

GONDOLKODÓ



Feladatok kezdőknek

*Alkotó szerkesztő: Nadrainé Horváth Katalin
katalin.nadrai@gmail.com*

A III. forduló eredményei (max. 50 pont)

	Név	146	147	148	149	150	III.forduló összesen
1	Ármós Csaba Debrecen	5	5	8	3	8	29
2	Bősze Zsuzsanna Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	7	8	7	0	6	28
3	Halmai Balázs Garay János Gimnázium, Szekszárd	6	3	10	9	4	32
4	Németh Dóra Garay János Gimnázium, Szekszárd	0	0	8	9	7	24
5	Potyondi Gergő Garay János Gimnázium, Szekszárd	6	9	7	9	6	37
6	Prajczer Petra Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	7	8	0	0	4	19
7	Vörös Zoltán János Váci Mihály Gimnázium, Tiszavasvári	10	10	10	10	10	50
8	Holló Noémi Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	3	2	0	0	3	8

A IV. forduló eredményei (max. 50 pont)

	Név	151	152	153	154	155	IV.forduló összesen
1	Ármós Csaba Debrecen	4	10	5	6	10	35
2	Bayarle Patrik Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	0	0	9	0	0	9
3	Bauer Balázs Szilágyi Erzsébet Gimnázium, Eger	9	10	10	8	10	47
4	Halmai Balázs Garay János Gimnázium, Szekszárd	10	10	10	9	10	49
5	Nagy Fruzsina Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Budapest	9	10	0	0	5	24
6	Németh Dóra Garay János Gimnázium, Szekszárd	8	10	5	9	10	42
7	Potyondi Gergő Garay János Gimnázium, Szekszárd	10	10	10	9	10	49
8	Prajczer Petra Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	6	5	4	0	5	20
9	Vörös Zoltán János Váci Mihály Gimnázium, Tiszavasvári	6	10	10	10	10	46

**A 2010/2011. évi KÖKÉL „Feladatok kezdőknek” verseny
végeredménye**

**A kiemelkedő eredményt elért (max. 200 pont) és egyúttal
oklevélben és egyéves KÖKÉL-előfizetésben
részesülő tanulók névsora**

	Név	I. forduló	II. forduló	III. forduló	IV. forduló	I-IV forduló összesen
1	Vörös Zoltán János Váci Mihály Gimnázium, Tiszavasvári	48	50	50	46	194
2	Potyondi Gergő Garay János Gimnázium, Szekszárd	40	27	37	49	153
3	Halmai Balázs Garay János Gimnázium, Szekszárd	34	22	32	49	137
4	Bauer Balázs Szilágyi Erzsébet Gimnázium, Eger	43	37	0	47	127
5	Németh Dóra Garay János Gimnázium, Szekszárd	31	26	24	42	123

Gratulálok minden versenyzőnek, hiszen – az eredménytől függetlenül – mindannyian szabad idejüket használták fel arra, hogy a kémia tudományán belül éljék meg alkotó- és problémamegoldó kedvüket.

Nagy élmény volt olvasni a sok okos és ötletes megoldást, ami bizony többször elegánsabb volt a feladatíróénál.

Az első öt helyezett különösen szép teljesítményt ért el. Őket arra biztatom, hogy ne hagyják abba a versenyzést, mert szorgalmuk, kitartásuk és tehetségük még sok szép sikert rejt magában kémiából.

Közülük is kiemelkedik Vörös Zoltán János (Váci Mihály Gimnázium, Tiszavasvári), aki kristálytisztá logikával, meglepő precizitással és alaposággal oldotta meg a feladatokat, akinek szakmai tájékozottsága és szakirodalmazási kedve is tiszteletre méltó. Gratulálok felkészítő tanárának is!

Az iskolák közül kiemelésre méltó a szekszárdi Garay János Gimnázium, mert itt született a legtöbb jó teljesítmény. Ez a szép siker bizonyítja az iskola kémia tanárainak színvonalas munkáját, hatékonyságát, tantárgyuk és diákjaik iránti szeretetét. Elismerésemet fejezem ki a munkaközösség minden tanárának!

Nadrainé Horváth Katalin

Feladatok kezdőknek

*Alkotó szerkesztő: Nadrainé Horváth Katalin
katalin.nadrai@gmail.com*

Megoldások

K151.

A rácsenergia: $\text{Ag}(\text{sz}) = \text{Ag}(\text{g})$

$$E_{\text{rác}} = 285,8 \text{ kJ/mol}$$

Az első ionizációs energia: $\text{Ag}(\text{g}) = \text{Ag}^+(\text{g}) + \text{e}^-$

$$E_{\text{il}} = 731 \text{ kJ/mol}$$

A hidratációs energia: $\text{Ag}^+(\text{g}) = \text{Ag}^+(\text{aq})$

$$E_{\text{hidr}} = -910 \text{ kJ/mol}$$

Ha egy mol szilárd ezüstből indulunk ki és 1 mol hidratált iont képezünk, akkor be kell fektetni $285,8 + 731 = 1016,8$ kJ energiát, és felszabadul 910 kJ energia, így a változás folyamathője 106,8 kJ/mol.

A képződéshő: $\text{Ag}(\text{sz}) = \text{Ag}^+(\text{aq})$

$$\Delta_{\text{k}}H(\text{Ag}^+, \text{aq}) = 106,8 \text{ kJ/mol.}$$

K152.



Induljunk ki egy mol, azaz $24,5 \text{ dm}^3$ CO_2 -ből, és $24,5 \text{ dm}^3$ oldatból, melyben a sztöchiometriai arányból következően 2 mol HY sav van. A savoldatot tízszeresére hígítottuk, ezért a tizedében ($2,45 \text{ dm}^3$ oldatban) is 2 mol HY volt. A savoldat anyagmennyiség-koncentrációja:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{2 \text{ mol}}{2,45 \text{ dm}^3} = 0,8163 \text{ mol/dm}^3$$

A tömegkoncentrációra felírható: $29,78 \text{ g/dm}^3 = M \cdot c$,

így $M(\text{HY}) = 36,48 \text{ g/mol}$, azaz **az egyértékű sav a hidrogén-klorid, HCl.**

Induljunk ki 100 g MeCO_3 -ból, melyben 57,14 g oxigén van, és anyagmennyisége:

$$n = \frac{57,14 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 3,571 \text{ mol.}$$

A vegyületben harmad annyi, azaz 1,1904 mol

szénatom van, melynek tömege:

$$m(\text{C}) = 1,1904 \text{ mol} \cdot 12 \text{ g/mol} = 14,285 \text{ g.}$$

Így 100 g vegyületben

$100 - 57,14 - 14,285 = 28,575 \text{ g}$ fém található, melynek anyagmennyisége azonos a szénatoméval, így a fém moláris tömege:

$$M(\text{Me}) = \frac{m}{n} = \frac{28,575 \text{ g}}{1,1904 \text{ mol}} = 24 \text{ g/mol.}$$

A fém tehát a magnézium.

K153.

Legyen a vegyület általános molekulaképlete $C_nH_xCl_y$. Mivel n mol C-atomhoz $2n + 2$ mol ligandum kapcsolódik, ezért:

$$x + y = 2n + 2 \quad (1).$$

Egy mol $C_nH_xCl_y$ vegyületből n mol szén-dioxid és $y/2$ mol víz keletkezik, amelyek anyagmennyisége azonos:

$$n = \frac{x}{2} \quad \text{így } x = 2n \quad (2)$$

amit az (1) egyenletbe behelyettesítve:

$$2n + y = 2n + 2 \quad \text{ezért } y = 2.$$

Az összegképlet most már $C_nH_{2n}Cl_2$. Egy mol molekulában az n mol C-atom között $(n - 1)$ mol C—C kötés van, a C—H kötések anyagmennyisége $2n$, a C—Cl kötéseké pedig 2 mol. Ezért felírható:

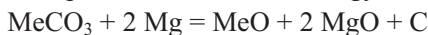
$$5014 = 344(n - 1) + 2n \cdot 413 + 2 \cdot 339$$

az egyenletet megoldva $n = 4$.

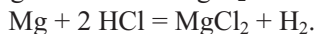
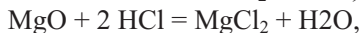
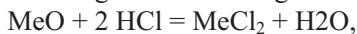
A vegyület molekulaképlete $C_4H_8Cl_2$.

K154.

Legyen a fém-karbonát képlete $MeCO_3$. A reakcióegyenlet:



A 22 g kiindulási keverékből 22 g végtermék is keletkezik, melynek 5,455 tömeg%-a a szén: $m(C) = 22 \cdot 0,05455 = 1,2$ g, ami éppen 0,1 mol szén. Ha 0,1 mol szén keletkezett, akkor mellette 0,1 mol MeO és 0,2 mol MgO keletkezett valamint reagált 0,1 mol $MeCO_3$ és 0,2 mol magnézium. A sósav a fém-oxidokkal és a maradék magnéziummal reagál:



A sósavban a hidrogén-klorid anyagmennyisége

$n = c \cdot V = 2 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,6 \text{ dm}^3 = 1,2$ mol. Legyen x mol magnézium feleslegben, így

$$1,2 = 0,1 \cdot 2 + 0,2 \cdot 2 + 2x,$$

$x = 0,3$ mol magnézium maradt.

Mivel 0,2 mol magnézium reagált és 0,3 mol maradt, ezért 0,5 mol magnézium volt a kiindulási keverékben, aminek tömege:

$$m(Mg) = 24 \text{ g/mol} \cdot 0,5 \text{ mol} = 12 \text{ g magnézium.}$$

A kiindulási keverék $22 - 12 = 10$ g fém-karbonátot tartalmazott, melynek anyagszáma $0,1$ mol, vagyis a moláris tömege pedig 100 g/mol.

A fém moláris tömege pedig: $M(\text{Me}) = 100 - M(\text{CO}_3^{2-}) = 40$ g/mol.

A kiindulási keverék CaCO_3 -ot tartalmazott.

Mivel $0,2$ mol magnézium reagált és $0,3$ mol volt a felesleg, ezért

$$\frac{0,3}{0,2} \cdot 100 = 150 \text{ \% -os a magnézium felesleg.}$$

K155.

a) Az ionrácsos vegyület meghatározása.

Az ionrácsos vegyület csak fém-hidrid lehet, melyben a kation a fémion, az anion pedig a hidridion. A fémek közül csak az alkálifémek és az alkáliföldfémek képesek a hidrogénatomot hidridionná redukálni, ezért az ionrácsos vegyület képlete MeH és MeH_2 lehet. Az elektrolízis során az anódon elemi hidrogén fejlődik: $2 \text{H}^- = \text{H}_2 + 2\text{e}^-$, melynek anyagszáma:

$$n = \frac{30,625 \text{ dm}^3}{24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 1,25 \text{ mol, tömege pedig } 2,5 \text{ g. A vegyület másik elemének}$$

tömege: $19,85 - 2,5 = 17,35$ g. Ha a fém alkálifém, akkor a fémion anyagszáma azonos a hidridion anyagszámaival ($1,25 \cdot 2 = 2,5$ mol), ezért a fém moláris tömege:

$$M = \frac{17,35 \text{ g}}{2,5 \text{ mol}} = 6,94 \text{ g/mol, a fém tehát a lítium, a vegyület a LiH.}$$

(Alkáliföldfémre nem jön ki helyes megoldás.)

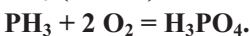
b) Ha a molekula alakja háromszög alapú piramis, akkor a központi atom atomtörzse körül három kötő és egy nemkötő elektronpár van. Ennek megfelelően a molekula általános képlete XH_3 . Egy mol vegyület két mol oxigénnel reagál maradék nélkül: $\text{XH}_3 + 2 \text{O}_2 = \text{H}_3\text{XO}_4$.

Mivel egy mol vegyület $1,882$ -szeres tömegű oxigénnel reagál, ezért a vegyület moláris tömege

$$\frac{64}{1,882} = 34 \text{ g/mol.}$$

A három mol hidrogénatom tömege három gramm, így az X elem moláris tömege $34 - 3 = 31$ g/mol, az elem tehát a foszfor. **A molekularácsos vegyület képlete**

PH_3 (foszfin). A foszfin égésének egyenlete:



Feladatok haladóknak

*Szerkesztő: Magyarfalvi Gábor és Varga Szilárd
(gmagyarf@chem.elte.hu, szilard.varga@bolyai.elte.hu)*

Megoldások

H141.

a) Például a víz 4°C alatt. (2 pont)

b) Egy gumiszálát természetes állapotából kinyújtva azt tapasztaljuk, hogy felmelegszik. Ennek oka, hogy a megnyújtásakor a polimerszálak közelebb kerülnek egymáshoz, emiatt a polimerszálakon található ligandumok (pl. metil-, etilcsoportok) és magának a láncnak a mozgása, forgása gátlódik, így az ezekben a mozgásformákban tárolt energia hővé alakul. A kinyújtott gumiszálát elengedve az megrövidül, a mozgásukban gátolt csoportok, molekularészletek újra intenzívebben kezdenek mozogni, ehhez hőt vesznek fel, emiatt az összeugró gumiszál lehűl. Ha nyújtott állapotban tartva melegítjük a gumiszálát, akkor a közölt energiát ugyanezek a csoportok részben felveszik és az intenzívebbé váló mozgásukhoz szükséges helyet a gumi összehúzódása révén nyerik. Ez az oka az összehúzódásnak. Más oldalról megközelítve a problémát úgy is megfogalmazhatjuk a jelenséget (bár ez még nem magyarázat!), hogy a gumiszál erőállandója hőmérsékletfüggő: magasabb hőmérsékleten nagyobb, így ugyanakkora erőhatásra kisebb a megnyúlás. (4 pont)

c) Minden kötést két atom alkot, így a kötések számának kétszerese az atomok összes vegyértékének összege, ami tehát páros szám. Ez a szám a páros vegyértékű atomok vegyértékeinek összegéből és a páratlan vegyértékű atomok vegyértékeinek összegéből áll össze. A páros vegyértékű atomok vegyértékeinek összege biztos, hogy páros szám, hiszen csupa páros számot adunk hozzá össze. Emiatt a páratlan vegyértékű atomok vegyértékeinek összege is páros, mivel a teljes összeg páros. Hogy páros számot kapjunk, a páratlan vegyértékek számának kell párosnak lenni, hiszen páros számú páratlan szám összege lesz páros. Azaz a páratlan vegyértékű atomok száma páros.

Megjegyzés: A feladat a klasszikus gráfelméleti alaprobléma adaptálása egy kémiai helyzetre, ahogy sok megoldó észrevette. Hasonló a gondolatmenettel lehet kézfogásokról, vagy ismerősök számáról következtetéseket levonni. A gráfelmélet tételeit, ötleteit a kémiában is szívesen használják, például izomerek leszámolásánál. (4 pont)

(Stirling András)

H142.

Először állapítsuk meg az **E** vegyület összetételét! 100 gramm **E** tartalmaz 3,66 mol hidrogént és ugyanennyi oxigént. Így **E** képlete az alábbi formában írható fel: H_xAO_x , melynek moláris tömege:

$$M = 17,00 \text{ g/mol} \cdot x + A_r(A).$$

100 gramm **E** vegyület anyagmennyisége $n = 3,66/x$ mol, így a moláris tömege:

$$M = m / n = 100 \text{ g} / (3,66 / x \text{ mol}) = 27,32 \cdot x \text{ g/mol}.$$

A két egyenletből azt kapjuk, hogy $A_r(A) = 10,32 \cdot x$.

Könnyen rájöhettünk, hogy $x = 3$ esetén az egyik keresett elem a foszfor. Tehát az **E** vegyület a foszforosav: H_3PO_3 .

Az **F** vegyület – mivel nem oxosav – feltehetően vagy hidrogén-halogenid vagy hidrogén-kalkogenid (például H_2S).

Tegyük fel, hogy 1 mol **E** mellett n mol **F** keletkezik. Így a tömegszázalékos összetételből megkapható **F** moláris tömege:

$$\begin{aligned} m(\mathbf{E}) / m(\mathbf{F}) &= (M(\mathbf{E}) \cdot n(\mathbf{E})) / (M(\mathbf{F}) \cdot n(\mathbf{F})) = (82 \cdot 1) / (M(\mathbf{F}) \cdot n) = \\ &= 1,99 / 9,32 = 0,2135. \end{aligned}$$

Ebből a következő kifejezést kapjuk:

$$M(\mathbf{F}) \cdot n = 384.$$

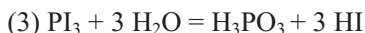
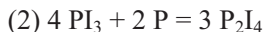
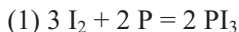
Sejthető, hogy 1 mol H_3PO_3 mellett vagy 3 mol HX hidrogén-halogenid vagy $3/2$ mol H_2Y hidrogén-kalkogenid keletkezik. Ezek alapján a megfelelő kombináció: $n = 3$ és $M(\mathbf{F}) = 128 \text{ g/mol}$. Ez éppen a hidrogén-jodid moláris tömege. Tehát a **C** vegyület a foszfor-trijodid.

A **D** vegyület moláris tömege $1,3835 \cdot 412 \text{ g/mol} = 570 \text{ g/mol}$. Ez pedig a P_2I_4 vegyületre jellemző.

Tehát az egyes elemek, illetve vegyületek:



A végbemenő reakciók rendezett egyenletei:



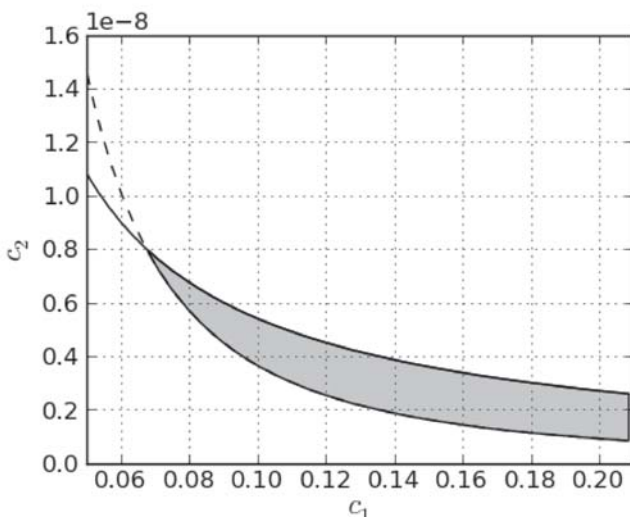
Sok szép megoldás érkezett, ezek között számos igen eltérő gondolatmenettel is találkozott a javító.

(Benkő Zoltán)

H143.

- a) Legyen c_1 a MgSO_4 -oldat, c_2 a $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -oldat koncentrációja! Ekkor annak kell teljesülnie, hogy az összeöntés pillanatában $[\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 > L(\text{Mg}(\text{OH})_2)$, de $[\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] \leq L(\text{BaSO}_4)$. Ebből levezetve két feltétel adódik, egyrészt $c_1 c_2 \leq 4L(\text{BaSO}_4)$, másrészt $c_1 c_2^2 > 2L(\text{Mg}(\text{OH})_2)$. A megoldás egy terület a (c_1, c_2) síkon, azonban adhatunk becsléseket arra nézve, hogy milyen esetekben teljesülhetnek a feltételek. Egyrészt a két egyenletet egymással elosztva: $c_1 < 7,51 \cdot 10^{-9} \text{ M}$ (ez nyilván teljesíthető), másrészt négyzetre emelés és osztás után $c_2 > 0,069 \text{ M}$, ami már lehetne problémás, de ez még mindig kisebb, mint $0,21 \text{ M}$, vagyis a dolog lehetséges, bár igen speciális feltételek mellett. Fontos, hogy nem minden fenti két feltételnek megfelelő (c_1, c_2) pár tesz eleget a követelményeknek, azonban olyan c_1 és c_2 értékek, melyek nem teljesítik a fenti feltételeket, semmiképp sem. (2 pont).

Az ábra mutatja a kérdéses területet. A szaggatott vonal a $\text{Mg}(\text{OH})_2$, a folytonos a BaSO_4 oldhatóságát jelzi. Az egyes vonalak feletti tartományban a megfelelő csapadék levál. Az árnyékolt tartományban lehetséges az, hogy csak $\text{Mg}(\text{OH})_2$ van jelen csapadékként. Kísérletileg igencsak nehéz lenne ezt a nagyon szűk tartományra korlátozott MgSO_4 -koncentrációt kimérni.



- b) Nem. Ugyanis, ha feltételezzük, hogy a levált fehér csapadék a $\text{Mg}(\text{OH})_2$, akkor teljesül, hogy $[\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = L(\text{Mg}(\text{OH})_2)$. Ebből kiszámítható $[\text{Mg}^{2+}]$ az $[\text{OH}^-]$ ismeretében. Ugyan nem tudjuk mennyi $\text{Mg}(\text{OH})_2$ vált le, azonban a sztöchiometriai viszonyok miatt az oldatban $[\text{SO}_4^{2-}] \geq [\text{Mg}^{2+}]$ és $[\text{Ba}^{2+}] \geq [\text{OH}^-]/2$, így az egyenletek összeszorozásával $[\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] \geq 2,74 \cdot 10^{-8}$ adódik, ami nagyobb, mint $L(\text{BaSO}_4)$, tehát leválik a BaSO_4 (2 pont).
- c) Ha feltételezzük, hogy a 10,52-es pH-jú oldat alatt nincs is $\text{Mg}(\text{OH})_2$, akkor ellentmondásra jutunk. Ugyanis, ekkor a $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -oldat koncentrációjára $3,31 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ adódna, ebből újabb 100 cm^3 hozzáadására azonban a pH csak 10,64-re nőne, illetve ennél kevesebb lenne, ha elkezdene leválni a $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Tehát már a 200 cm^3 -es oldat alatt is van $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Vagyis teljesül, hogy $[\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = L(\text{Mg}(\text{OH})_2)$. Az ebből számítható $[\text{Mg}^{2+}]$ -ra igaz, hogy a mért $[\text{OH}^-]$ fele, tehát mivel az ionok 1:2 arányban vannak az oldatban, és 1:2 arányban vannak a csapadékban, ezért két anyag mennyisége sztöchiometrikus, vagyis a két kiindulási oldat koncentrációja egyenlő. Ebből következően a 300 cm^3 -es oldatban $2[\text{Mg}^{2+}] + 2c_2 \cdot 0,1/0,3 = [\text{OH}^-]$, ahol $[\text{Mg}^{2+}]$ és $[\text{OH}^-]$ a pH-ból számolható. Ebből $c_1 = c_2 = 9,53 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ adódik (3 pont).
- d) A minimális mennyiség elérése esetén pont teljesül, hogy $[\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = L(\text{Mg}(\text{OH})_2)$. Ekkor $[\text{Mg}^{2+}] = c_1/3$, ebből $[\text{OH}^-]$ is számolható. Felírva a töltésmérleget, valamint felhasználva, hogy $[\text{NH}_4^+] + [\text{NH}_3] = [\text{Cl}^-]$, $[\text{NH}_3] = 1,03 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ adódik, amiből $[\text{Cl}^-] = 1,11 \cdot 10^{-3} \text{ M}$, így $0,0178 \text{ g NH}_4\text{Cl}$ adódott (3 pont).

A megoldásokról: az 1) részben sokan nem vették figyelembe, hogy ha teljesen általánosan közelítjük meg a dolgot, akkor nem csak a $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -oldat, hanem a MgSO_4 -oldat koncentrációjára is adódik feltétel. A javítás során, ha valaki a fenti két feltételt felírta, vagy mindkét oldat koncentrációjára adott meg valamilyen értéket, már megkapta a feladatrészeire járó 2 pontot. Általánosan jelentkezett, hogy a 3) résznél szinte mindenki adottnak vette, hogy a 10,52-es pH-jú oldat alatt van $\text{Mg}(\text{OH})_2$, pedig pusztán a pH-ból erre nem lehet következtetni. A pontátlag 7,5 pont lett, hibátlan megoldást Sveiczzer Attila küldött be.

(Kramarics Áron)

H144.

a) (4 pont) A nitrites reakció során fejlődő gázokat a megfelelő szűrőn átvezetve a keletkező N_2 marad vissza, melynek mennyisége:

$$n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{102,3 \text{ kPa} \cdot 0,192 \text{ dm}^3}{8,314 \text{ J/K} \cdot \text{mol} \cdot 295,2 \text{ K}} = 8,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Látható, hogy az égéstermékben szobahőmérsékleten háromféle gáz van, tehát a N_2 és CO_2 mellett keletkezett SO_2 is, azaz a keveréket alkotó aminosavak közül legalább az egyik tartalmaz S-t.

Vizsgáljuk meg először azt az esetet, ha mindkét aminosav tartalmaz S-t. Ekkor a keveréket csak metionin és cisztein alkothatta, hiszen a természetes aminosavak közül csak ez a kettő tartalmaz S-t. Ebben az esetben:

$$n_{\text{Met}} \cdot M_{\text{met}} + n_{\text{Cys}} \cdot M_{\text{cys}} = 1,474 \text{ g} \quad (1)$$

Valamint a nitrit hatására felszabaduló N_2 -re:

$$\frac{n_{\text{Met}} + n_{\text{Cys}}}{2} = 8,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad (2)$$

(1) és (2) alapján, felhasználva, hogy $M_{\text{Met}} = 149,2 \text{ g/mol}$ és $M_{\text{Cys}} = 121,1 \text{ g/mol}$, n_{Met} értékére negatív szám adódik, tehát ez a két aminosav nem alkothatta a keveréket.

Vizsgáljuk most azt, ha az egyik keveréket alkotó aminosav a cisztein. Ebben az esetben induljunk ki az égéstermékben lévő gázok arányából. A legtöbb feltehetően a CO_2 -ból van, és mivel a ciszteinben a S és N atomok aránya 1:1, a keveréket alkotó másik aminosavban pedig nincs S, ezért az égéstermékben kétszer annyi N_2 -nek kell lennie, mint SO_2 -nak. Feltételezve, hogy n_0 mol cisztein volt, ekkor ebből n_0 mol SO_2 , $0,5 n_0$ mol N_2 és $3 n_0$ mol CO_2 lesz. Ahhoz, hogy a feladatban írt arányok teljesüljenek, a másik aminosavból $1,5 n_0$ mol N_2 -nek és $11 n_0$ mol CO_2 -nak kell keletkeznie. Ez azt jelenti, hogy a másik, ismeretlen aminosavban a C és N atomok aránya 11:3. Ilyen természetes aminosav nem létezik, tehát a keverékben a kéntartalmú aminosav a metionin.

Az előbbieken leírt gondolatmenet szerint haladva és feltételezve, hogy n_0 mol metionin volt, ekkor ebből n_0 mol SO_2 , $0,5 n_0$ mol N_2 és $5 n_0$ mol CO_2 lesz. Ahhoz, hogy a feladatban írt arányok teljesüljenek, a másik aminosavból $1,5 n_0$ mol N_2 -nek és $9 n_0$ mol CO_2 -nak kell keletkeznie. Ez azt jelenti, hogy a másik, ismeretlen aminosavban a C és N atomok aránya 9:3, azaz 3:1. Ilyen természetes aminosav a cisztein, amely a fentiek miatt nem lehet a keverék másik alkotója, valamint az alanin, a lizin és a szerin.

Ezek közül belátható, hogy a feladat feltételeinek csak a lizin felel meg. Tehát a keveréket lizin és metionin alkotta.

Az összetételre az alábbiak írhatók fel:

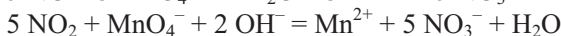
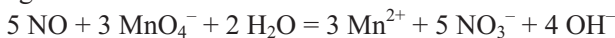
$$n_{\text{Met}} \cdot M_{\text{met}} + n_{\text{Lys}} \cdot M_{\text{Lys}} = 1,474 \text{ g} \quad (3)$$

Valamint a nitrit hatására felszabaduló N_2 -re (lizin esetén a két $-\text{NH}_2$ -csoport miatt nem kell 2-vel osztanunk):

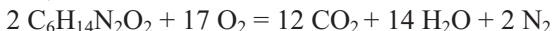
$$\frac{n_{\text{Met}}}{2} + n_{\text{Lys}} = 8,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad (4)$$

(3) és (4) alapján, felhasználva, hogy $M_{\text{Met}} = 149,2 \text{ g/mol}$ és $M_{\text{Lys}} = 146,2 \text{ g/mol}$, $n_{\text{Met}} = 4,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$, $n_{\text{Lys}} = 6,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$, a tömegszázalékos összetétel: 40,5 m/m% lizin és 59,5 m/m% metionin.

b) (1 pont) A KMnO_4 -os mosó az esetlegesen keletkező nitrogén-oxidokat köti meg:



c) (2 pont) Az égetés reakcióegyenletei az aminosavak összegképletével felírva:



$4,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ metioninra fogy $3,10 \cdot 10^{-2} \text{ mol O}_2$, a $6,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ lizinre fogy $5,10 \cdot 10^{-2} \text{ mol O}_2$, tehát összesen $8,20 \cdot 10^{-2} \text{ mol O}_2$ fogy, aminek térfogata a fenti körülmények között:

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{8,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 295,2 \text{ K}}{102,3 \text{ kPa}} = 1,97 \text{ dm}^3$$

d) (1 pont) A $\text{Ba(OH)}_2/\text{H}_2\text{O}_2$ -os mosó a CO_2 -ot és a SO_2 -ot köti meg. A $4,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ metioninból $2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol CO}_2$ és $4,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol SO}_2$, a $6,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ lizinből $3,60 \cdot 10^{-2} \text{ mol CO}_2$ keletkezik. Azaz 2,46 g CO_2 és 0,256 g SO_2 keletkezik, tehát összesen 2,72 g-mal nő a mosó tömege.

e) (*Pós Eszter Sarolta megoldása alapján*) (2 pont) A nagyobb moláris tömegű aminosav a metionin. Ebből 1,000 g-ot 1,00 dm³ vízben oldva a keletkező oldat koncentrációja $6,702 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$.

Ekkor az alábbiak írhatók fel (A⁻-szal a deprotonált, H₂A⁺-szal a protonált aminosavat jelölve):

$$\frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = K_1 = 10^{-2,28} \quad (1), \quad \frac{[\text{H}^+][\text{HA}]}{[\text{H}_2\text{A}^+]} = K_2 = 10^{-9,21} \quad (2)$$

$$6,702 \cdot 10^{-3} = [\text{A}^-] \left(1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_1} + \frac{[\text{H}^+]^2}{K_1 K_2} \right) \quad (3)$$

Töltésmérleg: $[\text{A}^-] + [\text{OH}^-] = [\text{H}^+] + [\text{H}_2\text{A}^+]$ (4)

$$\text{Ebből: } [\text{A}^-] + \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]} = [\text{H}^+] + \frac{[\text{H}^+]^2}{K_1 K_2} [\text{A}^-] \quad (5)$$

(5) –ből és (3)–ből $[\text{A}^-]$ -t kifejezve:

$$\frac{6,702 \cdot 10^{-3}}{\left(1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_1} + \frac{[\text{H}^+]^2}{K_1 K_2} \right)} = \frac{[\text{H}^+] - \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]}}{1 - \frac{[\text{H}^+]^2}{K_1 K_2}}$$

Ebből: $[\text{H}^+] = 1,80 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$, ebből $\text{pH} = 5,75$.

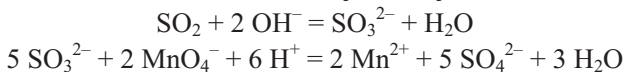
**A fenti megoldás csak akkor lenne helyes, ha a fejlődő gáz térfogata 384 cm^3 lenne. Erre a hibára sokan rájöttek, valamint több tanuló is belátta azt, hogy az eredetileg megadott adatokkal a feladatnak nincs megoldása. Mindezeket teljes értékű megoldásként fogadtam el. A hibáért a szerkesztők nevében utólag is elnézést kérünk!*

A feladatra összesen 18 megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 8,0.

(Vörös Tamás)

H145.

a)-b) (8 pont) Az oxigénáramban való hevítés során gáz halmazállapotú termékként SO_2 keletkezik a kénből, ezt nyeletjük el KOH -oldatban. Az oldatot savanyítást követően KMnO_4 -oldattal titráljuk. A lejátszódó reakciók egyenletei:

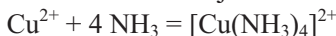


Az oldat teljes mennyiségére

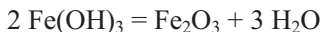
$$\frac{100,0 \text{ cm}^3}{50,00 \text{ cm}^3} \cdot 0,100 \text{ mol/dm}^3 \cdot 21,80 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 4,36 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

KMnO_4 fogyott. Ez $2,5 \cdot 4,36 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 1,09 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ S-t jelent az ércben.

A visszamaradó szilárd anyagból a kénsav a vasat és a rezet kioldja. A keletkező oldathoz ammóniát adva az alábbi reakciók játszódhatnak le:



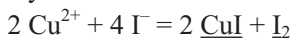
A keletkező csapadékot kiszűrve, szárítva, majd hevítve:



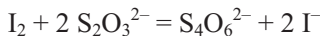
reakció játszódik le. Ezek alapján a 2,00 g érceben

$$\frac{0,435 \text{ g}}{159,7 \text{ g/mol}} \cdot 2 = 5,45 \cdot 10^{-3} \text{ mol Fe volt.}$$

A kék színű szűrlethez savanyítás után KI-ot adva elemi jód keletkezik:



Ezt titráljuk tioszulfáttal:



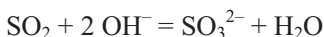
A szűrlet teljes mennyiségére

$$\frac{100,0 \text{ cm}^3}{20,00 \text{ cm}^3} \cdot 0,0500 \text{ mol/dm}^3 \cdot 21,80 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 5,45 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

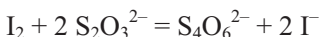
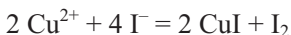
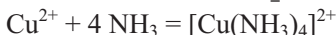
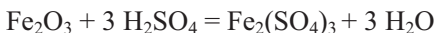
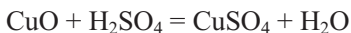
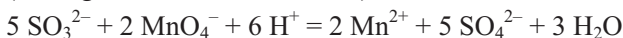
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ fogyott, ez ugyanennyi Cu-et jelent.

A fentiek alapján az ásvány tapasztalati képlete: CuFeS_2 (kalkopirit).

A lejátszódó reakciók egyenletei:



(semlegesítés: $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$)



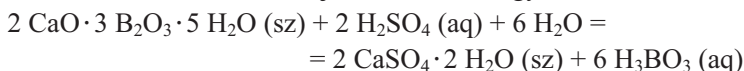
c) (2 pont) Az érc 2,00 g-jában $1,09 \cdot 10^{-2}$ mol S, melynek tömege 0,349 g; $5,45 \cdot 10^{-3}$ mol Fe, melynek 0,304 g és $5,45 \cdot 10^{-3}$ mol Cu van, melynek tömege 0,346 g. Azaz az érc ásványtartalma 1,00 g, tehát 50,0 m/m%.

A feladatra 22 megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 8,7. Hibátlan megoldást küldött be Bolgár Péter, Pánczél János Károly és Sályi Gergő.

(Vörös Tamás)

H146.

a) A colemanit és a kénsav reakciójának rendezett egyenlete:



b) A 184,6 g colemanitban lévő B_2O_3 tömege: $184,6 \cdot 0,3771 \text{ g} = 69,61 \text{ g}$. Ennek anyagmennyisége:

$$n_{\text{B}_2\text{O}_3} = \frac{69,61 \text{ g}}{69,62 \text{ g/mol}} = 1,000 \text{ mol}$$

Mivel a H_3BO_3 kezdeti koncentrációja $1,554 \text{ mol/dm}^3$ volt, ezért a B_2O_3 kezdeti koncentrációja ennek fele, vagyis $0,777 \text{ mol/dm}^3$.

Ez alapján az oldat térfogata:

$$V = \frac{1,000 \text{ mol}}{0,777 \text{ mol/dm}^3} = 1,287 \text{ dm}^3$$

A telített oldatban van $1,287 \text{ dm}^3 \cdot 0,0310 \text{ mol/dm}^3 = 0,0400 \text{ mol Ca}^{2+}$. A 184,6 g colemanit Ca-tartalma $\frac{184,6 \text{ g} \cdot 0,2079}{56,08 \text{ g/mol}} = 0,6843 \text{ mol}$. Ebből oldatban maradt a

fenti 0,0400 mol (melynek tömege: $0,0400 \cdot 40,08 \text{ g} = 1,60 \text{ g}$), azaz 0,6443 mol Ca^{2+} , azaz gipsz vált ki csapadék formájában. Ennek tömege: $0,6443 \cdot 172,2 \text{ g} = 111 \text{ g}$.

c) Elméletileg 2,000 mol bórsav lenne kikristályosítható, melynek tömege $2 \cdot 61,84 \text{ g} = 123,7 \text{ g}$.

Gyakorlatilag azonban 20°C -on is oldódik valamennyi bórsav, emiatt a fentinél kevesebb kristályosítható ki. Feltételezve, hogy a keletkezett oldat csak bórsavat és vizet tartalmaz (azaz ekvivalens mennyiségű kénsavban oldottuk a mintát) és az oldat sűrűsége $1,00 \text{ g/cm}^3$, akkor a keletkezett oldat tömege 1287 g és benne 123,7 g bórsav és 1163,3 g víz van. Abban az esetben, ha szobahőmérsékleten m gramm bórsav oldódik 100 g vízben, akkor:

$$\frac{m}{100} = \frac{123,7 - x}{1163,3}$$

ahol x a kikristályosodott bórsav tömegét jelenti grammban.

d) Vízben átkristályosítva csökkenthető a termék szennyezettsége, ha a bórsavból forrón telített oldatot készítünk, majd azt lehűtjük. Ekkor a forró vízben a szulfátszennyezések oldódnak, a hűtéskor kikristályosodó bórsav sokkal tisztább lesz.

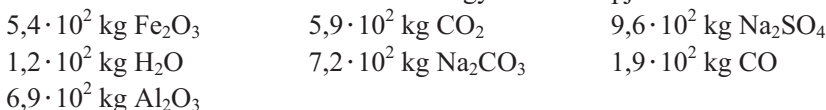
(Vörös Tamás)

H147.

a) 2,1 tonna ércben 1,5 tonna, azaz $1,5 \cdot 10^6$ kg kromit van. Mivel $M_{\text{kromit}} = 224$ g/mol, és egy mol kromitból 2 mol króm lesz, ezért

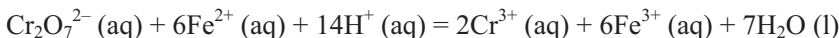
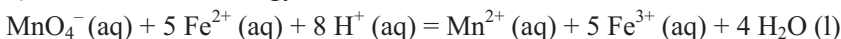
$$2 \cdot \frac{1,5 \cdot 10^3 \text{ kg}}{224 \text{ g/mol}} \cdot 52,0 \text{ g/mol} = 7,0 \cdot 10^2 \text{ kg króm keletkezik.}$$

A keletkezett melléktermékek a reakcióegyenletek alapján:



Továbbá melléktermékként marad az ásvány meddő 28%-a is, melynek tömege $5,9 \cdot 10^2$ kg.

b) A titrálás rendezett egyenletei:



A keletkezett 5,82 g BaCrO₄ csapadék $2,30 \cdot 10^{-2}$ mol. Azaz $1,15 \cdot 10^{-2}$ mol Cr₂O₇²⁻ volt az 50 ml oldatban, ez a fentiek alapján $6,9 \cdot 10^{-2}$ mol Fe²⁺-t fogyaszt. A 100 ml oldatra ez 0,138 mol Fe²⁺. A teljes fogyott Fe²⁺ mennyisége 100 ml oldatra: $2 \cdot 43,5 \cdot 10^{-3} \cdot 1,60 \text{ mol} = 0,1392 \text{ mol}$. Azaz 0,0012 mol Fe²⁺ fogyott a MnO₄⁻-ra. Ez $2,4 \cdot 10^{-4}$ mol MnO₄⁻-ot jelent. Azaz az 5,00 g mintában $4,60 \cdot 10^{-2}$ mol Cr volt, melynek tömege 2,39 g és $2,4 \cdot 10^{-4}$ mol Mn, melynek tömege 0,013 g.

Ez alapján az összetétel:

$$\text{Cr: } 2,39 \text{ g} / 5,00 \text{ g} \cdot 100 \% = 47,6 \text{ m/m}\%$$

$$\text{Mn: } 0,013 \text{ g} / 5,00 \text{ g} \cdot 100 \% = 0,26 \text{ m/m}\%$$

c) A lejátszódó folyamat erősen hőmérsékletfüggő, emiatt a rendszer (a C + CO₂ = 2CO reakció eltolódása és a szénfelesleg miatt) a



skálán mozog, azonban pontosan nem mondható meg, hogy mi keletkezik.

(Vörös Tamás)

H148.

a) Az arzén szervesetlen formáinak anyagmennyiség-koncentrációja:

$$c(\text{As(III)}) = 10,8 \cdot 10^{-6} / 74,92 = 1,44 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{As(V)}) = 4,3 \cdot 10^{-6} / 74,92 = 5,74 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3$$

b) Ha az oldat pH-ja 6,5, akkor $[\text{H}^+] = 10^{-6,5}$.

Az arzén(III) speciesz eloszlása:

$$K_{a1} = [\text{H}^+] \cdot [\text{H}_2\text{AsO}_3^-] / [\text{H}_3\text{AsO}_3] = 5,1 \cdot 10^{-10}$$

$$[\text{H}_2\text{AsO}_3^-] + [\text{H}_3\text{AsO}_3] = 1,44 \cdot 10^{-7}$$

Ebből:

$$[\text{H}_2\text{AsO}_3^-] = 2,32 \cdot 10^{-10} \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{H}_3\text{AsO}_3] = 1,438 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$$

Tehát a domináns forma a H_3AsO_3 , melynek koncentrációja $1,438 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$.

Az arzén(V) speciesz eloszlása:

$$K_{a1} = [\text{H}^+] \cdot [\text{H}_2\text{AsO}_4^-] / [\text{H}_3\text{AsO}_4] = 5,8 \cdot 10^{-3}$$

$$K_{a2} = [\text{H}^+] \cdot [\text{HAsO}_4^{2-}] / [\text{H}_2\text{AsO}_4^-] = 1,1 \cdot 10^{-7}$$

$$K_{a3} = [\text{H}^+] \cdot [\text{AsO}_4^{3-}] / [\text{HAsO}_4^{2-}] = 3,2 \cdot 10^{-12}$$

$$[\text{AsO}_4^{3-}] + [\text{HAsO}_4^{2-}] + [\text{H}_2\text{AsO}_4^-] + [\text{H}_3\text{AsO}_4] = 5,74 \cdot 10^{-8}$$

Ebből:

$$[\text{AsO}_4^{3-}] = 1,50 \cdot 10^{-13} \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{HAsO}_4^{2-}] = 1,481 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{H}_2\text{AsO}_4^-] = 4,258 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{H}_3\text{AsO}_4] = 2,32 \cdot 10^{-12} \text{ mol/dm}^3$$

Tehát a domináns forma a H_2AsO_4^- , melynek koncentrációja $4,258 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3$.

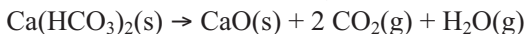
c) Oxidálószer hatására az arzén(III) arzén(V)-té oxidálódik. Mivel az arzén(V) kevésbé mérgező, mint az arzén(III), ezért előnyös, ha az ivóvíz oxigénben gazdagabb.

A feladatra 21 megoldás érkezett, ebből 13 hibátlan volt. A pontátlag 8,33 volt.

(Sarka János)

H149.

Az egyenletek:



$\text{CaCl}_2 \rightarrow$ nincs reakció



Az első nyomásadatból felírható, hogy $n_1 = p_1 V / RT_1 = 0,0400$ mol, ahol $T_1 = 400$ K és $p_1 = 1,312 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1,329 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, ez nyilván a szén-dioxid, a víz és az oxigén anyagmennyiségének összege.

A második nyomásadatból: $n(\text{O}_2) + n(\text{CO}_2) = n_2 = p_2 V / RT_2$, ahol $T_2 = 300$ K $p_2 = 0,897 \cdot 10^5 \text{ Pa} - 27 \cdot 133,332 \text{ Pa} = 8,729 \cdot 10^4 \text{ Pa}$, ebből $n_2 = 0,0350$ mol adódik. A kettő különbsége, $n_3 = n_1 - n_2$ adja a víz anyagmennyiségét, amire $n_3 = 0,0050$ mol adódik.

Az acetilén égése során folyékony halmazállapotú víz keletkezik, a reakcióhő kiszámításához ismerni kell a folyékony halmazállapotú víz képződéshőjét.

Erre a $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ egyenlet alapján

$\Delta_{\text{vap}}H = \Delta_f H(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) - \Delta_f H(\text{H}_2\text{O}, \text{l})$ segítségével

$\Delta_f H(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = -44,0 + -241,8 = -285,8 \text{ kJ/mol}$ adódik.

Az acetilén égésének reakcióegyenlete:



$\Delta_r H = 4\Delta_f H(\text{CO}_2, \text{g}) + 2\Delta_f H(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) - 2\Delta_f H(\text{C}_2\text{H}_2, \text{g})$ segítségével

$\Delta_r H = -2599,2 \text{ kJ/mol}$ adódik.

$n(\text{O}_2) = 5 \cdot (-7,796 \text{ kJ}) / (-2599,2 \text{ kJ/mol}) = 0,0150$ mol, így

$n(\text{CO}_2) = 0,0200$ mol.

Így a gázelegy összetételére: 50 v/v% CO_2 , 37,5 v/v% O_2 és 12,5 v/v% H_2O adódik.

A reakcióegyenletek alapján:

$n(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = n(\text{H}_2\text{O}) = 0,005$ mol,

$n(\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2) = n(\text{O}_2) / 3 = 0,005$ mol,

$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2) - 2 \cdot n(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 0,010$ mol. Így

$m(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 0,0050 \text{ mol} \cdot 162,12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,807 \text{ g}$,

$m(\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2) = 0,0050 \text{ mol} \cdot 206,98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,035 \text{ g}$,

$m(\text{CaCO}_3) = 0,0100 \text{ mol} \cdot 100,09 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,006 \text{ g}$,

$m(\text{CaCl}_2) = 5,000 \text{ g} - (0,807 \text{ g} + 1,035 \text{ g} + 1,006 \text{ g}) = 2,153 \text{ g}$.

Ez alapján a keverék 20,11 w% CaCO_3 -t, 16,14 w% $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ -t, 20,69 w% $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ -t és 43,06 w% CaCl_2 -t tartalmaz.

A gyakori hibák a következők voltak: 1 atmoszféra 101325 Pa, és nem 10^5 Pa, az acetilén égetése előtt pedig a gőztér már telített vízgőzzel, tehát az égés során keletkező összes víz lecsapódik.

A feladat nem bizonyult nehéznek, a pontátlag 8,75 pont lett.

(Kramarics Áron)

H150.

$$a) K_{f1} = [P-L]/([P] \cdot [L]) = 2,22 \cdot 10^4$$

$$c(P) = [P-L] + [P] = 5,0 \cdot 10^{-5}$$

$$c(L) = [P-L] + [L] = 5,0 \cdot 10^{-5}$$

Megoldva a fenti egyenletrendszer:

$$[P-L] = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3, \text{ tehát a fehérje 40\%-a van komplexben.}$$

$$b) \text{ A pH} = 9,5, \text{ tehát } [H^+] = 10^{-9,5}.$$

$$K_h = [MH^+]/([M] \cdot [H^+]) = 10^{10}$$

$$[MH^+] = 10^{0,5} \cdot [M]$$

$$[MH^+]/([M] + [MH^+]) = 10^{-0,5}/(1 + 10^{-0,5}) = 0,76$$

Tehát a fehérje 76%-a van protonált formában 9,5-ös pH-n.

A részecskék koncentrációi:

$$c(M) = [M] + [MH^+] + [P-MH^+] = 5,0 \cdot 10^{-5}$$

$$c(P) = [P] + [P-MH^+] = 5,0 \cdot 10^{-5}$$

$$K_h = [MH^+]/([M] \cdot [H^+]) = 10^{10}$$

$$K_{f2} = [P-MH^+]/([P] \cdot [MH^+]) = 5,26 \cdot 10^5$$

Megoldva a fenti egyenletrendszer:

$$[MH^+] = 7,6 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$

$$[M] = 2,4 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$

$$[P] = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

$$[P-MH^+] = 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

$$[P-MH^+]/([P] + [P-MH^+]) = 4,0 \cdot 10^{-5}/5,0 \cdot 10^{-5} = 0,80$$

Tehát a fehérje 80%-a van komplexben.

$$c) [H^+] = 10^{-9,5}$$

$$c(P) = [P] + [P-L] + [P-MH^+] + [P-L-MH^+] = 5,0 \cdot 10^{-5}$$

$$c(M) = [M] + [MH^+] + [P-MH^+] + [P-L-MH^+] = 5,0 \cdot 10^{-5}$$

$$c(L) = [L] + [P-L] + [P-L-MH^+] = 5,0 \cdot 10^{-5}$$

$$K_{f1} = [P-L]/([P] \cdot [L]) = 2,22 \cdot 10^4$$

$$K_h = [MH^+]/([M] \cdot [H^+]) = 10^{10}$$

$$K_{f2} = [P-MH^+]/([P] \cdot [MH^+]) = 5,26 \cdot 10^5$$

Az is igaz, hogy:

$$K_{f1} = [P-L-MH^+]/([P-MH^+] \cdot [L]) = 2,22 \cdot 10^{-4}$$

$$K_{f2} = [P-L-MH^+]/([P-L] \cdot [MH^+]) = 5,26 \cdot 10^5$$

Megoldva a fenti egyenletrendszer:

$$[MH^+] = 7,6 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$

$$[M] = 2,4 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$

$$[P] = 6,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$

$$[P-MH^+] = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

$$[P-L] = 4,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$

$$[P-L-MH^+] = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

Tehát:

$$[P-L]/5,0 \cdot 10^{-5} = 0,08$$

$$[P-MH^+]/5,0 \cdot 10^{-5} = 0,48$$

$$[P-L-MH^+]/5,0 \cdot 10^{-5} = 0,32$$

Vagyis a fehérje 8%-a van P-L, 48%-a van P-MH⁺ és 32%-a van P-L-MH⁺ komplexben.

Megjegyzés:

Ebben a feladatrészen a kezdeti koncentrációk megegyeznek az (a) és a (b) esettel. Bár a fenti egyenletrendszer analitikusan megoldható, de sokkal egyszerűbb, ha a megoldáshoz az (a) és (b) feladatban már megkapott eredményeket használjuk fel.

Az (a) részében a feladatnak azt kaptunk, hogy a fehérje 40%-a van az L ligandumhoz kötve P-L formában. A (b) részében a feladatnak megkaptunk, hogy a fehérje 80%-a van az MH⁺ ligandumhoz kötve P-MH⁺ formában. Mivel a két ligandum kötődése a fehérjéhez egymástól független, ezért a fehérje 32%-a ($0,40 \cdot 0,80 = 0,32$) van egyszerre az L és az MH⁺ ligandumokhoz kötve P-L-MH⁺ formában. Ez alapján megkapható a P-L és P-MH⁺ formában lévő komplexek mennyisége: $0,40 - 0,32 = 0,08$ és $0,80 - 0,32 = 0,48$. A többi részecske koncentrációja ezekből az adatokból egyszerűen számolható.

A feladatra 15 megoldás érkezett, a pontátlag 5,43 volt. Hibátlan megoldást küldött be Pósz Eszter Sarolta, Bolgár Péter és Sályi Gergő.

(Sarka János)

HO-67.

Az **A** vegyület 0,1 g-ja Na-mal $1,112 \cdot 10^{-3}$ mol H_2 -t fejleszt, ebből kiszámolható, hogy 1 mol H_2 90,09 g **A**-ból fejlődik. Az **A** 52,28 %-a O, ebből látszik, hogy 1 mol O 30,03 g **A**-ban van. Ez lehetséges úgy, ha **A**-ban a karboxil és a hidroxilcsoportok aránya 1:1. Az alapján, hogy **A** királis és a természetben előfordul, **A** a tejsav, összegképlete $C_3H_6O_3$. A tejsavat savas közegben etanollal reagáltatva etil-laktáthoz jutunk (**B**). Ezt főzve $100\text{ }^\circ\text{C}$ -on HBr-oldatban, a hidroxilcsoport brómra cserélődik, etil- α -brómpropionáthoz jutunk (**C**).

Ha **C**-t az **M** fémmel reagáltatjuk, akkor **D**-t kapunk. A reakció csak oxidatív addíció, a keletkezett vegyület 26.54 % fémet tartalmaz. $M/(M+180,9) = 0,2654$, ez alapján $M = 63,5$ g/mol, vagyis az **M** fém a cink (Zn), a **D** anyag pedig a etil- α -brómcinkpropionát.

G vegyület 54,50 % O-t tartalmaz, ez alapján 1 mol O 29,36 g **G**-ban van. G moláris tömege 88,07 g/mol, összegképlete $C_3H_4O_3$. **G**-t savas közegben etanollal reagáltatva etil-piruvátot kapunk (**E**).

F vegyület 0,5 g-jára $6.166 \cdot 10^{-3}$ mol NaOH fogy, azaz 1 mol NaOH 81,08 gramm **F**-re fogy. **F** 49,33 % O-t tartalmaz, azaz 1 O-t 32,43 g **F** tartalmaz. Ezek együtt csak akkor lehetségesek, ha **F** moláris tömege 162,18 g/mol, ekkor az összegképlete $C_6H_{10}O_5$.

Ezen adatok alapján **D** és **E** reakciója Reformatsky-reakció, mely során a savas hidrolízis után 2,3-dimetil-almasavat kapunk (**F**).

A betűvel jelölt anyagok képletei:

A: $CH_3-CH(OH)-COOH$

B: $CH_3-CH(OH)-COOEt$

C: $CH_3-CH(Br)-COOEt$

D: $CH_3-CH(ZnBr)-COOEt$

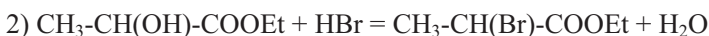
E: $CH_3-CO-COOEt$

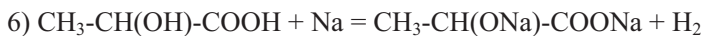
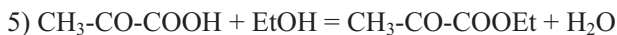
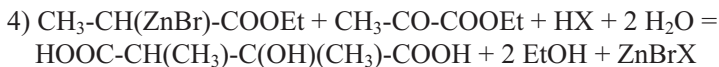
F: $HOOC-CH(CH_3)-C(OH)(CH_3)-COOH$

G: $CH_3-CO-COOH$

M: Zn

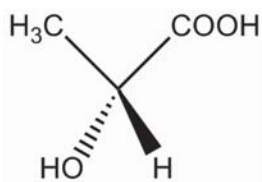
A lejátzódo reakciók egyenletei:



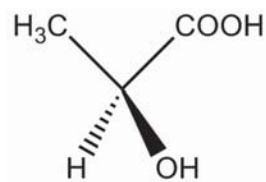


Lehetséges szerkezetek:

A: 2 szerkezet

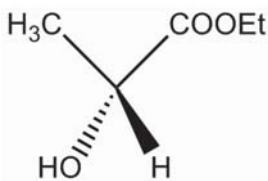


R-tejsav

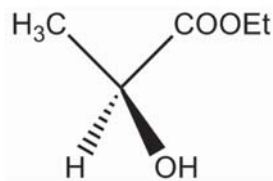


S-tejsav

B: 2 szerkezet

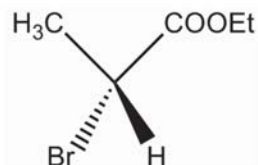


R-etil-laktát

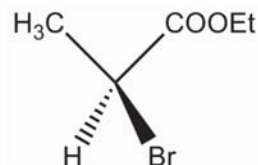


S-etil-laktát

C: 2 szerkezet

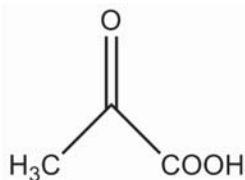


R-etil- α -brómpropionát



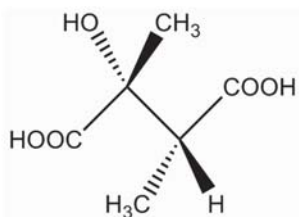
S-etil- α -brómpropionát

E: 1 szerkezet

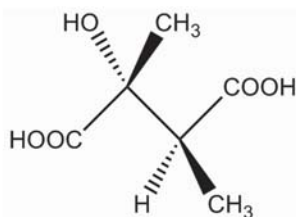


piroszőlősav

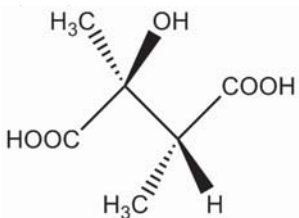
F: 4 szerkezet



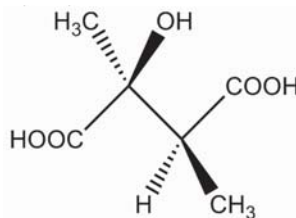
R,R-2,3-dimetil-almasav



R,S-2,3-dimetil-almasav

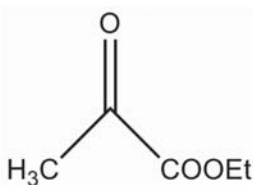


S,R-2,3-dimetil-almasav



S,S-2,3-dimetil-almasav

G: 1 szerkezet



etil-piruvát

Előfordulás a természetben:

A tejsav megtalálható az emberi szervezetben többek között a vérben, illetve a piroszőlősavval együtt köztes terméként keletkezik a szervezetben a szénhidrátok anaerob és aerob lebontása során.

A feladatra 19 megoldás érkezett, a pontátlag 6,74 volt. Hibátlan megoldást küldött be Pócs Eszter Sarolta, Batki Bálint és Bolgár Péter.

(Sarka János)

HO-68.

a) (1 pont) Ma ezt a gázt radonként ismerjük.

b) (2 pont) Mivel hosszú állás után elsősorban rádium D volt fellelhető, valamint több heti vizsgálat után a D forma mennyisége jelentősen nem csökkent, ezért a rádium D rádium E-vé alakulása a leglassúbb folyamat.

c) (3 pont) A feladat adatai alapján:

kiindulási anyag: ^{222}Rn ; rádium A: ^{218}Po ; rádium B: ^{214}Pb ; rádium C: ^{214}Bi , illetve rádium G: ^{206}Pb ; rádium F: ^{210}Po ; rádium E: ^{210}Bi ; rádium D: ^{210}Pb .

Ez alapján látható, hogy a rádium D keletkezése rádium C-ből egy α -bomlás és egy β -bomlás eredménye.

d) (4 pont) A $9,69 \text{ mg PbCl}_2$ anyagmennyisége $3,48 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$. Ennek 120-ad részét, azaz $2,90 \cdot 10^{-7} \text{ mol Pb}^{2+}$ -t vizsgálva annak β -aktivitása 16,90 egység. Ez alapján a 0,15 egység $2,57 \cdot 10^{-9} \text{ mol Pb}^{2+}$ -nak felel meg, azaz a $70,0 \text{ cm}^3$ vízben ennyi PbCrO_4 oldódott. Ez alapján az oldhatósági szorzat:

$$L_{\text{PbCrO}_4} = [\text{Pb}^{2+}][\text{CrO}_4^{2-}] = \frac{2,57 \cdot 10^{-9} \text{ mol}}{0,0700 \text{ dm}^3} \cdot \frac{2,57 \cdot 10^{-9} \text{ mol}}{0,0700 \text{ dm}^3} = 1,35 \cdot 10^{-15}$$

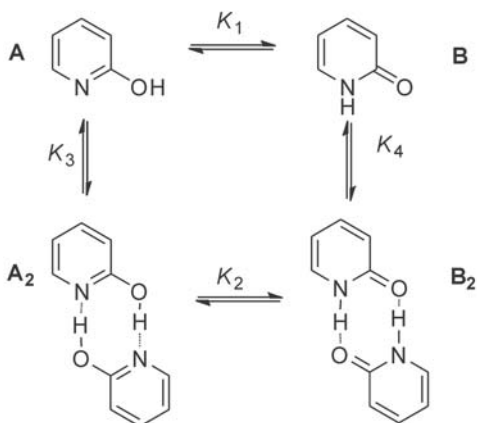
A feladatra összesen 17 megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 9,6. Hibátlan megoldást küldött be 11 tanuló.

(Vörös Tamás, Magyarfalvi Gábor)

HO-69.

A feladat kiírásába annyi hiba csúszott, hogy az egyensúlyi állandók, amelyeket kísérletileg határoznak meg, nem ilyen pontos számok, hanem mérési hibával terhettek. A feladat szövegében csak az értékek szerepeltek, a hibák nem ezért többen vélték úgy, hogy az adatok hibásak.

Az a) feladat rész megoldásához elég ezért az elvileg helyes és szükséges egyenletek felírása:



$$K_1 = \frac{[\mathbf{B}]}{[\mathbf{A}]}$$

$$K_2 = \frac{[\mathbf{B}_2]}{[\mathbf{A}_2]}$$

$$K_3 = \frac{[\mathbf{A}_2]}{[\mathbf{A}]^2}$$

$$K_4 = \frac{[\mathbf{B}_2]}{[\mathbf{B}]^2}$$

$$c = [\mathbf{A}] + [\mathbf{B}] + 2[\mathbf{A}_2] + 2[\mathbf{B}_2]$$

$$K_3 = K_4$$

Ezen egyenletrendszer megoldásával megkapjuk a különböző komponensek oldatban mérhető koncentrációját.

b) A hidrogénhíd képződésének energiájához a dimerizációs állandókból számítható a szabadentalpia változás. Amit figyelembe kell még vennünk ezen felül, hogy a dimerben 2 db hidrogénkötés alakul ki.

$\Delta G = -RT \ln K$. Tehát a tényleges energia érték: -11 kJ/mol.

c) A két piridon részletet tartalmazó vegyület dimerizációja során 4 db híd épül ki. Így az egyensúlyi állandó értéke $4,9 \cdot 10^7$.

d) A természetben a DNS-ben, illetve az RNS-ben a bázis párokat tartja össze a hidrogénkötés. A fehérjékben többek között az α -hélixet.

(Varga Szilárd)

HO-70.

A továbbiakban a diklór-metánra a DCM jelölést használok.

A hígított oldatban a jódkoncentrációja a mért abszorbancia alapján:

$$[\text{I}_2(\text{DCM})]^* = A/\varepsilon/l$$

$$[\text{I}_2(\text{DCM})]^* = 0,516/(858 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot 1,00 \text{ cm}) = 6,014 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3},$$

ebből a hígítatlan oldat jódkoncentrációja:

$$[\text{I}_2(\text{DCM})] = 6,01 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 100 \text{ cm}^3 / (5 \text{ cm}^3) = 1,203 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}.$$

Ez alapján a vizes fázis jódkoncentrációja:

$$[\text{I}_2(\text{aq})] = [\text{I}_2(\text{DCM})]/K_d = 1,203 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} / 150 = 8,02 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

A tioszulfáttal történő titrálásnál a vizes fázisban (trijodid formában) lévő jódot mérjük. Ennek anyagmennyisége a $25,0 \text{ cm}^3$ -es részletben:

$$n = 0,5 \cdot 3,10 \text{ cm}^3 \cdot 0,0100 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 1,55 \cdot 10^{-5} \text{ mol.}$$

Ez alapján felírható, hogy a DCM-mel összerázott oldatban, az összerázás után:

$$[\text{I}_3^-] + [\text{I}_2(\text{aq})] = 1,55 \cdot 10^{-5} \text{ mol} / 25,0 \text{ cm}^3 = 6,20 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Mivel $[\text{I}_2(\text{aq})]$ az előző feladatrészből már ismert, a trijodidionok egyensúlyi koncentrációja számítható:

$$[\text{I}_3^-] = 6,20 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} - 8,02 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 5,40 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

ez alapján pedig a jodidionoké is:

$$[\text{I}^-] = 0,0100 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} - [\text{I}_3^-] = 9,46 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}.$$

Az egyensúlyi állandó ezek alapján: $K = [\text{I}_3^-]/[\text{I}_2(\text{aq})]/[\text{I}^-] = 712$,

az eredeti DCM-es oldat koncentrációja pedig:

$$c_0 = (1,20 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 25 \text{ cm}^3 + 2 \cdot 1,55 \cdot 10^{-5} \text{ mol}) / 25 \text{ cm}^3 = 0,0133 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

A pontátlag 8,5 pont lett.

(Kramarics Áron)

HO-71.

A feladat megoldása során többféleképpen járhatunk el; minden úton a kísérleti és az elméleti adatokat kell összevetni és vizsgálni az egyezésüket. Választható az elméleti gerjesztésekhez tartozó hullámhossz számítása, a kísérleti hullámhosszakhoz tartozó energiaszint kvantumszám számítása vagy az áttérés energiakülönbségekre.

Utóbbi általános érvényben nem ajánlott, mert az energiában a hullámhossz számértékében megadott eltérés csak a sokadik (a példában esetenként a negyedik) értékes jegyben jelentkezik. Mivel a hullámhosszak négy jegyre adtak, a kísérleti és az elméleti gerjesztési energiakülönbségek összehasonlításakor azok egyezésének kimondása bizonytalanává válik, ami kvalitatívan téves interpretációhoz vezethet. Az energiakülönbségek összehasonlításánál, ha egyezésük nem tökéletes, nehezebb megállapítani a relatív eltérést. Ez a nehézség többeknél a helyes számítási eredmények félreértelmezéséhez vezetett.

A megoldás során a hullámhossz összehasonlítását választjuk. A következő képlet adja az elméleti energiakülönbséget az alapállapot és a gerjesztett állapotok közt:

$$\Delta E = E_n - E_1 = R_H \left(1 - \frac{1}{n^2} \right) \quad n = 2, 3, \dots$$

Az energiakülönbségeket hullámhosszra váltjuk:

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E}.$$

Az első néhány gerjesztett állapotra a következő táblázat adja az átmenethez szükséges fény hullámhosszát:

n	2	3	4	5	6
ΔE (10^{-18} J)	1,6340	1,9366	2,0425	2,0916	2,1182
λ (nm)	121,57	102,57	97,255	94,972	93,780

Összehasonlítva a kísérletben használt értékekkel, látható, hogy a második kísérletben $1 \rightarrow 2$, a negyedikben $1 \rightarrow 4$ és az ötödikben $1 \rightarrow 5$ átmenet történik, máshol pedig nem egyezik a két hullámhossz.

Érdeemes újra hangsúlyozni, hogy akkor számíthatunk fényelnyelésre, ha a gerjesztő fény energiája pontosan megegyezik az átmenethez szükségesekkel. Ha a fény energiája nagyobb a szükségesnél, ilyen körülmények közt nem számolhatunk azzal, hogy energiájának egy részével a gerjesztést elvégezheti. Ez a kvantáltság következménye.

A példára 15 megoldás érkezett, az átlagos teljesítmény 83 %.

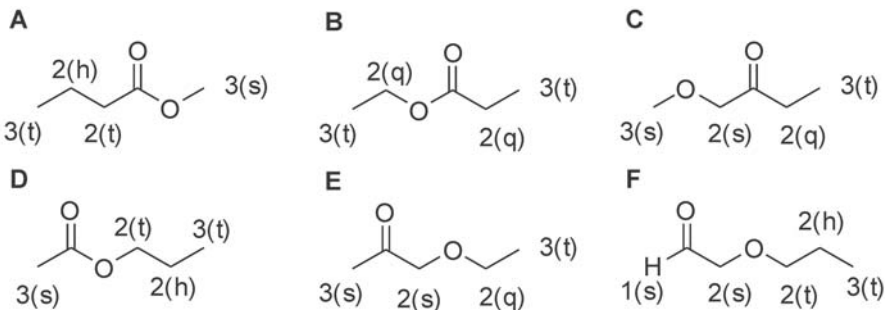
Megjegyzés: Többen írták, hogy ezek az átmenetek az 1s pályáról történnek, sorra a 2s, 3s és 3p pályákra. Ez a sorrend általában igaz atomok fényvel történő gerjesztésénél, de amint az energiaképlet is mutatja, a hidrogén esetén (és az egy elektront tartalmazó ionok esetén) a pályák sorrendje és energiája csak a főkvantumszámtól függ. A mellékkvantumszám-függetlenség figyelembe vételével adódik, hogy a várható átmenetek az 1s és $n=2, 4$ és 5 főkvantumszámú pályák közt lesznek.

Itt érdemes megemlíteni, hogy a feladat keretein túl, van egy kiválasztási szabály, mely tiltja azon átmeneteket, ahol a mellékkvantumszám nem egyet változik. Ezt is figyelembe véve a kérdéses kísérletekben a legjellemzőbb átmenetek pályákkal kifejezve: $1s \rightarrow 2p$, $1s \rightarrow 4p$ és $1s \rightarrow 5p$.

(Nagy Péter)

HO-72.

A közölt NMR-spektrum alapján a következő spektrumszerkezet-hozzárendelés adódik:



A legtöbben jól határozták meg a szerkezeteket, azonban sokan a megoldásuk indoklás nélkül hagyták. Az indoklás a megoldás része egy levelezős versenyen, még akkor is, ha a feladat szövege csak a szerkezetek felrajzolását kéri. A biztosabb szerkezetazonosítás egyik feltétele, hogy a lehető legtöbb spektrumbeli csúcsot hozzárendeljünk annak forrásához.

A megoldást mutató ábrán a $^1\text{H-NMR}$ -jelek hozzárendelése látható.

A megoldásokban a **C** és **E** szerkezet hasonlósága okozta az egyetlen problémát. Ugyan a feladat szövege nem tartalmazta, de a $^1\text{H-NMR}$ esetén H-CRR'R'' rendszer esetén minél nagyobb az R, R', R'' csoportok elektronvonzó képessége, annál nagyobb lesz a kémiai eltolódás a spektrumban. Ez alapján a **C** és **E** azonosításánál $\delta(\text{C}^{2(\text{q})}) < \delta(\text{E}^{2(\text{q})})$ és $\delta(\text{C}^{3(\text{s})}) > \delta(\text{E}^{3(\text{s})})$.

A feladatra 16 megoldás érkezett, az átlagos teljesítmény 71 %.

(Nagy Péter)

A pontverseny eredményei

A KÖKÉL haladó pontversenyében 20 feladat szerepelt ebben a tanévben is. A feladatok 10 pontot értek.

A kijavított dolgozatokat visszajuttattuk a versenyzők részére.

A pontversenybe 35 fő nevezett be; a végeredményekből a legjobb teljesítményt elérő 12 diák eredményeit tesszük közzé, akik egyben egyéves KÖKÉL-előfizetést nyernek:

Bolgár Péter, Eötvös József Gimnázium, Tiszaújváros,
tanára Kissné Ignáth Tünde, 194,8 pont

Sályi Gergő, ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium, Budapest,
tanára Villányi Attila, 193,3 pont

Pós Eszter Sarolta, ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskola, Budapest,
tanára Berek László, 186,3 pont

Rutkai Zsófia Réka, Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest,
tanára Elekné Becz Beatrix, 178,3 pont

Dúzs Brigitta, ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskola, Budapest,
tanára Berek László, Balázs Katalin, 177 pont

Sveiczner Attila, Eötvös József Gimnázium, Budapest,
tanára Dancsó Éva, 176,5 pont

Pánczél János Károly, Eötvös József Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium,
Nyíregyháza, tanára Kulcsár Katalin, 171,5 pont

Kovács Ádám, ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium, Budapest,
tanára Villányi Attila, 167,8 pont

Batki Bálint, ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium, Budapest,
tanára Villányi Attila, 167 pont

Sebő Anna, ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest,
tanára Villányi Attila, 162,8 pont

Sztanó Gábor, Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest,
tanára Elekné Becz Beatrix, 162,8 pont

Érsek Gábor, Eötvös József Gimnázium, Tiszaújváros,
tanára Vanyó Istvánné, 161,3 pont

Gratulálunk az összes megoldónak és tanárainknak! Köszönjük a közös munkát!
A kémia diákolimpiára való válogatásban és felkészítésben a **H** és a **HO**
feladatok együttes pontversenye számított. Ebben az összesítésben némileg más
volt a sorrend. A pontos eredmény a diákolimpia honlapján:
<http://olimpia.chem.elte.hu> érhető el.