféle atom, de hat anyag szerepel. A négyféle atomra négy anyagmérleg-egyenlet írható fel, így végtelen sok olyan megoldás adódik, amelyek egymásnak nem többszörösei. A valóságban a lejátszódó reakció egyenlete:



de pusztán az anyagmérleg alapján helyes például a



egyenlet is.

b) Mivel a kiindulási anyagok és a termékek között is csak egy vanádiumtartalmú szerepel, így a szükséges V_2O_5 mennyiségét ki tudjuk számolni.

$$m(\text{V}_2\text{O}_5) = m[\text{V}_2(\text{SO}_4)_3] / M[\text{V}_2(\text{SO}_4)_3] \cdot M(\text{V}_2\text{O}_5) = 46,7 \text{ g}$$

Vagyis 100 g $\text{V}_2(\text{SO}_4)_3$ előállításához 46,7 g V_2O_5 kell.

(Rutkai Zsófia)

K243. A kérdés célkitűzése az 50%-hoz minél közelebbi széntartalom megtalálása volt. Szerves vegyületekről lévén szó, a szén mellett a H, O, N, a halogének és esetleg a P és S előfordulását lehet feltételezni.

Érdemes növekvő szénatomszám szerint indulni a kereséssel. Egy-szénatomos vegyületek esetében molekulánként 12 g/mol jut más elemekre, ami a kis rendszámú elemekből nem nyilvánvaló, hogyan hozható össze. Ha az izotópok eszünkbe jutnak, akkor a metán tisztán tríciumot tartalmazó izotopomerje megfelelelhetne, de ennek megkérdőjelezhető a stabilitása, hisz már a trícium sem stabil, sugárzó izotóp.

Két szénatom esetén 24 g/mol kell más elemekből, ez már simán összejön, ilyen vegyület lehet a $\text{C}_2\text{H}_5\text{F}$, az etil-fluorid.

Három szénatomos vegyületnél már oxigénnel is összehozható egy összetétel: $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$. Ehhez a tapasztalati képlethez rengeteg szerkezet is társítható: pl. 1,3-propándial, 2-oxo-propanal, vinil-formiát, akrilsav (propénsav), és még három további gyűrűs vegyület (két gyűrűs észter, egy gyűrűs éter). Ez a néhány még akkor sem a tapasztalati képlethez tartozó összes lehetséges stabil szerkezet, ha nem gondolunk bele, hogy sok további összegképlet is lehetséges (pl.: $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_4$) még sokkal több szerkezettel. Sőt, a tapasztalati képlet tetszőleges számú többszöröse is biztosan takar stabil anyagokat, így még az akrilsavból poliaddícióval keletkező poliakrilsav is ugyanezzel a százalékos széntartalommal bír.

A $\text{C}_3\text{H}_8\text{N}_2$ ugyanúgy egy jó összetétel, számos lehetséges stabil szerkezettel. Ilyen szerkezetek azok, amiben egy kettős kötés és két amino-

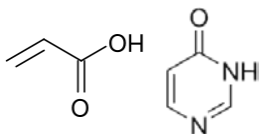
csoport van. Négy szénatomnál is igényel kis fejtörést olyan összegképlet megkeresése, ami jól megfelel. A $C_4H_4N_2O$ lesz ilyen – ehhez is társítható rengeteg szerkezet – aromás, nitrogéntartalmú gyűrűk (imidazolszármazékok), ciano- ($-CN$) csoportot tartalmazó vegyületek. Az 5 szénatomos vegyületek között olyan közismert anyag is akad, mint a purin ($C_5H_4N_4$).

Ahogy nő a szénatomszám, egyre több és több szerkezetet lehet találni tehát az 50%-os széntartalomnál. Ugyanakkor a fenti számok a kerekített relatív atomtömegeket használták. Az elemek pontos atomtömegét használva ezeknek az anyagoknak sem lesz feltétlenül éppen 50% a széntartalma.

Hogyan lehet a lehető legközelebb kerülni az 50%-hoz, és mennyire lehet ezt megtenni?

A pontos atomtömeg-táblázatokban láthatjuk, hogy a szén relatív atomtömege némileg az egész érték felett van a szén-13 izotóp miatt: 12,011. A vegyületünk másik felét adó atomok esetében is pontosan ennek megfelelő eltérés kellene. A hidrogénatomok pontos atomtömege hasonló okból nagyobb az egész értéknél. Az oxigén, a fluor, a foszfor esetében a relatív atomtömeg viszont kisebb az egészeknél. Az etilfluorid széntartalma pl. csak 49,98% a sok hidrogén miatt. A $C_3H_4O_2$, a $C_4H_4N_2O$ esetében az eltérések jól kiegyensúlyozzák egymást, 50,0017 %, illetve 49,9992 % a széntartalmuk, mindkettő nagyon közel van az óhajtott 50%-hoz.

Tovább nincs is értelme keresni. Az egyes elemek pontos atomtömegét ugyanis csak korlátozásokkal ismerjük, mert bizonyos elemek izotópösszetétele mintáról mintára változhat. Az olyan elemek esetén, amelyeknek csak egy izotópja stabil, mint a fluor, igen pontosan meg lehet adni az atomtömeget. A szén és a hidrogén esetében viszont már igazán csak intervallumok adhatóak meg: 1,0078-1,0082, illetve 12,009-12,012 a pontos atomtömege. Ha az atomtömegeket sem ismerjük százazredrésnyi pontossággal, akkor az összetételekre sem jelenthetünk ki semmit ennél nagyobb pontossággal. Ha tehát egy anyag széntartalma 49,999 és 50,001% között van, akkor ennél pontosabban nem jelenthetjük ki az összetételét. Tehát az akrilsav ($C_3H_4O_2$) és a pirimidon ($C_4H_4N_2O$) már a lehető legközelebb van az 50% széntartalomhoz, de ebben nincsenek egyedül, sok más vegyület van ilyen, pl. a $C_5H_{10}FP$ összegképletűek is.



A megoldók között meglepően kevesen használtak pontos atomtömegeket, és kevesen törekedtek az 50 % rendszeres közelítésére. Mindazonáltal sokan találtak az 50% széntartalomhoz lehető legközelebb levő csoportba tartozó anyagokat.

(Magyarfalvi Gábor)

K244. A $3,6 \cdot 10^{-7}$ mol lutéciumból tudunk kiindulni. Ez $2 \cdot 10^{-4}$ g LuI_3 -nak felel meg. A kérdés, hogy legfeljebb mennyi higanyatomot tartalmaz a lámpatest. Ezt úgy kaphatjuk meg, ha maximalizáljuk a fém-jodid mennyiségét. Vagyis az arányok közül a következőt kell választanunk: $\text{LuI}_3 : \text{GdI}_3 = 0,1 : 1$. Így több GdI_3 -unk lesz. Ezek együttes tömege így lesz nagyobb, még hozzá $2,2 \cdot 10^{-3}$ g. A CsI hasonló megfontolások alapján az egésznek jelen esetben 50%-át kell, hogy kitegye. Így az össztömeg az előző kétszerese: $4,4 \cdot 10^{-3}$ g. A Hg tömege ennek tízszerese, vagyis: $4,4 \cdot 10^{-2}$ g. Ez $2,2 \cdot 10^{-4}$ mólnak felel meg, amit beszorozva az Avogadro-állandóval megkapjuk a választ: $1,32 \cdot 10^{20}$ db Hg atomot tartalmaz legfeljebb a lámpatest.

A beküldők többsége jól oldotta meg a feladatot, maximális pontot ért el. A legtöbb hiba figyelmetlenségből adódott. Az elért átlagpontoszám 9 pont.

(Csenki János Tivadar)

K245. Ha adott tömeget veszünk az anyagokból, akkor a tömegszázalékos összetétel alapján kiszámolható, hogy bennük a $n(\text{C}) : n(\text{H})$ arány $1 : 2$. Ez azt jelenti, hogy vagy kettős kötést tartalmaznak, vagy gyűrűs alkánok. Előbbi lehetőséget kizárhatjuk, hiszen a brómos vizet nem színtelenítik el. Nézzük mely cikloalkánokat rejtik az egyes üvegek!

Az 1-esben az 5 db metilénecsoport miatt csak a ciklopentán lehet.

A 2-es üvegben lévő anyag molekulájában a negyedrendű szénatomhoz kell kapcsolódnia a két metilcsoportnak, valamint a gyűrűt alkotó két metilénnek. Így az 1,1-dimetilciklopropán adódik.

A 3-as üvegben nem egyértelmű a helyzet, ugyanis a CH-csoporthoz kapcsolódhat 3 db metilénecsoport, valamint 2 db metilén- és egy metil-csoport is. Előbbi esetben az etilciklopropán, utóbbiban a metilciklobután lenne a megoldás. Tehát a 3-as üveg esetében nem mondható meg a feladat információi alapján, hogy milyen anyagot tartalmaz.

A 4-es üvegben a 6 db metilénecsoport miatt csak a ciklohexán lehet.

A feladat könnyűnek bizonyult, a beküldők közül 6-an maximális pontot értek el. Gyakori pontvesztés volt, hogy indoklás nélküli, csak képleteket és neveket tartalmazó megoldások érkeztek. A pontátlag 8,4 volt.

Jogos észrevétel a feladattal kapcsolatban, hogy ciklopropilcsoportot tartalmazó molekulák nem valódi megoldásai a feladatnak. Ugyanis a ciklopropángyűrűben lévő szögfeszültség miatt reaktívak, és ha lassabban is, mint az olefinek, de elszíntelenítik a brómos vizet.

(Bacsó András)

K246. A: Az egyszerűség kedvéért vegyünk 1000 cm³ oldatot. A megadott sűrűségből kiszámíthatjuk, hogy ez 1008 g, ami 15,12 g KOH-t tartalmaz.

A KOH koncentrációja:

$$\left(\frac{15,12 \text{ g}}{56,1 \text{ g/mol}}\right) : 1 \text{ dm}^3 = 0,26952 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Mivel a KOH teljes mértékben disszociál, ezért a hidroxidion-koncentráció ugyanennyinek vehető, melyből a pH számítható:

$$\text{pH} = 14 + \log(0,26952) = 13,43$$

B: Az előzőhöz hasonlóan induljunk ki 1000 cm³ oldatból. Jelen esetben ez 1009 g-nak felel meg, ami 15,135 g H₂SO₄-et tartalmaz.

A kénsav koncentrációja:

$$\left(\frac{15,135 \text{ g}}{98 \text{ g/mol}}\right) : 1 \text{ dm}^3 = 0,15444 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Ne feledkezzünk meg arról, hogy a kénsav csak első lépésben disszociál teljesen. Az egyes lépések a következők szerint írhatók fel:



Az első lépés, mivel teljesen végbemegy, 0,15444 mol/dm³-nyi protonnal járul hozzá az összmennyiséghez. A második lépéshez a következő egyenletet lehet felírni, ahol x az átalakult mennyiség:

$$K_{s2} = \frac{[H^+] \cdot [SO_4^{2-}]}{[HSO_4^-]} = \frac{(0,15444 + x) \cdot x}{0,15444 - x} = 0,0105$$

Az egyenletet megoldva $x_1 = 0,00931$ M; $[H^+] = 0,16375$ M; pH = 0,786.

C: Az A és B oldatot 1:1 tömegarányban összekeverjük. A szemléleteség végett 1008 g-okat keverjünk össze. Az A oldat esetén ez 1 dm³-nek, a B oldat esetében ez 0,999 dm³-nek felel meg, összesen 1,999 dm³. Mindkét esetben 15,12 g-nyi oldott anyagunk van. Számoljuk ki a kezdeti koncentrációkat az össztérfogatra:

$$\left(\frac{15,12 \text{ g}}{56,1 \text{ g/mol}}\right) : 1,999 \text{ dm}^3 = 0,13483 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \text{ KOH}$$

$$\left(\frac{15,12 \text{ g}}{98 \text{ g/mol}}\right) : 1,999 \text{ dm}^3 = 0,07718 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \text{ H}_2\text{SO}_4$$

A kénsav első lépésben teljesen disszociál. Az ekkor keletkező hidrogénionokat teljes mértékben tudja semlegesíteni a KOH.

$$0,13483 \text{ M} - 0,07718 \text{ M} = 0,05765 \text{ M KOH marad ekkor.}$$

0,05765 M KOH még elreagál a már KHSO₄-el teljes mértékben és a keletkező K₂SO₄ koncentrációja 0,05765 M.

$$0,07718 \text{ M} - 0,05765 \text{ M} = 0,01953 \text{ M KHSO}_4 \text{ marad.}$$

Az előző feladatrészben felírt egyenletet újra használhatjuk, az előbb kiszámolt értékekkel:

$$K_{s2} = \frac{[H^+] \cdot [SO_4^{2-}]}{[HSO_4^-]} = \frac{x \cdot (0,05765 + x)}{0,01953 - x} = 0,0105$$

Melyből $x_1 = 0,002887$ M; $[H^+] = 0,002887$ M; pH = 2,54.

D: Az A és B oldatot 2:1 tömegarányban összekeverjük. Úgy is tekinthetjük, hogy a C oldathoz még adunk 1008 KOH-t. Ebben az esetben a kezdeti koncentrációk az össztérfogatra:

$$\left(\frac{30,24 \text{ g}}{56,1 \text{ g/mol}}\right) : 2,999 \text{ dm}^3 = 0,17974 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \text{ KOH}$$

$$\left(\frac{15,12 \text{ g}}{98 \text{ g/mol}}\right) : 2,999 \text{ dm}^3 = 0,05145 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \text{ H}_2\text{SO}_4$$

Most az összes kénsav K_2SO_4 -á alakul.

$$0,17974 \text{ M} - 2 \cdot 0,05145 \text{ M} = 0,07684 \text{ M KOH marad.}$$

$$\text{pH} = 14 + \log(0,07684) = 12,89$$

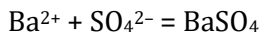
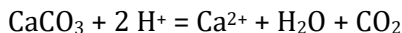
Vagyis a D-oldat pH-ja 12,89.

A pontszámok átlaga 7,84. Kifejezetten szép és logikus megoldásokat küldött be Várda Ernák, Fekete Zsófia és Kis Zoltán Sándor.

(Csenki János Tivadar)

K247. *A feladat szövegéből sajnos kimaradt, hogy a fejlődő CO_2 standard nyomású és 25°C -os. Szerencsére a versenyzők többsége élt ezzel a feltételezéssel, vagy pedig azzal a lehetőséggel, hogy a kénsavat éppen sztöchiometrikus mennyiségben adjuk a keverékhez. Ez utóbbi nem túl életszerű feltételezés, de természetesen a feladat így is megoldható, és mint logikai lépés teljesen helytálló.*

A reakcióegyenletek:



I. megoldás: a CO_2 standardállapotú.

$$V(\text{CO}_2) = 74,0 \text{ cm}^3 = 0,0740 \text{ dm}^3; V_m = 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}$$

$$n(\text{CO}_2) = V/V_m = 0,0030204 \text{ mol} = n(\text{CaCO}_3)$$

$$m(\text{BaSO}_4) = 1,955 \text{ g}; M(\text{BaSO}_4) = 233,4 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{BaSO}_4) = m/M = 0,00837618 \text{ mol} = n(\text{SO}_4^{2-})$$

Ez az anyagmennyiség nemcsak a kalcium-szulfátból, de a kénsavból származó szulfátionokat is jelenti, ezért ez utóbbit ki kell belőle vonni, hogy megkaphassuk az eredeti szulfátmennyiséget.

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = c \cdot V = 2 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0016 \text{ dm}^3 = 0,0032 \text{ mol}$$

$$n(\text{CaSO}_4) = 0,00837618 \text{ mol} - 0,0032 \text{ mol} = 0,00517618 \text{ mol}$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100,09 \text{ g/mol}; M(\text{CaSO}_4) = 136,15 \text{ g/mol}$$

$$m = n \cdot M \text{ alapján:}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 0,3023 \text{ g}; m(\text{CaSO}_4) = 0,7047 \text{ g}$$

Ez rendre: 30,0 és 70,0 $m/m\%$.

II. megoldás: a hozzáadott kénsav mennyisége éppen sztöchiometrikus.

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,0032 \text{ mol} = n(\text{CaCO}_3)$$

$$n(\text{CaSO}_4) = 0,00517618 \text{ mol}$$

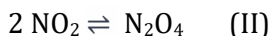
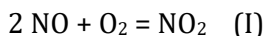
$$m(\text{CaCO}_3) = 0,3203 \text{ g}; m(\text{CaSO}_4) = 0,7047 \text{ g}$$

Ez rendre: 31,2 és 68,8 m/m%.

A feladatra beérkezett megoldások pontátlagos 8,5 volt. Számos versenyző hibátlan dolgozatot küldött be, ugyanakkor voltak néhányan, akik elvi hibát követtek el azzal, hogy nem számoltak a kénsav feleslegéből származó szulfátionokkal (az I. megoldás szerint).

(Varga Bence)

K248. a) Az alábbi reakciók játszódhatnak le:



b) Az (I) reakcióban az összes NO elfogy, ezért az egyensúlyi elegy oxigént, nitrogén-dioxidot és dinitrogén-tetroxidot tartalmaz.

c) Mielőtt eltávolítottuk a válaszfalat, az O_2 és a NO is egyenlő térfogatú részben, ugyanolyan állapotban volt, ezért az anyagmennyiségük is egyenlő. Legyen $n(\text{NO}) = n(\text{O}_2) = 1 \text{ mol}$. Az (I) reakcióban elreagál 1 mol NO és 0,5 mol O_2 , keletkezik 1 mol NO_2 . Tegyük fel, hogy a (II) egyensúlyi reakcióban $2x$ mol NO_2 fogy, és x mol N_2O_4 képződik.

Az egyes komponensek egyensúlyi anyagmennyisége: $n(\text{NO}) = 0$; $n(\text{O}_2) = 0,5 \text{ mol}$; $n(\text{NO}_2) = 1 - 2x \text{ mol}$; $n(\text{N}_2\text{O}_4) = x \text{ mol}$.

A hidrogénre vonatkoztatott sűrűség 25,0. Ez azt jelenti, hogy az elegy átlagos moláris tömege $\bar{M} = 25,0 \cdot M(\text{H}_2) = 50 \text{ g/mol}$. A gázelegy összes anyagmennyisége $n = 1,5 - x \text{ mol}$.

$$\bar{M} = \frac{0,5M(\text{O}_2) + (1 - 2x)M(\text{NO}_2) + xM(\text{N}_2\text{O}_4)}{1,5 - x} = 50 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

A megfelelő moláris tömegeket behelyettesítve $x = 0,26 \text{ mol}$ adódik, és ekkor $n = 1,24 \text{ mol}$.

A gázelegy anyagmennyiség-százalékos összetétele megegyezik a térfogat-százalékos összetétellel, ezért:

$$V/V\%(\text{O}_2) = 40,3\%; V/V\%(\text{NO}_2) = 38,7\%; V/V\%(\text{N}_2\text{O}_4) = 21,0\%;$$

Érdekesség, hogy a számolás során nem kellett használni a megadott hőmérséklet és nyomás értékeket, az csak ahhoz kellett, hogy tudjuk, milyen folyamatok játszódnak le. A megoldások pontátlagja 8.

(Simkó Irén)

K249. Első lépésben érdemes utánanézni a vegyületeknek, melyek összegképletét megtalálva kiszámolható a moláris tömegük:

$$M(\text{amoxicillin})=365,4 \text{ g/mol és } M(\text{klavulánsav})=199,2 \text{ g/mol}$$

A feladat alapján ismert a hatóanyagok tömege:

$$m(\text{amoxicillin})=400 \text{ mg és } m(\text{klavulánsav})=57 \text{ mg}$$

Így kiszámolhatjuk az anyagmennyiségüket a készítményekben:

$$n(\text{amoxicillin})=1,095 \text{ mmol és } n(\text{klavulánsav})=0,286 \text{ mmol}$$

Ezután a feladatunk, hogy meghatározzuk, hogy mennyit kell tartalmazni egy másik gyógyszernek az amoxicillin vízmentes nátriumsójából, valamint kalcium-klavulanátból.

Ehhez első lépésben meg kell határoznunk, hogy mennyi ezen vegyületek moláris tömege:

$$\begin{aligned} M(\text{amoxicillin vízmentes nátriumsója}) &= \\ &= M(\text{amoxicillin}) + 23,0 \text{ g/mol} - 1,0 \text{ g/mol} = 387,4 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M(\text{kalcium-klavulanát}) &= \\ &= 2 \cdot M(\text{klavulánsav}) - 2,0 \text{ g/mol} + 40,1 \text{ g/mol} = 436,5 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

Az utolsó feladatunk, hogy kiszámoljuk az anyagok tömegeit (oda kell figyelni rá, hogy a kalcium kétértékű kation):

$$\begin{aligned} m(\text{amoxicillin vízmentes nátriumsója}) &= \\ &= 387,4 \text{ g/mol} \cdot 1,095 \text{ mmol} = 424,2 \text{ mg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m(\text{kalcium-klavulanát}) &= \\ &= 436,5 \text{ g/mol} \cdot 0,286 / 2 \text{ mmol} = 62,4 \text{ mg} \end{aligned}$$

A feladat anélkül is megoldható, hogy ismernénk az amoxicillin és a klavulánsav képletét. (Más kérdés, hogy így ellentmondást találunk, amint azt később részletezzük.)

Jelöljük az amoxicillint HA-val, a klavulánsavat HKI-lel (jelezve, hogy mindkettő egyértékű sav). Így az amoxicillin vízmentes nátriumsója NaA, a kálium-klavulanát KKI, a kalcium-klavulanát pedig CaKI₂.

Az egyenértékűség kémiai jelentése:

$$\begin{aligned}n(\text{HA} \cdot 3\text{H}_2\text{O}) &= n(\text{HA}) = n(\text{NaA}) \\n(\text{KCl}) &= n(\text{HCl}) = 0,5n(\text{CaCl}_2)\end{aligned}$$

Ezek alapján felírható összefüggések:

$$\begin{aligned}\frac{M(\text{HA}) + 3M(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{HA})} &= \frac{459,21}{400} \\ \frac{M(\text{KCl})}{M(\text{HCl})} &= \frac{74,64}{57} \rightarrow \frac{M(\text{Cl}) + M(\text{K})}{M(\text{Cl}) + M(\text{H})} = \frac{74,64}{57}\end{aligned}$$

Ezekből: $M(\text{HA}) = 365,1 \text{ g/mol}$; $M(\text{Cl}) = 122,1 \text{ g/mol}$

Továbbá $M(\text{NaA}) = 387,1 \text{ g/mol}$; $M(\text{CaCl}_2) = 284,3 \text{ g/mol}$.

Az eredeti készítményben $n(\text{HA}) = 1,096 \text{ mmol}$, tehát vízmentes nátriumsóból $1,096 \text{ mmol} \cdot 387,1 \text{ g/mol} = 424,3 \text{ mg}$ szükséges.

Hasonlóképpen: $n(\text{HCl}) = 0,463 \text{ mmol}$, így kalcium-klavulanátból $0,232 \text{ mmol}$, azaz $0,232 \text{ mmol} \cdot 284,3 \text{ g/mol} = 65,96 \text{ mg}$ szükséges.

Látjuk tehát, hogy a klavulánsav esetén a valóságostól eltérő moláris tömeget, így a kalcium-klavulanát mennyiségére is más eredményt kapunk. Mivel a feladatban szereplő adatok valósak (a gyógyszeres üvegről másolta a szerző), sőt ugyanezek a számok fellelhetők a kérdéses termék hivatalos adatlapján is, felmerül a kérdés, hogy mi lehet az eltérés oka.

A feladatra szinte minden beküldő helyes választ adott. Azon kevesek, akiknek ez nem sikerült, nem vették figyelembe, hogy a kalciumion kétszeresen pozitív töltésű. Az átlagpontszám 9,4 pont lett.

(Broda Balázs)

K250. Keresünk egy olyan praktikusan használható anyagot, melyet egy 1 dm^3 -es edénybe töltve a mérleg 1 g -mal ($\pm 5 \%$) mutat többet (melyből származik a mérlegre ható eredő erő), mint levegővel töltött edény esetén. Írjuk fel a mérlegre ható erőket:

$$F(\text{eredő}) = m \cdot g - F(\text{felhajtó})$$

Kihasználva, hogy $m = \rho \cdot g$, valamint, hogy a felhajtóerő megegyezik a kiszorított levegő súlyával, az általunk használni kívánt anyag és a levegő sűrűségének különbségének 1 g/cm^3 -nek kell lennie:

$$\rho(\text{anyag}) - \rho(\text{levegő}) = 1 \text{ g/dm}^3$$

Az egyetemes gáztörvényt ($p \cdot V = n \cdot R \cdot T$) átrendezve, s kihasználva, hogy $n = m/M$ és $m = \rho \cdot g$, adódik az alábbi összefüggés:

$$(p \cdot M)/(R \cdot T) = m/V = \rho$$

Felhasználva a két fentebbi összefüggést:

$$M(\text{anyag}) = R \cdot T/p + M(\text{levegő})$$

Mivel praktikusán használható anyagot keresünk, ezért helyettesítsünk be $298,15 \text{ K}$ -t ($25 \text{ }^\circ\text{C}$), 101325 Pa -t (1 atm) és a levegő átlagos moláris tömegének $0,029 \text{ kg/mol}$ -t.

Ezek alapján a keresett anyag moláris tömege (a feladatban megadott $\pm 5 \%$ -kal együtt):

$$M(\text{anyag}) = (53,5 \pm 2,7) \text{ g/mol.}$$

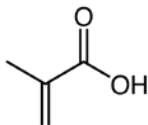
Ilyen moláris tömegű praktikusán használható gázt pedig többet is találhatunk: buta-1,3-dién, ciklobután stb.

Számos jó megoldás érkezett a feladatra, viszont sokan voltak olyanok is, akik nem számoltak az edényre ható felhajtóerővel, így rossz eredményhez jutottak. Az átlagpontszám 7,7 pont lett.

(Broda Balázs)

H241. Mivel **B** reagál brómmal, található benne szén-szén kettős kötés (**A**-ban pedig nem). **A** és **B** is elhidrolizál savasan és lúgosan is, ezért mindkettőről feltételezhető, hogy észter. **C** moláris tömege a H_2 tömegének 16-szorosa, azaz 32 g/mol . **A** **C** az **A** és a **B** hidrolízisének is terméke, így a **C** anyag a metanol, CH_3OH .

Mivel **B** moláris tömege 100 g/mol (ha egy kettős kötés van benne), a hidrolízise során keletkező **E** moláris tömege $100 + 18 - 32 = 86 \text{ g/mol}$, ami a $\text{C}_3\text{H}_5\text{COOH}$ képletnek felel meg. **E** ozonolízise során ketokarbonsav keletkezik, ezért **E**-ben van egy hidrogén nélküli szénatom. Ezek alapján **E** a metil-akrilsav vagy metakrilsav:



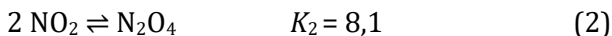
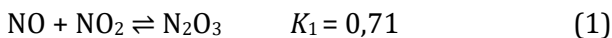
B pedig a metakrilsav metilésztere, a metil-metakrilát. Az **A** anyag a **B** polimere, a poli(metil-metakrilát), vagy ismertebb nevén plexi, míg **D** anyag az **E** polimere, a polimetakrilsav. A metil-metakrilát gyökös polimerizációját pl. benzoil-peroxid katalizálhatja.

A feladatra 11 hibátlan megoldás érkezett, a pontátlag 8 pont.

(Sarka János)

H242. Kezdetben a gázelegy csak NO-t és NO₂-t tartalmaz 1:4 arányban. Kiindulhatunk például 1 mól NO-ból és 4 mól NO₂-ből, hiszen az egyensúlyi állandó móltörttekkel van kifejezve.

Ismertek az alábbi összefüggések:



Először számoljuk ki, hogy melyik gázból hány mól lesz az egyensúlyban; legyen a mol az N₂O₃-ból és b mol az N₂O₄-ből.

Mivel az N₂O₃-ból a mol keletkezik az egyensúlyi reakció során, ezért ennyinek kell fogyni mind az NO-ból, mind az NO₂-ből. Ugyanilyen logikával az NO₂-ből az előzőekben tárgyalt a mólon kívül még $2b$ mólnak is fogynia kell a 2. reakció alapján.

Most már kiszámolhatjuk a gázok egyensúlyi anyagmennyiségét:

$$n(\text{NO}) = 1-a; n(\text{NO}_2) = 4-a-2b, n(\text{N}_2\text{O}_3) = a, n(\text{N}_2\text{O}_4) = b$$

Mivel az egyensúlyi állandó számolásához móltörttekre van szükségünk, így osztanunk kell az egyes gázok anyagmennyiségét az összanyagmennyiséggel $[n(\text{össz}) = (1-a) + (4-a-2b) + a + b = 5-a-b]$.

Tehát az egyensúlyban a komponensek móltörtjei a következők:

$$x(\text{NO}) = (1-a)/(5-a-b), x(\text{NO}_2) = (4-a-2b)/(5-a-b)$$

$$x(\text{N}_2\text{O}_3) = a/(5-a-b), x(\text{N}_2\text{O}_4) = b/(5-a-b).$$

Írjuk fel az egyensúlyi állandókat:

$$K_1 = x(\text{N}_2\text{O}_3) / [x(\text{NO}) \cdot x(\text{NO}_2)]$$

$$K_2 = x(\text{N}_2\text{O}_4) / [x(\text{NO}_2)]^2$$

A feladat következő része ezen két egyenlethől álló kétismeretlenes egyenletrendszer megoldása, mely megtehető online egyenletrendszer-megoldó programokkal (pl. WolframAlpha).

A megoldásokat diszkutálva (nem lehetnek negatívak, a móltörtnek 0 és 1 közé kell esni stb.) az alábbi értékek adódnak:

$$a = 0,1448 \text{ mol}; b = 1,5313 \text{ mol}$$

Ezen értékeket behelyettesítve a feladat megoldását kapjuk:

$$\begin{aligned} x(\text{NO}) &= 0,257; & x(\text{NO}_2) &= 0,238; \\ x(\text{N}_2\text{O}_3) &= 0,044; & x(\text{N}_2\text{O}_4) &= 0,461 \end{aligned}$$

A beküldött feladatok között nagyon sok tökéletes megoldás volt. A többieknél alapvetően két dolog okozta a hibát: vagy nem vették figyelembe, hogy az egyensúlyi állandó móltörtekkel kifejezett; vagy az egyenletrendszer megoldásával akadt problémájuk. Az átlagpontszám 8,6 lett.

(Broda Balázs)

H243. a) A feladat megoldása során meg kellett állapítani, hogy Vendel melyik képletet használta, és abban milyen elhanyagolás volt, ami megmászította az eredményt. Az első részben az amfolit oldatok sós vizes oldatához való képletet alkalmazta, ami a következőképpen néz ki elhanyagolások nélkül:

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_1 \cdot K_2 \cdot [\text{H}_3\text{A}^-] + K_1 \cdot K_v}{K_1 + [\text{H}_3\text{A}^-]}}$$

Jelen esetben a $K_1 \cdot K_v$ elhanyagolható. Vendel azt rontotta el, hogy az egyszerűen deprotonált savmaradékion koncentrációjához képest elhanyagolhatónak tekintette az első disszociációs állandót. Hogyha ebbe behelyettesítjük az állandókat, és a bemérési koncentrációt (ami egyébként a közeli második savállandó miatt elhanyagolás) a hidrogén-ion koncentrációra a következő értéket kapjuk:

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= 3,623 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \\ \text{pH} &= 2,44 \end{aligned}$$

A második részben az amfolit és a sav összeöntése után kell meghatározni a pH-t. Ehhez Vendel a pufferképletet alkalmazta, ami a Brönsted-egyenletből kapható meg, a megfelelő elhanyagolásokkal.

$$[\text{H}^+] = K_{s1} \cdot \frac{c_{\text{sav}} - [\text{H}^+] + [\text{OH}^-]}{c_{\text{só}} + [\text{H}^+] - [\text{OH}^-]}$$

Vendel itt nem számolt a hidrogénion koncentrációjával. Ha valaki ezzel a képlettel számolt, de nem hanyagolt el, azt elfogadtuk. Pontos eredményt az egyensúlyok, az ion- és anyagmérleg felírásával, majd ezen egyenletek megoldásával kaphatunk. A harmadik és negyedik disszociációt elhanyagolhatjuk. Így négy egyenletet kapunk:

$$\begin{aligned} K_{s1} &= \frac{[\text{H}^+][\text{H}_3\text{A}^-]}{[\text{H}_4\text{A}]} \\ K_{s2} &= \frac{[\text{H}^+][\text{H}_2\text{A}^{2-}]}{[\text{H}_3\text{A}^-]} \\ [\text{H}^+] + [\text{Na}^+] &= [\text{H}_3\text{A}^-] + 2 \cdot [\text{H}_2\text{A}^{2-}] \\ c &= [\text{H}_4\text{A}] + [\text{H}_3\text{A}^-] + [\text{H}_2\text{A}^{2-}] \end{aligned}$$

Ezeket megoldva a következő koncentrációt kapjuk a hidrogénionra:

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= 4,68 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \\ \text{pH} &= 2,33 \end{aligned}$$

Tehát ha elkészítenénk az oldatokat, mindkét esetben a Vendel által számoltnál magasabb pH-t kapnánk.

A feladat nem bizonyult túl nehéznek, tipikus hiba nem volt. A pontok átlaga 7,25 lett.

(Borsik Gábor)

H244. a) A reakcióegyenletekből jól látszik, hogy **B** anyag nem maradhat a rendszerben, ugyanis mindkét reakcióban kiindulási anyag. Ez viszont azt is jelenti, hogy a kémiai folyamatok végpontját a **B** anyag elfogyása jelenti. Hogy mi lesz jelen a végső elegyben, azt alapvetően két dolog befolyásolja: **B** feleslegben van-e, illetve hogy a két reakció (a fentit nevezzük 1-esnek, a lentit 2-esnek) sebességi állandója (k_1 és k_2) milyen viszonyban van egymással.

Nézzük először azt az esetet, mikor **A**-t és **B**-t öntjük össze!

Ha **B** feleslegben van, kezdetben csak **C** keletkezik, majd ez is elkezd reagálni **B**-vel, így megjelenik **E** és **F** is. Tehát annyi kérdés marad, hogy a végső elegyben lesz-e **A** és/vagy **C**. Ennek eldöntéséhez össze kell hasonlítanunk a reakciók sebességét, amit jól jellemeznek a sebességi állandók.

Ha az első reakció sokkal gyorsabb ($k_1 \gg k_2$), akkor a 2-es reakcióban keletkező **A** gyorsan visszaalakul **C**-vé, tehát a reakció végén legfeljebb nyomokban lesz jelen. (Ezt beláthatjuk úgy is, hogy mivel **A** koncentrációja folyamatosan csökken, a reakció sebessége is csökken, így a két reakció sebessége idővel egyenlővé válik. Tehát $k_1[A] = k_2[C]$, azaz $[A] = k_2[C]/k_1$. Mivel $k_1 \gg k_2$, $[A] \approx 0$.)

Ha a második reakció sokkal gyorsabb ($k_2 \gg k_1$), akkor a keletkező **C** gyorsan továbbalakul és **A** lesz belőle. Az előző gondolatmenethez hasonlóan belátható, hogy **C** a reakció végén legfeljebb nyomokban lesz jelen a rendszerben. ($[C] = k_1[A]/k_2$, mivel $k_2 \gg k_1$, $[C] \approx 0$)

Ha a két reakció összehasonlítható sebességű, akkor **A** és **C** is lesz a reakciók végén az elegyben. A reakciósebességi állandókat ismerve az arányuk is meghatározható: $[A]/[C] = k_2/k_1$.

Ha **B** nincs feleslegben, akkor is segít a sebességek összehasonlítása. Ha összehasonlítható a két sebesség, akkor **B** kivételével mind a 4 anyag lesz a végső reakcióelegyben. Ha az első reakció gyorsabb, akkor a keletkező **C** nagy része nem alakul tovább, így **C** és **A** mellett csak nyomokban lesz **E** és **F**. Ha a második reakció a gyorsabb, akkor a **C** gyorsan elreagál, így a reakció végén **A**, **E** és **F** lesz az elegyben.

Nézzük a másik esetet, mikor **C**-t és **B**-t öntjük össze!

Ha **B** feleslegben van, akkor a mindenképpen megjelenik a végső elegyben az **E** és az **F**. Ha az első reakció a gyorsabb, akkor **A** legfeljebb nyomokban lesz jelen a reakciók végén, viszont **C** maradni fog. Ha a második reakció a gyorsabb, akkor **C**-ből lesz csak nyomnyi mennyiség és **A** fog maradni. Ha összehasonlítható a két sebesség, akkor **A** és **C** is lesz a végső elegyben.

Ha **C** van feleslegben és összehasonlítható a két sebesség, akkor **B** kivételével mind a 4 anyag lesz a végső reakcióelegyben. Ha az első reakció gyorsabb, akkor a keletkező **A** gyorsan átalakul **C**-vé, így **C**, **E** és **F** mellett csak nyomokban lesz **A** a reakció végén. Ha a második reakció a

gyorsabb, akkor a feleslegben lévő **C** mellett a reakció végén **A**, **E** és **F** is lesz az elegyben.

b) Ahhoz, hogy **E** ne legyen észlelhető mennyiségben jelen az kell, hogy ami a második egyenlet szerint termelődik, a harmadik szerint gyorsan elfogyjon. Ennek az a feltétele, hogy a harmadik reakció gyorsabb legyen ($k_3 \gg k_2$). Ahhoz azonban, hogy **E** pillanatszerűen megjelenjen más feltételnek is teljesülnie kell. Ugyanis ha a 3. reakció gyorsabb, akkor **E** addig nem keletkezhet, míg **A** van a rendszerben. Ahhoz, hogy **A** elfogyjon, annak kell teljesülnie, hogy **B** feleslegben legyen **A**-hoz képest (a felesleg minél nagyobb, annál „pillanatszerűbb” az **E** megjelenése). **E** megjelenéséhez szükség van **C**-re is, azonban ez az első és a 3. reakcióban is keletkezik, tehát lesz elegendő mennyiség belőle. **E** pillanatszerűségéhez szükséges, hogy a második reakció sebessége is valamennyire gyors legyen. Ezt az első reakcióhoz viszonyítva lehet elérni ($k_2 \gg k_1$).

A feladatban szereplő egyenletrendszerhez hasonló rendszerek sokasága generálható 1-2 új anyag hozzáadásával, vagy átvitelével másik egyenletbe. A közös bennük az, hogy egy keletkező termék egy másik reakcióban átalakul, és mikor utóbbi reakció „leáll”, pillanatszerűen megjelenik.

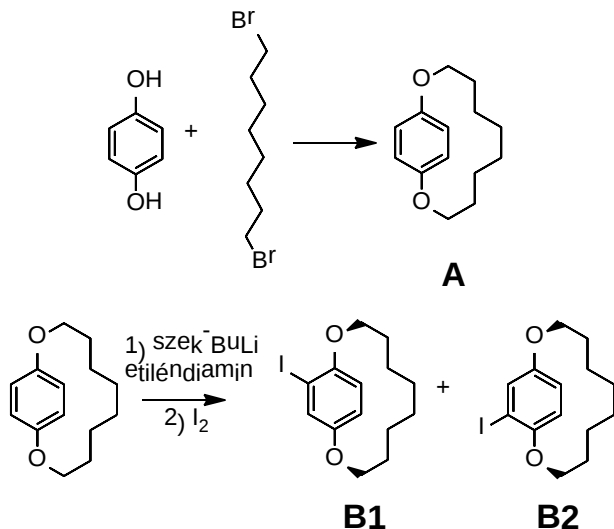
Lényegesen különböző rendszer azonban nehezebben található. Maximális pontszám olyan példákra járt, ahol ténylegesen lényegi különbség volt: például egy közttermék fogyott el, és ezután keletkezett pillanatszerűen egy másik termék, vagy valamilyen feltétel nem teljesült a pillanatszerű reakcióhoz (felmelegedésre volt szükség, csapadékkiváláshoz egy koncentrációt el kellett érni...).

*A feladat nehéznek bizonyult, hibátlan megoldás nem érkezett, az átlagpontszám 6,4 volt. Néhányan nagyon leegyszerűsítették az a) részt, mondván **B** kivételével minden lehet a végső elegyben. Néhányan viszont kicsit túlbonyolították, ugyanis nem elvárt grafikus ábrázolást beküldeni a lehetséges esetekről. Szövegesen vagy táblázatosan összefoglalva 2-3 oldalon megoldható a feladat.*

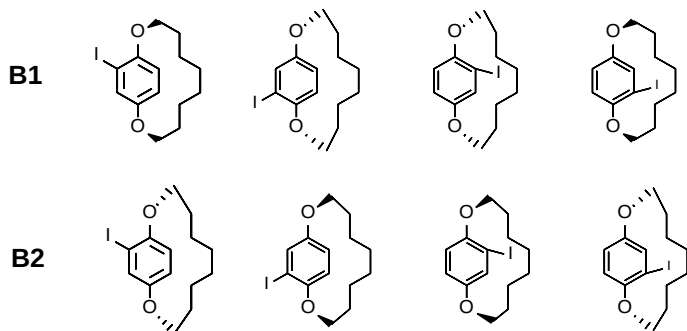
(Bacsó András)

H245. a) Ha a hidrokinon ($C_6H_6O_2$) és az 1,8-dibrómoktán ($C_8H_{16}Br_2$) összegképletét összevetjük a reakciójuk során keletkező **A** anyag

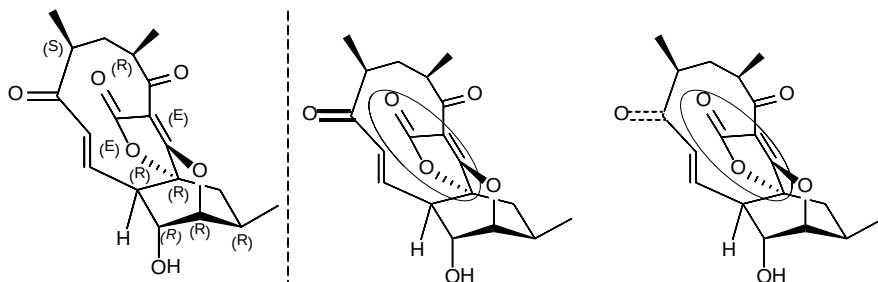
($C_{14}H_{20}O_2$) összegképletével, akkor az látható, hogy a két anyag HBr kilépése közben reagál. Így egy áthidalt szerkezetű vegyület keletkezik, melyből a következő jódozási reakcióban aromás helyzetben monojód-származékot képzünk. A reakciók egyenletei a következő ábrán láthatóak.



b) A keletkező **B1** és **B2** vegyület egymással enantiomer viszonyban van, tehát optikai izoméria lép fel. Ennek az az oka, hogy a síkalkatú fenilgyűrű egyik oldala az áthidalás miatt kitüntetett lesz. A **B1** többféleképpen felrajzolható a jód helyzetét tekintve, és ezekhez a következő ábra alapján található tükörképi pár a **B2** szerkezetei között.



c) Az Abyssomicin C abszolút konfigurációja a következő ábra bal oldalán látható.



A feladat számozása szerint: 1R, 2R, 5R, 8R, 13R, 16S, 22R.

d) A kiralitás oka az, hogy a fenti ábra jobb oldalán lévő bekarikázott egység síkalkatú, így kitüntetetté válik az egyik oldala a hosszú áthidaló lánc miatt. Az Abyssomicin C két izomere egymásba alakulhat, ugyanis lehetőség nyílik a síkalkatú gyűrű megszűnésére majd visszaalakulására. Utóbbi esetén pedig már keletkezhet a másik enantiomer is.

A feladat nem bizonyult nehéznek, az átlagpontoszám 7,6 volt. Azonban hibátlan dolgozatot csak Papp Ábrahám küldött be. Nagyon sokan kaptak 9 pontot apró figyelmetlenség miatt (csak 1 db B szerkezet jelölése, indoklás nélküli képletek, rossz abszolút konfiguráció, illetve a d) részben az átalakulás kizárása).

(Bacsó András)

H247. a) A vérminta hemoglobin-tartalmának meghatározásához az abszorbanciából ki kellett számolni a ciano-methemoglobin koncentrációját az oldatban.

$$A = \varepsilon \cdot l \cdot c_{\text{hem}}$$

$$0,803 = 11000 \text{ dm}^3 \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 2 \text{ cm} \cdot c_{\text{hem}}$$

$$c_{\text{hem}} = 3,65 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Arra, ha nem is rögtön, de szinte mindenki rájött, hogy itt nem a hemoglobin, hanem egy hem alegységet mérünk. A hemoglobin koncentrációja enne a negyede. Ahhoz, hogy a vérmintában kapjuk meg a kon-

centrációt, számolni kell a 250-szeres hígítással. Ebből egyszerűen számolható a hemoglobin-tartalom.

$$c = \frac{3,65 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}{4} \cdot \frac{25 \text{ ml}}{0,1 \text{ ml}} = 2,281 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c_t = 2,281 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 64000 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 14,6 \text{ g} \cdot \text{dl}^{-1}$$

A cianidion és a vörösvérplátszó is 1:1 arányban reagál egy hem alegységgel. A mintában a reagáló anyagok anyagmennyisége egyenként:

$$n = 3,65 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,025 \text{ dm}^3 = 9,125 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$$

A 20 ml Drabkin-reagens a következő anyagmennyiségben tartalmazza a komponenseit:

$$n_{\text{KCN}} = \frac{0,05 \text{ g} \cdot 0,02 \text{ dm}^3}{65,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,54 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n_{\text{vörösvérplátszó}} = \frac{0,2 \text{ g} \cdot 0,02 \text{ dm}^3}{329,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,21 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

Ezekből könnyen kiszámítható a felesleg. A cianidionra:

$$\frac{1,54 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{9,125 \cdot 10^{-7} \text{ mol}} = 16,9$$

És a vörösvérplátszóra:

$$\frac{1,21 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{9,125 \cdot 10^{-7} \text{ mol}} = 13,3$$

b) Egy ember vérében lévő hemoglobin vastartalmának kiszámításához ennek a koncentrációját kell megszorozni a vér térfogatával. Fontos, hogy egy hemoglobinban négy vas van.

$$m = 2,28 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \cdot 5,7 \text{ dm}^3 \cdot 4 \cdot 55,8 \text{ g/mol} = 2,91 \text{ g}$$

$$\frac{2,91 \text{ g}}{4,0 \text{ g}} = 72,8\%$$

c) Ez a feladatrész volt a legmegosztóbb. Mivel nem volt definiálva az érdemleges szó, minden értelmes megoldást elfogadtam. Legyen az érdemleges befolyásolás 1%. A transzferrinhez kötött vas tömege meg van adva, ebből meg tudjuk határozni a koncentrációját.

$$c_{\text{transzferrin}} = \frac{0,004 \text{ g}}{5,7 \text{ dm}^3 \cdot 55,8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 5,01 \cdot 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Az abszorbanicit 0,008-nak vettem. Ebből egyszerű átrendezéssel megkapjuk az abszorpciós koefficiens.

$$\varepsilon = \frac{A}{l \cdot c_{\text{transzferrin}}}$$

$$\varepsilon = \frac{0,008}{2 \text{ cm} \cdot 5,01 \cdot 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}} = 79840 \text{ dm}^3 \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

A feladat nagyon könnyűnek bizonyult, a beküldők több, mint fele hibátlan megoldást adott be. Az átlagpontoszám 9,0 lett.

(Borsik Gábor)

H248. a) Nézzük először azt az esetet, mikor a gyógyszermolekula sav (HA). Jelöljük az átláthatóság miatt A-val a belőle képződő aniont, amely – mivel töltött – nem szívódik fel. Ha bemérjük $c \text{ mol/dm}^3$ koncentrációban a gyógyszert, akkor a fel nem szívódó hányadot (X) a következő képlet fejezi ki:

$$X = \frac{[A]}{c} \cdot 100\%, \text{ vagyis } X = \frac{100\%}{\frac{c}{[A]}}$$

Egy matematikai „trükk” (hozzáadunk, majd elveszünk c -ből $[A]$ -t) segítségével a következő formát kapjuk:

$$X = \frac{100\%}{\frac{c + [A] - [A]}{[A]}} = \frac{100\%}{\frac{c - [A]}{[A]} + \frac{[A]}{[A]}} = \frac{100\%}{\frac{c - [A]}{[A]} + 1}$$

Ha felírjuk a savi disszociációs állandót a $[H^+]$ -t az ismert és állandó pH-val kifejezve a következő képletet kapjuk:

$$10^{-pK_s} = K_s = \frac{10^{-pH} \cdot [A]}{c - [A]}$$

Ebből látható, hogy a számunkra szükséges $(c - [A])/[A]$ hányados kifejezhető a pH és a pK_s segítségével:

$$\frac{c - [A]}{[A]} = \frac{10^{-pH}}{10^{-pK_s}}$$

Ezt pedig a felszívódási képletbe behelyettesítve megkapható a végső összefüggés:

$$X = \frac{100\%}{\frac{c - [A]}{[A]} + 1} = \frac{100\%}{\frac{10^{-pH}}{10^{-pK_s}} + 1}$$

Bázisok esetében nagyon hasonló a helyzet. A protonálódott bázis (HB) savként viselkedhet, ekkor H^+ és a szabad bázis (B) keletkezik. Ezt a folyamatot jellemzi a savi disszociációs állandó:

$$10^{-pK_s} = K_s = \frac{10^{-pH} \cdot [B]}{c - [B]}$$

Ebben az esetben a szabad bázis (B) szívódik fel, tehát a fel nem szívódó hányad (Y) a következőképpen fest:

$$\begin{aligned} Y &= \frac{100\%}{\frac{c}{[HB]}} = \frac{100\%}{\frac{c}{c - [B]}} = \frac{100\%}{\frac{c + [B] - [B]}{c - [B]}} = \frac{100\%}{\frac{c - [B]}{c - [B]} + \frac{[B]}{c - [B]}} \\ &= \frac{100\%}{\frac{[B]}{c - [B]} + 1} \end{aligned}$$

A $[B]/(c - [B])$ hányados kifejezhető a pH és a pK_s segítségével, így megkapható a végső összefüggés bázis esetén:

$$Y = \frac{100\%}{\frac{[B]}{c - [B]} + 1} = \frac{100\%}{\frac{10^{-pK_s}}{10^{-pH}} + 1}$$

b) A nátrium-pentotál egy sav nátriumsója. Tételezzük fel, hogy a gyomorba kerülve szabad savvá alakul. A kérdés az, hogy ekkor hány százalék alakul vissza só formába, azaz hány százalék nem szívódik fel. Ezért alkalmazhatjuk a savas képletet. Behelyettesítve a $pH = 2,5$, illetve a $pK_s = 2,5$ értékeket, X -re 0,001 % adódik, tehát a gyógyszer felszívódna.

c) A loratadin egy bázikus molekula, így a bázisokra meghatározott képletet kell használnunk. A gyomor pH értékén $pK_s = 5$ esetén Y -ra 99,7 % adódik, tehát innen nem szívódik fel a loratadin. A vékonybél pH-ján (7,4-es) viszont Y -ra 0,5 % adódik, tehát innen fog felszívódni a gyógyszer.

Általános hiba volt a feladat kapcsán, hogy jól megoldott első rész után a b) és c) részben nem sikerült jól alkalmazni a képleteket. Voltak, akik időközben elfelejtették, hogy a levezetett képlet a fel NEM szívódó hányadot adja meg; de gyakori hiba volt az is, hogy a gyógyszerekről nem sikerült megállapítani, hogy melyik forma szívódik fel.

A nátrium-pentotál esetén sokan miután helyesen megadták, hogy a gyomorból felszívódik, kiszámolták, hogy mennyi nem szívódna fel a vénakanyból. Utóbbi számolást semmi nem indokolja, egy gyógyszerészeti jelentésben való megjelenése inkább zavaró lenne, ezért 1 pont levonás járt.

A feladat azt kérte, hogy vezessünk le képletet, mely a pK_s és a pH ismeretében megadja a fel nem szívódó molekulák százalékos arányát. Ezt sokan nagyvonalúan kezelték. Azért, ha valaki nem %-os képletet adott meg nem járt pontlevonás, de aki $[H^+]$ -t és K_s -t használt a képletekben attól 1 pont levonásra került.

Az átlagpontoszám 8,5 volt, 6 hibátlan megoldás érkezett.

(Bacsó András)

H249. Írjuk fel a vas(III)-ion EDTA-val végbemenő komplexképződési reakciójának egyensúlyi állandóját:

$$10^{25,1} = K = \frac{[\text{Fe}(\text{EDTA})^-]}{[\text{EDTA}^{4-}][\text{Fe}^{3+}]}$$

Mivel a $[\text{Fe}(\text{EDTA})^-]$ maximális értéke a standard koncentráció miatt 1,00, ezért a nevezőben lévő szorzatnak kell nagyon kicsinek lennie, hogy a K értéke nagy legyen. Ez viszont azt jelenti, hogy az oldatban nagyon kevés vas(III)-ion és szabad EDTA van. Tehát kijelenthető, hogy ha a vas(III)-ionok 100 ml-es oldatához pontosan 0,1 mol EDTA-t adunk, akkor gyakorlatilag 1 M-os $\text{Fe}(\text{EDTA})^-$ -oldatot kapunk.

Mivel a vas(II)-ionok esetében is hasonlóan nagy a komplexképződési állandó ezért újabb 0,1 mol EDTA hozzáadása esetén 1 M-os $\text{Fe}(\text{EDTA})^{2-}$ -oldatot kapunk. Tehát összesen 0,2 mol EDTA szükséges a standard komplexált vas(III)/vas(II) rendszer előállításához. Mivel a moláris tömege 336 g/mol, ezért ez 67,2 g-ot jelent. (Természetesen nem lesz pontosan 0,1–0,1 mol a komplexekből, de a különbség a

7. tizedesjegy után lesz csak érzékelhető, aminél nagyobb a tömegmérés hibája.)

Ahhoz, hogy meghatározhassuk a rendszer standardpotenciálját, szükségünk van a vas(III)/vas(II) arányra. Ez - szemben a egyes ionok koncentrációjával – könnyen meghatározható a komplexképződési állandók segítségével.

$$\frac{[\text{ox}]}{[\text{red}]} = \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]} = \frac{[\text{Fe}(\text{EDTA})^-]}{[\text{EDTA}^{4-}] \cdot 10^{25,1}} \frac{[\text{EDTA}^{4-}] \cdot 10^{14,3}}{[\text{Fe}(\text{EDTA})^{2-}]}$$

Látható, hogy az EDTA koncentrációja kiesik, és mivel a két komplex koncentrációja is jó közelítéssel 1-nek tekinthető, ezekkel is egyszerűsíthető a fenti hányados.

$$\frac{[\text{ox}]}{[\text{red}]} = \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]} = \frac{10^{14,3}}{10^{25,1}}$$

Ezt már beírhatjuk a Nernst-egyenletbe, amiből adódik, hogy a komplexált vas(III)/vas(II) rendszer standardpotenciálja 0,132 V.

A 10-szeres hígítás nem változtatja meg a koncentrációk arányát, ugyanis a nagy komplexálási állandó miatt továbbra is fennáll a fenti egyenlet a két ion koncentrációjának arányára. Tehát nem változik a rendszer potenciálja.

A feladat nem bizonyult nehéznek. Ha sikerült bebizonyítani, hogy a nagy stabilitási állandó azt eredményezi, hogy majdnem az összes vasion komplexálva lesz, már egyszerűen adódtak a válaszok. Volt olyan megoldás, ahol a komplexek pontos koncentrációja számítógépes egyenletmegoldás után 1,00-nak adódott, amit a megoldó nem fogadott el. Ilyenkor érdemes félretenni a matematikai szemléletet és vegyész szemmel kimondani, hogy ez megoldásnak tekinthető, mert a komplex mellett a komplexálatlan ion koncentrációja bőven elhanyagolható (a több, mint 6 nagyságrend különbség miatt).

Az átlagpontoszám 8,1 volt, 10 hibátlan megoldás érkezett.

(Bacsó András)

H250. a) A butadiénben 2 konjugált kettős kötés van, ami $2 \cdot 2 = 4$ elektront jelent. A hexatriénben 3 konjugált kettős kötés van, ami $3 \cdot 2 = 6$ elektront jelent. Az oktatetraénben 4 konjugált kettős kötés van, ami $4 \cdot 2 = 8$ elektront jelent.

b) Mivel $E = h\nu$ és $\nu = c/\lambda$, ezért a legnagyobb hullámhosszú elnyelésnek a legkisebb az energiája. A legkisebb energiájú fény, amit a rendszer elnyelhet, a legmagasabb energiájú betöltött pályáról a legalacsonyabb energiájú betöltetlen pályára történő gerjesztésnek felel meg.

Mivel minden pályán két elektron van, a BD esetén ez az $n_1 = 2$ (legmagasabb energiájú betöltött) és $n_2 = 3$ (legalacsonyabb energiájú betöltetlen) pályák közötti energiakülönbség. A HT esetén a $n_1 = 3$ és $n_2 = 4$, míg az OT esetén a $n_1 = 4$ és $n_2 = 5$ pályák energiakülönbségét kell kiszámolni.

A számításhoz szükséges állandók $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2 \cdot \text{kg/s}$, $c = 299792458 \text{ m/s}$ és $m_e = 9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. A három doboz hossza: $L_1 = 6,53 \cdot 10^{-10} \text{ m}$, $L_2 = 9,41 \cdot 10^{-1} \text{ m}$ és $L_3 = 12,29 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. Ezek alapján az energiakülönbségek és a hullámhosszak:

$$\text{BD: } \Delta E_1 = (n_2^2 - n_1^2) \cdot h^2 / (8 \cdot m_e \cdot L_1^2) = 7,06426 \cdot 10^{-19} \text{ J},$$

$$\text{HT: } \Delta E_2 = (n_2^2 - n_1^2) \cdot h^2 / (8 \cdot m_e \cdot L_1^2) = 4,76258 \cdot 10^{-19} \text{ J},$$

$$\text{OT: } \Delta E_3 = (n_2^2 - n_1^2) \cdot h^2 / (8 \cdot m_e \cdot L_1^2) = 3,58973 \cdot 10^{-19} \text{ J}.$$

$$\text{BD: } \lambda_1 = c \cdot h / E_1 = 281,19 \text{ nm},$$

$$\text{HT: } \lambda_2 = c \cdot h / E_2 = 417,09 \text{ nm},$$

$$\text{OT: } \lambda_3 = c \cdot h / E_3 = 553,36 \text{ nm}.$$

A feladatra 17 hibátlan megoldás érkezett, a pontátlag 9,2.

(Sarka János)

A 2015/2016. 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 27-én minden kategória első három helyezettje (kiegészülve a Keresd a kémiát! és a fordítási versenyek három-három legjobb megoldójával) ünnepélyes keretek között veheti 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	186,5
2	Fajszai Bulcsú Budapesti Fazekas Mihály Ált. Isk. és Gimnázium	Dr. Keglevich Kristóf	142
3	Répási Marcell Eötvös József Gyakorlóiskola, Nyíregyháza	Hajdu Brigitta	137

A pontverseny (10. osztály)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Molnár Balázs Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét	Borsos Katalin	187,5
2	Czakó Áron Krúdy Gyula Gimnázium, Nyíregyháza	Némethné Horváth Gabriella, Sarka Lajos	180,5
2	Kubicsek Ferenc Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	Sántha Erzsébet	180,5
4	Takács Titanilla Révai Miklós Gimnázium, Győr	Csatóné Zsámbéky Ildikó	150,5
5	Ifju Mandula Tatabányai Árpád Gimnázium	Dr. Máté Marianna	150

K pontverseny (9-10. osztály)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Czakó Áron Krúdy Gyula Gimnázium, Nyíregyháza	Némethné Horváth Gabriella, Sarka Lajos	182
2	Arany Eszter Sára Lovassy László Gimnázium, Veszprém	Kiss Zoltán	165,5
3	Mihalicz Ivett Révai Miklós Gimnázium, Győr	Pőheimné Steininger Éva	157

K pontverseny (11-12. osztály)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Várda Ernák Ferenc Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs	Mostbacher Éva, Petz Andrea	193
2	Tamás Bálint ELTE Radnóti Miklós Gyakorlógimnázium	Albert Viktor	182,5
3	Kis Zoltán Sándor Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged	Hancsák Károly	180,5
4	Fekete Zsófia Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekné Becz Beatrix	180
5	Kalapos Péter Pál ELTE Trefort Ágoston Gyakorlógimnázium	Kutrovác László	177,5
6	Bajcsi Levente Török Ignác Gimnázium, Gödöllő	Karasz Gyöngyi, Kalocsai Ottó	177
7	Nagy Bálint Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekné Becz Beatrix	176
8	Csorba Benjámin Szilágyi Erzsébet Gimnázium és Kollégium, Eger	Göncziné Utassy Jolán	175,5
9	Varga Máté Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekné Becz Beatrix	165
10	Pallagi Patrik Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekné Becz Beatrix	159,5
11	Hegyi Krisztina Janus Pannonius Gimnázium, Pécs	Vargáné Bertók Zita, Kántor Edina	159
12	Csahók Tímea Németh László Gimnázium, Budapest	Zagyi Péter	152

H pontverseny

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Botlik Bence Béla ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium	Villányi Attila	179
2	Kovács Dávid Péter Szent István Gimnázium, Budapest	Dr. Borbás Réka	178
3	Stenczel Tamás Károly Török Ignác Gimnázium, Gödöllő	Karasz Gyöngyi, Kalocsai Ottó	176,5
4	Bajcsi Levente Török Ignác Gimnázium, Gödöllő	Karasz Gyöngyi, Kalocsai Ottó	171
4	Papp Ábrahám Ciszterci Szent István Gimnázium, Székesfehérvár	Rideg Gabriella	171
6	Sajgó Mátyás Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc	Endrész Gyöngyi	167,5
7	Kalapos Péter Pál ELTE Trefort Ágoston Gyakorlógimnázium	Kutrovác László	166
8	Baglyas Márton Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	Nagy István	164
9	Turi Soma ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium	Versits Livia	163,75
10	Arany Eszter Sára Lovassy László Gimnázium, Veszprém	Kiss Zoltán	161,5
11	Pusztai Árpád Vörösmarty Mihály Gimnázium, Érd	Tiringerné Bencsik Margit	160,25
12	Balbisi Mirjam Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekne Becz Beatrix	159