

GONDOLKODÓ



Feladatok kezdőknek

Szerkesztők: Nadrainé Horváth Katalin és Zagyi Péter
(katalin.nadrai@gmail.com, zagyi.peter@gmail.com)

Megoldások

K161.

Haladjunk lépésenként! Mi is kell a meszes váz kialakulásához? Kalciumionok és karbonátionok. A kalciumionok transzportja fontos szerepet tölt be a sejtszintű (élettani) folyamatok szabályozásában. Ugyanakkor nemcsak jelen vannak, hanem a foszfátionokkal kalcium-foszfátot alkotva raktározódnak is a csontokban.

Karbonátionok viszont egészséges élettani körülmények között (szerencsére) nem fordulnak elő a szervezetben. Nagyon fontos paraméter, hogy a vér majdnem semleges kémhatású ($\text{pH} = 7,4$). Ettől mind a savas, mind a lúgos irányba történő eltérés életveszélyessé válhat. A szóda (nátrium-karbonát) vagy a hamuzsír (kálium-karbonát) vizes oldatáról pedig tudjuk, hogy lúgos kémhatásúak ($\text{pH} \sim 9$). Hiszen nemcsak az ókori Egyiptomban mostak velük, hanem a mai mosóporoknak is alkotóik.

A biológiai energiatermelésből (oxidációból) származó szén-dioxid beoldódása miatt azonban hidrogén-karbonát-ionok folyamatosan képződnek az aerob szervezetekben, amiknek egyébként fontos szerepük van a vér kémhatásának szabályozásában, például az elsavasodás kompenzálásában (pufferhatás). A hidrogénion átadásával tehát képződhetnek belőlük karbonátionok, de ennek oly módon kell történnie, hogy a vér kémhatása ne tolódjon a lúgos irányba. Ez úgy történt meg, hogy nem a vizes közeg veszi át a hidrogénionokat, hanem „lokálisan” történik a protonátadás-átvétel. Mégpedig egy bázikus oldalláncú

fehérje segítségével. Ennek az a következménye, hogy a kiváló kalcium-karbonát mikrokristályok rabul ejtik a fehérjemolekulákat, így a makromolekula beágyazódik a képződő meszes héjba. Az ilyen, nagyon eltérő tulajdonságú anyagok keverékét (mikrokristályos, rideg szervesetlen anyag, szálaskészítmény makromolekulák) a technikában kompozitoknak nevezik. A két anyag együttes tulajdonságának (és persze a tojás „formatervezett” alakjának) köszönhető a tojás héjának teherbírása.

A feladat megoldását sokan nagyon leegyszerűsítették. Valószínűleg azért, mert vagy nem vették észre az ecetsavas leoldás során a gázfejlődést kísérő habképződést, vagy nem tulajdonítottak neki jelentőséget. A víz, pontosabban az ecetsavas oldat önmagában – nagy felületi feszültsége miatt – nem habosodik. A habképződést elősegítő felületaktív anyag ebben az esetben a meszes héjba zárt fehérje.

A tojás lágy hártájára félígáteresztő hártya. Bent nagy a makromolekulás fehérjeoldat koncentrációja, kint ehhez képest csak víz van. A koncentrációkülönbség hatására (hajtóerő) beindul a vízmolekulák membránon történő transzportja, az ozmózis. Ezáltal bent nő a részecskék száma, növekszik a térfogat, ami növekedésre készíti a membrán felületét (ozmózisnyomás). Mivel a koncentráció sohasem egyenlítődhöz ki, azt várnánk, hogy – a gyümölcsök héjához hasonlóan – a hártya előbb-utóbb kireped. A membrán azonban – a gyümölcsök héjával szemben – rugalmas. Ezért a felületben ébredő összehúzó erő határt szab a vízmolekulák befelé irányuló transzportjának, és beindul az ellentétes irányú, a vízmolekulákat kieresztő folyamat is (hajtóerő másik hajtóerőt ébreszt). A két, ellentétes irányú folyamat végül dinamikus egyensúlyhoz vezet, amit a tojás állandósuló mérete jelez.

(Róka András)

K162.

- a) 1 tabletta 500 mg Ca-ot ($M = 40$ g/mol) tartalmaz. Ennek anyagszáma 12,5 mmol, ugyanennyi a CaCO_3 ($M = 100$ g/mol) anyagszáma is. Így a tabletta 1250 mg CaCO_3 -ot tartalmaz.
- b) 500 mg X só Ca-tartalma 46,5 mg, ami 1,1625 mmol Ca. A savmaradékion tömege 453,5 mg. Feltételezzük, hogy Y egyértékű, ekkor a savmaradékion anyagszáma $2 \cdot 1,1625 \text{ mmol} = 2,325 \text{ mmol}$. A moláris tömege így $453,5 / 2,325 \text{ g/mol} = 195 \text{ g/mol}$. Az Y moláris tömege az X-nél egy H moláris tömegével nagyobb, így $M_Y = 196 \text{ g/mol}$. Ellenőrizhető, hogy 2 vagy többértékű sav esetén nem kapunk kémiai helyes megoldást, hiszen hat szénatomos vegyületről van szó.

c) $M_Y = 196 \text{ g/mol}$, ebből a 6 szénatomból 72 g/mol származik. A maradék 124 g/mol O és H. Ez éppen kijön, ha a vegyület 7 O-t és 12 H-t tartalmaz. Tehát az Y összegképlete $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7$, X összegképlete $\text{Ca}(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_7)_2$.

d) 1132 mg Z és 875 mg CaCO_3 felel meg 500 mg Ca-nak . A C készítmény egy tablettájában található 875 mg CaCO_3 $875 \cdot 0,4 = 350 \text{ mg}$ kalciummal egyenértékű, tehát 1132 mg Z só 150 mg kalciumot tartalmaz, ami $3,75 \text{ mmol-nak}$ felel meg. **Z**-ben a savmaradékionok együttes tömege $1132 \text{ mg} - 150 \text{ mg} = 982 \text{ mg}$. Továbbá $M_{\text{laktát}} = 89 \text{ g/mol}$ (laktation: $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^-$) és $M_Y = 195 \text{ g/mol}$.

Felírhatjuk a tömegekre:

$$a \cdot M_{\text{laktát}} + b \cdot M_Y = 982 \text{ mg}$$

Felírhatjuk a töltésekre:

$$a + b = 2 \cdot 3,75 \text{ mmol} = 7,5 \text{ mmol}$$

(a : a laktationok anyagmennyisége 1132 mg Z -ben, b : az **Y** ionok anyagmennyisége 1132 mg Z -ben)

$$a = 4,53 \text{ mmol}; b = 2,97 \text{ mmol}$$

$$\text{Így } n(\text{Ca}) : n(\text{laktát}) : n(\text{Y}) = 3,75 : 4,53 : 2,97 = 5 : 6 : 4$$

Tehát a képlet: $\text{Ca}_5(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_6(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_7)_4$

e) 950 mg kristályvizes kalcium-citrát [$\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$, $M_{\text{citrátion}} = 189 \text{ g/mol}$] 200 mg (azaz 5 mmol) **Ca-nak** felel meg. 1 mol kristályvizes **Ca-citrátban** 3 mol Ca van, tehát a kristályvizes **Ca-citrát** anyagmennyisége $5/3 \text{ mol}$. Így a moláris tömege $3 \cdot 950/5 = 570 \text{ g/mol}$

Ekkor felírhatjuk (x a kristályvíztartalom):

$$3 \cdot M_{\text{Ca}} + 2 \cdot M_{\text{citrát}} + x \cdot M_{\text{víz}} = 570 \text{ g/mol}; \text{amiből } x \cdot M_{\text{víz}} = 72 \text{ g/mol, vagyis } x = 4.$$

Tehát a képlet: $\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

f) A keresett kalciumtartalmat anélkül is kiszámolhatjuk, hogy ismernénk a két só képletét.

$$m(\text{Ca}) = 300 \text{ mg} \cdot \frac{46,5}{500} + 1000 \text{ mg} \cdot \frac{150}{1132} = 160 \text{ mg}.$$

g) A pezsgőtablettába CaCO_3 -ot és valamilyen savat, pl. citromsavat vagy borkósavat tesznek. Ekkor a tablettát vízben oldva a CaCO_3 reagál a vízben oldódó savakkal, és CO_2 fejlődik. Ettől pezseg a tablettát oldódáskor.

A feladat pontátalaga: 5,95. Hibátlan megoldást küldtek be: Bauer Balázs, Volford András.

(Májusi Gábor, Zagyi Péter)

K163.

- a) $M(\text{CuSO}_4) = 159,6 \text{ g/mol}$; $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,7 \text{ g/mol}$.

A 75°C -on keletkező hidrát moláris tömege $249,7 \cdot 0,8557 = 213,7 \text{ g/mol}$, vagyis 1 móljában $213,7 - 159,6 = 54,1 \text{ g}$ víz található, ami pontosan $3,00 \text{ mol}$. A keresett képlet tehát $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

120°C -on hasonló gondolatmenettel $177,6 \text{ g/mol}$ moláris tömegű anyag keletkezik, amely a $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ képlettel írható le, a 230°C -on keletkező anyag képlete pedig CuSO_4 , ugyancsak az előző gondolatmenetet használva. (2,5 pont)

- b) $M[\text{Mg}(\text{NO}_3)_2] = 148,3 \text{ g/mol}$. Ha az olvadás során keletkező oldat 1 mol magnézium-nitrátot tartalmaz, tömege $148,3/0,578 = 256,6 \text{ g}$. Víztartalma $108,3 \text{ g}$, ami eredetileg kristályvíz volt. Ennek anyagszáma $6,01 \text{ mol}$, azaz a keresett képlet: $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. (1,5 pont)

- c) $M(\text{CH}_3\text{COONa}) = 82 \text{ g/mol}$, $M(\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 136,1 \text{ g/mol}$. $10,0 \text{ g}$ kristályvizet sós oldatában keletkezik $x \text{ g}$ vízmentes só és $(10-x) \text{ g}$ telített, $58,0$ tömegszázalékos oldat. Felírható a következő összefüggés:

$$10 \cdot \frac{82}{136,1} = x + 0,58 \cdot (10 - x)$$

Ebből $x = 0,536$. $0,536 \text{ g}$ vízmentes só keletkezik az inkongruens olvadás során. (2 pont)

- d) $2 \text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = \text{Al}_2\text{O}_3 + 6 \text{HCl} + 9 \text{H}_2\text{O}$ (1 pont)

- e) Írjuk fel a só hidrolízisének általános egyenletét!

$\text{MeCl}_{2x} \cdot y\text{H}_2\text{O} = \text{MeO}_x + 2x \text{HCl} + (y-x) \text{H}_2\text{O}$, ahol x legvalószínűbb értékei $0,5$; 1 ; $1,5 \dots$

$M(\text{MeCl}_{2x} \cdot y\text{H}_2\text{O}) = M + 70,9x + 18y$; $M(\text{MeCl}_{2x}) = M + 70,9x$; $M(\text{MeO}_x) = M + 16x$ (M a fém moláris tömegét jelöli.)

Felírhatjuk a következő összefüggéseket:

$$0,4167 = \frac{18y}{M + 70,9x + 18y} \text{ és } 0,2658 = \frac{M + 16x}{M + 70,9x + 18y}$$

Az egyenletrendszerből $M = 29,97x$ adódik. Csak $x = 1,5$ esetén kapunk kémiaiilag reális eredményt: $M = 44,95 \text{ g/mol}$, ami a szkandium moláris tömege. (A szkandiumnak valóban $+3$ az oxidációs száma a vegyületeiben.) Ezt az értéket behelyettesítve $y = 6,00$ adódik.

A keresett képlet tehát $\text{ScCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. (3 pont)

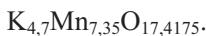
A feladatmegoldásokban jellemző hiba nem volt, mégis viszonylag kevés hibátlan megoldás érkezett be az utolsó feladatrész miatt, mely sokaknak gondot okozott.

(Najbauer Eszter, Zagyi Péter)

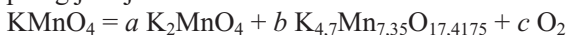
K164.

- a) Az egyenletben csak a megadott együtthatók többszörösei szerepelhetnek. Ha olyan egész számokkal rendezzük az egyenletet, amelyeknek a legnagyobb közös osztója 1, ez az egyetlen megoldás létezik.
- b) Az egyenlet szerint 1 mol (158 g) kálium-permanganátból 0,5 mol (16,0 g) oxigén fejlődik, a várt tömegveszteség tehát 10,1 %.
- c) 1 mol (158 g) kálium-permanganátból 0,5 mol (98,6 g) kálium-manganát keletkezik, 1,00 g kálium-permanganátból tehát 0,624 g.
- d) Az egyenlet rendezése két okból is nehéz. Egyrészt szokatlan, hogy az egyik képletben törtszámok szerepelnek, másrészt az egyenlet rendezése a hagyományos módon (az ún. láncszabály egyszerű változatával) nem lehetséges.

Az egyszerűség kedvéért írjuk át a $2,35\text{K}_2\text{O} \cdot 7,35\text{MnO}_{2,05}$ képletet a következő alakba:



Legyen a rendezett egyenletben a KMnO_4 együtthatója 1, a többi anyagét pedig jelöljük ismeretlennel:



Ekkor az egyes atomokra vonatkozóan felállíthatunk „mérlegegyenleteket” (ahogyan azt a szokásos egyenletrendezés során is megtesszük, legfeljebb nem öntjük matematikai formába):

$$\text{K:} \quad 1 = 2a + 4,7b$$

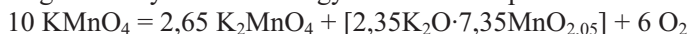
$$\text{Mn:} \quad 1 = a + 7,35b$$

$$\text{O:} \quad 4 = 4a + 17,4175b + 2c$$

Az első két egyenletből meghatározható a és b értéke: $a = 0,265$; $b = 0$

A harmadik egyenletből: $c = 0,6$

Végeredményben tehát az egyenlet felírható pl. az alábbi formában:



- e) Ez alapján 1 mol (158 g) kálium-permanganátból 0,6 mol (19,2 g) oxigén fejlődik, a tömegveszteség tehát 12,1 %.
- f) 1 mol kálium-permanganátból 0,265 mol kálium-manganát keletkezik, azaz az egyszerűsített egyenlet alapján várt mennyiség $0,265/0,5 = 53$ %-a, tehát 47%-kal kevesebb.
- g) 1 mol (158 g) kálium-permanganát mangántartalma 54,9 g. A visszamaradó anyag tömege $158 \cdot (1 - 0,121) = 138,9$ g, mangántartalma tehát $54,9/138,9 = 39,5$ tömegszázalék.

- h) Az előállított oxigén anyagmennyisége $5 \text{ dm}^3 / 24,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} = 0,204 \text{ mol}$. Az egyenlet szerint ez $0,204 \cdot 10/6 = 0,34 \text{ mol KMnO}_4$ -ből keletkezik, amely 53,7 g.

10 pontos lett Olexó Tünde és Vörös Zoltán János megoldása, ezenkívül sok majdnem jó megoldás is érkezett, ezek apró figyelmetlenségek miatt nem lettek maximális pontszámúak. A megoldók másik része csak az a, b és c résszel foglalkozott, így a pontátlag 5,6 pont lett.

(Kramarics Áron, Zagyi Péter)

K165.

- a) Az egyenletet végtelenül sokféleképpen lehet helyesen rendezni, és nem csak úgy, mint az előző feladatban szereplőt. Itt ugyanis úgy is végtelen sok megoldás létezik, hogy az együtthatók egész számok és legnagyobb közös osztójuk 1. (1 pont)

Ennek a „matematikai” oka az, hogy az egyenletben összesen 5 anyag szerepel, de csak 3 különböző, egymástól független mérlegegyenlet írható fel, amely kapcsolatot teremt az együtthatók között. (2 pont)

Ugyanis:



$$\text{Na: } 1 + a = 2b + 3c$$

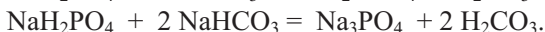
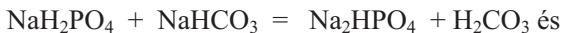
$$\text{H: } 2 + a = b + 2d$$

$$\text{P: } 1 = b + c$$

$$\text{C: } a = d$$

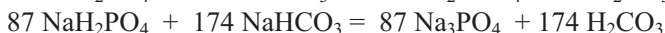
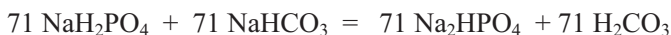
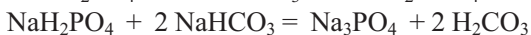
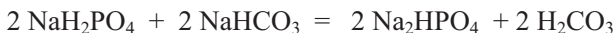
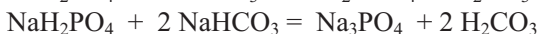
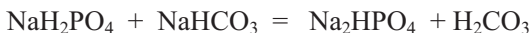
Ez itt négy egyenletnek tűnik, négy ismeretlennel, de pl. a 3. egyenletből adódó $c = 1 - b$ összefüggést és az $a = d$ összefüggést behelyettesítve az első két egyenletbe, látszik, hogy azok egyenértékűek ($b + a = 2$), vagyis valójában csak három független egyenletünk van. Ennek az a következménye, hogy a fenti egyenletrendszernek végtelen sok megoldása van.

A kémiai magyarázat az, hogy itt valójában két, egymástól független reakcióról van szó:



Ezek az egyenletek külön-külön egyértelműen rendezhetők, azonban egész számú többszörösüket összeadva végtelen sok olyan egyenlethez juthatunk, amelyben az együtthatók legnagyobb közös osztója 1 (vagy ilyené egyszerűsíthető). (2 pont)

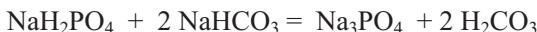
Nézzünk példákat:



Ha a megoldás egyetlen, helyesen rendezett egyenlet felírását jelentette, arra 1 pont járt.

- b) Keressük a szükséges NaH_2PO_4 mennyiségének elméleti minimumát. Nyilvánvaló, hogy akkor kell a legkevesebb nátrium-dihidrogén-foszfát, ha az a lehető „leghatékonyabban” protonálja a hidrogén-karbonát-ionokat, azaz a dihidrogén-foszfát-ion mindkét protonját leadja. (2 pont)

Ez a



egyenlet szerinti reakciónak felel meg, amikor is a NaH_2PO_4 anyagmennyisége fele a NaHCO_3 anyagmennyiségének. 1,00 g szódabikarbónához tehát legalább = 0,714 g nátrium-dihidrogén-foszfát szükséges, hogy az összes szódabikarbóna elreagáljon. (3 pont)

Megjegyzés: Több megoldó abból indult ki, hogy biztosan csak akkor állíthatjuk, ha a lehető „legrosszabb” sztöchiometriát feltételezzük, azaz 1:1 arányban reagáltatjuk a nátrium-dihidrogén-foszfátot a szódabikarbónával. Ekkor 1,43 g a megoldás. Mivel ez a gondolatmenet is védhető, erre is maximális pontszám járt.

(Az egyenletrendezéséhez hasznos és érdekes olvasnivaló:
<http://www.kfki.hu/chemonet/hun/eloado/egyenlet/egy.htm>)

Összesen 14 megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 3,57.

A legjobb megoldást Olexó Tünde készítette. Rajta kívül Márton Boldizsár, Sütő Péter és Vörös Zoltán János megoldása ért maximális pontot. Sajnos nagyon sokan nem értették meg a feladatot, és csupán egyetlen módon rendezték az egyenletet, majd ez alapján számoltak a b) feladatban.

(Koltai András, Zagyi Péter)

K166.

Amíg a cukor szempontjából egyszerű oldódás játszódik le, a színt és az ízt okozó anyagok kioldódnak a növényi rostokból, amit szaknyelven extrakciónak neveznek. Mivel ezek az anyagok nem a rostok felületén helyezkednek el, a folyamatot nem szerencsés deszorpciónak vagy ozmózisnak tekinteni (mint többen tették). Az oldódást-kioldódást követően egy nagy koncentrációjú és sűrűségű réteg képződik a folyadékfázis alján (rétegződés), és a koncentrációkülönbség hatására beindul a diffúzió.

A kísérlet szemléletesen bizonyítja, hogy annak ellenére, hogy a folyadékfázisban a részecskék elmozdulhatnak, a diffúzió mennyire lassú folyamat. (Nem véletlenül kevergetünk.) Az ügyes, és főleg türelmes kísérletezők azt is megfigyelhették, hogy a cukros változatban – a belső sűrűlódás (viszkózitás) különbségének köszönhetően – egy kicsit lassúbb a színanyag diffúziója.

Dicséret illeti Volford Andrást, a Radnóti Miklós Gimnázium 9. osztályos tanulója Szegedről, a megoldásért és a beküldött képért, valamint Vörös Zoltán Jánost, a Váci Mihály Gimnázium 10. osztályos tanulója Tiszavasváriból, aki önállóan fűzte tovább a feladatot, és mindezt képekkel is illusztrálta.

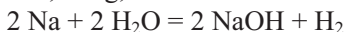
A feladat alapján talán már mindenki tudja, hogy „Miért kell a cukor a kávéba? Hogy tudjuk, meddig kell kevergetni.”

K167.

a) A folyékony ammónia tömege $m(\text{NH}_3) = 0,62 \text{ g/cm}^3 \cdot 2202 \text{ cm}^3 = 1365,24 \text{ g}$, anyagmennyisége $n(\text{NH}_3) = 1365,24 \text{ g} \cdot 17 \text{ g/mol} = 80,308 \text{ mol}$, és ennek 5,37-ad része a nátrium anyagmennyisége, tehát 14,955 mol nátriumot oldottunk. A folyékony higany tömege $m(\text{Hg}) = 13,6 \text{ g/cm}^3 \cdot 73,53 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ g}$, anyagmennyisége $n(\text{Hg}) = \frac{1000 \text{ g}}{200,6 \text{ g/mol}} = 4,985 \text{ mol}$. Így egy mol

higanyra $\frac{14,995}{4,985} = 3 \text{ mol}$ nátrium jut, az amalgám képlete Na_3Hg .

b) A higanyban oldott nátrium tömege $m(\text{Na}) = 14,955 \text{ mol} \cdot 23 \text{ g/mol} = 343,965 \text{ g}$, a hozzáadott víz tömege 2000 g.



Az oldatból eltávozik a keletkezett hidrogén, melynek anyagmennyisége fele a nátriuménak, így tömege $m(\text{H}_2) = 14,955 \text{ g}$. A higany nem oldódik vízben, ezért $m(\text{oldat}) = 343,965 + 2000 - 14,955 = 2329 \text{ g}$, benne $14,955 \text{ mol NaOH}$ van, melynek tömege $m(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol} \cdot 14,955 \text{ mol} = 598,2 \text{ g}$.

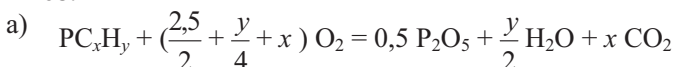
Az oldat $\frac{598,2 \text{ g}}{2329 \text{ g}} \cdot 100 = 25,7 \text{ m/m \%}$ -os nátrium-hidroxid-oldat.

Az átlagteljesítmény 8 pont. A feladat megoldásában maximális pontot érték el: Volford András, Németh Dóra, Koch Lilla, Olexó Tünde, Bauer Balázs, Potyondi Anna, Pápai János, Vörös Zoltán.

Akik tévedtek, az alábbi tipikus hibákat követték el. Legtöbben nem figyeltek arra, hogy a higany nem oldódik vízben, ezért nem is lehet része a keletkezett oldatnak. A távozó hidrogéngáz tömegét vagy nem vonták le az oldat tömegéből, vagy rosszul határozták meg, mert a reagáló víz mennyiségével számoltak helyette.

(Nadrainé Horváth Katalin)

K168.



b) A foszforsav képződésének egyenlete: $\text{P}_2\text{O}_5 + 3 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{H}_3\text{PO}_4$.

1 mol vegyületből 0,5 mol difoszfor-pentaoxid keletkezik, ami 1,5 mol vízzel reagál (a többi víz oldószer lesz) így 1 mol foszforsav keletkezik. A

hozzáadott difoszfor-pentaoxid anyagmennyisége $n(\text{P}_2\text{O}_5) = \frac{127,3 \text{ g}}{142 \text{ g/mol}} =$

0,8965 mol, ebből kétszer ennyi foszforsav lesz: 1,793 mol, valamint még 1 mol foszforsav van a folyékony égéstermékben. Így a foszforsav összes anyagmennyisége 2,793 mol, tömege pedig $2,793 \text{ mol} \cdot 98 \text{ g/mol} = 273,7 \text{ g}$, ami az oldat 98 tömegszázaléka, így az oldat tömege $\frac{100}{98} \cdot 273,7 = 279,3 \text{ g}$.

A folyékony égéstermék tömege $279,3 - 127,3 = 152 \text{ g}$, benne 1 mol (98 g) foszforsav és 54 g víz ($n = \frac{54 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 3 \text{ mol}$), mint oldószer, valamint 1,5

mol vízzel reagált a difoszfor-pentaoxid. Ezért $\frac{y}{2} = 4,5$ és $y = 9$.

Ha 1 mol gázfázisú elegyből indulunk ki és benne $z \text{ mol CO}_2$ van, akkor az átlagos moláris tömeg:

$$38 = z \cdot 44 + (1-z) \cdot 32 \quad z = 0,5.$$

A gázállapotú végtermékben tehát azonos a CO_2 és az O_2 anyagmennyisége, ezért $9,5-x$ mol O_2 reagált:

$$9,5 - x = \frac{2,5}{2} + \frac{y}{4} + x \quad \text{egyenletből } x = 3.$$

A vegyület képlete PC_3H_9 .

- c) Mivel 3 mol oxigén maradt feleslegben és 6,5 mol reagált, $\frac{3}{6,5} \cdot 100 = 46,15\%$ -os az oxigénfelesleg.

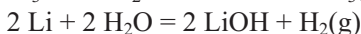
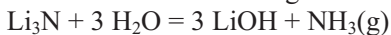
A megoldások átlaga 8,2 pont. Hibátlan megoldást küldtek be: Volford András, Szabó Pál, Olexó Tünde, Bauer Balázs és Márton Boldizsár. Több ragyogó gondolatmenet született, közülük is kiemelkedik Olexó Tünde egyéni látásmódjával, ötletes folyamatábrájával. Két tipikus hiba jött felszínre a megoldásokban. Az egyik az, hogy a reakcióegyenletben szerepel az oxigénfelesleg is. Mivel egy reakcióegyenlet minőségileg és mennyiségileg is leírja az átalakulást, ezért a nem reagáló vagy feleslegben maradt anyag nem lehet része. A másik problémát az oxigénfelesleg meghatározása jelentette. A felesleget mindig csak a maradék nélkül reagáló (sztöchiometrikus mennyiségű) oxigénhez lehet viszonyítani (tekintsük ezt 100 %-nak), mert ehhez képest tudjuk csak meghatározni a maradékot (felesleget), és nem a hozzáadott összes oxigénhez képest.

(Nadrainé Horváth Katalin)

K169.



- b) A lítium és a nitrid is reagál a vízzel:



Induljunk ki egy mól lítiumból (7 g) és 7 g kalciumból ($\frac{7 \text{g}}{40 \text{g/mol}} = 0,175$

mol) A lítium 0,1 mólja alakul át nitriddé, ekkor $\frac{0,1 \text{ mol}}{3} = 0,0333 \text{ mol Li}_3\text{N}$

keletkezik és 0,9 mol lítium marad változatlanul. Az 0,9 mol lítiumból 0,45 mol hidrogéngáz fejlődik, a 0,033 mol nitridből ugyanennyi mol NH_3 , így a fejlődő gáz összes anyagmennyisége 0,4833 mol.

A levegőn átalakult lítium 0,9 mol lítiumot tartalmaz, $m(\text{Li}) = 0,9 \text{ mol} \cdot 7 \text{ g/mol} = 6,3 \text{ g}$, valamint 0,0333 mol nitridet, $m(\text{Li}_3\text{N}) = 0,033 \text{ mol} \cdot 35 \text{ g/mol} = 1,1655 \text{ g}$. A minta tömege $6,3 + 1,1655 = 7,4655 \text{ g}$. A rosszul tárolt

lítiumminta tömegszázalékos összetétele $\frac{6,3}{7,4655} \cdot 100 = 84,4$ tömegszázalék

lítium és $\frac{1,1655}{7,4655} \cdot 100 = 15,6$ tömegszázalék Li₃N. Az 1 g mintából fejlődő gáz anyagmennyisége $0,4833 / 7,4655 = 0,0647$ mol.

- c) $2 \text{ Ca} + \text{O}_2 = 2 \text{ CaO}$ és $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$
- d) Hevítéskor a még át nem alakult kalcium reagál az oxigénnel: $2 \text{ Ca} + \text{O}_2 = 2 \text{ CaO}$, valamint a CaCO_3 hőbontása is végbemegy: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2(\text{g})$. Induljunk ki 1 mól levegőn tárolt kalciummintából, legyen benne x mol át nem alakult kalcium, y mol CaCO_3 és $(1-x-y)$ mol CaO . Hevítéskor az x mol Ca-ból x mol CaO lesz, a tömegnövekedés $16x$ gramm, illetve az y mol CaCO_3 -ból y mol CO_2 távozik, a tömegcsökkenés $44y$ gramm. Mivel e két tömeg azonos, ezért
- $$16x = 44y \quad \text{és} \quad x = 2,75y$$
- Mivel az 1 mol levegőn tárolt minta 1 mol kalciumot tartalmaz, a hevítés után pedig csak CaO marad, ezért a kihevített minta 1 mol CaO , tömege 56 g ugyanúgy, mint a kiindulási mintáé, hiszen a tömeg nem változott.
- e) $\text{Ca} + 2 \text{ HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2(\text{g})$
 $\text{CaO} + 2 \text{ HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{CaCO}_3 + 2 \text{ HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2(\text{g})$
- f) A sósavas reakcióban gáz csak a kalcium és a kalcium-karbonát reakciójából keletkezik: az x mol Ca-ból x mol hidrogén valamint az y mol CaCO_3 -ból y mol CO_2 fejlődik, összesen $(x + y) = 3,75y$ mol gáz 56 g mintából, 1 g mintából pedig $3,75y / 56 = 0,0669y$ mol gáz képződik. Ez a mennyiség 20,3-ed része a lítiumból fejlesztett gáznak, ezért $0,0647 / 20,3 = 0,00319y$, és $y = 0,0476$ mol CaCO_3 , melynek tömege $0,0476 \text{ mol} \cdot 100 \text{ g/mol} = 4,76 \text{ g}$. A kalcium tömege $2,75 \cdot 0,0476 \text{ mol} \cdot 40 \text{ g/mol} = 5,236 \text{ g}$, a kalcium-oxidé pedig $(1 - 3,75 \cdot 0,0476) \text{ mol} \cdot 56 \text{ g/mol} = 46 \text{ g}$. A minta összetétele: $\frac{5,236}{56} \cdot 100 = 9,4 \text{ m/m \% Ca}$, $\cdot 100 = 8,5 \text{ m/m \% CaCO}_3$ és $\frac{46}{56} \cdot 100 = 82,1 \text{ m/m \% CaO}$.

A megoldások átlagpontja 6,6. A példát hibátlanul megoldók: Volford András, Szabó Pál, Olexó Tünde, Bauer Balázs és Márton Boldizsár. Akik az egyenletrendezésen túl bátran belevágtak a megoldásba, mind nagyon ügyesen gondolkodtak, általában kevés hiányossággal meg is oldották a feladatot.

Pontvesztéseget az alábbiak okoztak:

- Egy-két egyenlet hiánya vagy rossz rendezése.*
- A reagáló anyagmennyiségek rossz meghatározása.*
- Többben az átalakuló lítium tömegét azonosnak vették a belőle keletkező Li_3N tömegével (ez volt a leggyakoribb hiba).*
- Nem minden gázfejlődési reakciót ismertek fel.*

(Nadrainé Horváth Katalin)

K170.

- $\text{C} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + \text{H}_2$ és $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$
- $2 \text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- Induljunk ki 100 mol elegyből, legyen benne x mol CO, y mol H_2 , a többi CO_2 . Mivel a lúgoldat csak a CO_2 -ot nyeli el (a nyomáscsökkenés ebből ered), ezért a $\frac{p_1}{p_2} = \frac{n_1}{n_2}$ összefüggésből 10 mol CO_2 volt az elegyben. A 10 mol CO_2 10 mol CO-ból keletkezett (és mellette 10 mol H_2), valamint a 10 mol CO_2 mellett újabb 10 mol H_2 is fejlődött. Ezért a szén és víz reakciójában $100 - 20 - 10 = 70$ mol CO- H_2 -gázelegy keletkezett, benne a két komponens anyagmennyisége azonos, azaz 35 mol H_2 és 35 mol CO alkotja. Így $x = 35$ mol CO, $y = 35 + 20 = 55$ mol H_2 és $z = 10$ mol CO_2 . A gázelegy összetétele 55 térfogatszázalék H_2 , 35 térfogatszázalék CO és 10 térfogatszázalék CO_2 .

- A jég anyagmennyisége $\frac{10 \text{ kg}}{18 \text{ kg/kmol}} = 555,55 \text{ mol}$.

A -10°C -os jeget először olvadáspontjáig (0°C -ra) kell melegíteni, az ehhez szükséges hőmennyiség:

$37,62 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 555,55 \text{ mol} \cdot 10 \text{ K} = 209\,000 \text{ J}$. A jég olvadásához szükséges hőmennyiség:

$6,03 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 555,55 \text{ mol} = 3\,350\,000 \text{ J}$. A víz 6°C -ra történő felmelegítéséhez pedig

$4,19 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 10 \text{ kg} \cdot 6 \text{ K} = 251\,400 \text{ J}$. Az összes hőmennyiség $3\,810\,000 \text{ J} = 3810 \text{ kJ}$, ami a hasznosuló 60 százalék, így a szükséges hőmennyiség $3810 \cdot 100/60 = 6350 \text{ kJ}$.

Egy mol gázelegyben 0,35 mol CO van, ezt elégetve $0,35 \text{ mol} \cdot 28 \text{ g/mol} \cdot 10,11 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1} = 99,08 \text{ kJ}$ hőmennyiség szabadul fel, illetve 0,55 mol H_2 elégetésekor $0,55 \text{ mol} \cdot 242 \text{ kJ/mol} = 133,1 \text{ kJ}$, tehát 1 mol elegy elégetésekor 232,2 kJ.

A szükséges hőmennyiséget $\frac{6350}{232,2} = 27,35$ mol gázelegy elégetése

biztosítja, melynek térfogata $24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} \cdot 27,352 \text{ mol} = 670 \text{ dm}^3$.

A megoldások átlaga 6,72 pont. Maximális pontszámot Volford András, Vörös Zoltán és Márton Boldizsár ért el. Többen nem számoltak azzal, hogy ahány mól CO_2 keletkezik a reakcióban, kétszer annyi hidrogén rendelhető hozzá. Néhányan rosszul értelmezték a moláris vagy fajlagos hőkapacitást: nem egy adott hőmérsékletet kell beírni az összefüggésbe, hanem az elérni kívánt hőmérséklet-változást. Néhány versenyző nem gondolta át, hogy a jeget először 0°C -ra kell melegíteni, majd megolvasztani, és csak ezután emelhetjük a víz hőmérsékletét.

(Nadrainé Horváth Katalin)

A 2011/2012. évi KÖKÉL verseny kezdő feladatsorának kiemelkedő eredményei (max. 200 pont)

	Név, iskola	I. forduló	II. forduló	III. forduló	IV. forduló	Összesen
1	Vörös Zoltán János, Váci Mihály Gimnázium, Tiszavasvári	47	48,5	33	47	175,5
2	Bauer Balázs, Szilágyi Erzsébet Gimnázium és Kollégium, Eger	47	46,5	29,5	39	162
3	Volford András, Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged	42	42,5	26,5	50	161
4	Szabó Pál, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium, Budapest	42,5	44,5	26,5	40	153,5
5	Márton Boldizsár, Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged	42	24	34	44	144
6	Pápai János, Garay János Gimnázium, Szekszárd	39,5	41,5	16	39	136
7	Halmai Balázs, Garay János Gimnázium, Szekszárd	38	39	19,5	38	134,5
8	Schneiker Anita, Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	31	39	23	39	132

	Név, iskola	I. forduló	II. forduló	III. forduló	IV. forduló	Összesen
9	Potyondi Gergő, Garay János Gimnázium, Szekszárd	38,5	39,5	17	35	130
10	Németh Dóra, Garay János Gimnázium, Szekszárd	37	35,5	21	36	129,5
11	Potyondi Anna, Garay János Gimnázium, Szekszárd	38,5	39	12	38	127,5
12	Sütő Péter, Szent István Gimnázium, Budapest	42,5	42	41,5		126
13	Windisch Máté, Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	35	40	20,5	30	125,5
14	Koch Lilla, Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	35	34	20	32	121
15	Prajczer Petra, Szent Orsolya Római Katolikus Általános Iskola, Gimnázium és Kollégium, Sopron	43	37	19,5	14	113,5

Gratulálunk minden versenyzőnek, mert ebben a tanévben is sok ragyogó és ötletes megoldás született, öröm volt olvasni azokat. Külön tisztelettel köszöntjük a legsikeresebb megoldókat, remek munkát végeztek.

Jó pihenést és a következő tanévben nagyon sikeres versenyzést kívánunk!

Nadrainé Horváth Katalin és Zagyi Péter

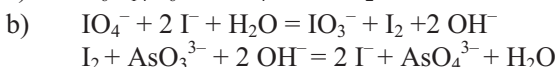
Az első öt helyezettel a Magyar Kémikusok Egyesülete fogja felvenni a kapcsolatot nyereményük ügyében.

Feladatok haladóknak

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

Megoldások

H161. A megfelelő reakcióegyenletek:



c) Levezethető, hogy töményebb amfolitolatok esetén:

$\text{pH}=0,5 \cdot (\text{p}K_1 + \text{p}K_2)$, tehát a $\text{pH}=8,3$; és ezt elvben az sem befolyásolja, hogy a képződő hangyasav a nátrium-hidrogén-karbonát egy részével reagál.

d) A fő zavaró reakciók, amelyeket Forman Ferenc írt fel egyedül:

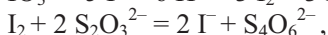


ily módon kevesebb jódot és több szorbitot mérünk.

Emellett elfogadtam még a jód szublimációját, a formaldehid és a hangyasav esetleges oxidációját a jód hatására, a jodidionok oxidációját a levegő oxigénjének hatására, illetve a jodát- és jodidionok reakcióját. Érdekesség, hogy valóban létezik olyan formaldehidmeghatározási módszer (Romijn-féle), amelynél lúgos közegben oxidálják a formaldehidet formiáttá. Ebben az esetben azonban a közeg sokkal lúgosabb, és 15 perc várakozást írnak elő. A fő zavaró reakció azonban mindenképpen a jód diszproporciója, mivel mind a jodidionok oxidációja, mind a jodát- és jodidionok reakciója főként savas közegben megy végbe. Nem fogadtam el viszont zavaró reakcióként a jodát oxidációját perjodáttá a levegő oxigénjének hatására (ehhez sokkal markánsabb oxidálószerreket kellene), illetve a trijodidion-képződést.

e) A felírt egyenletek alapján $0,0101 \text{ mol/dm}^3$ adódik a szorbitra.

f) Ekkor már mind a jodát-, mind a perjodátonok reagálnak, és mindkettőből jód képződik.



így $6,68 \text{ cm}^3$ adódik.

g) Ebben az esetben $20,00 \text{ cm}^3$ a fogyás arzenittel titrálva, és $7,65 \text{ cm}^3$ tioszulfáttal titrálva.

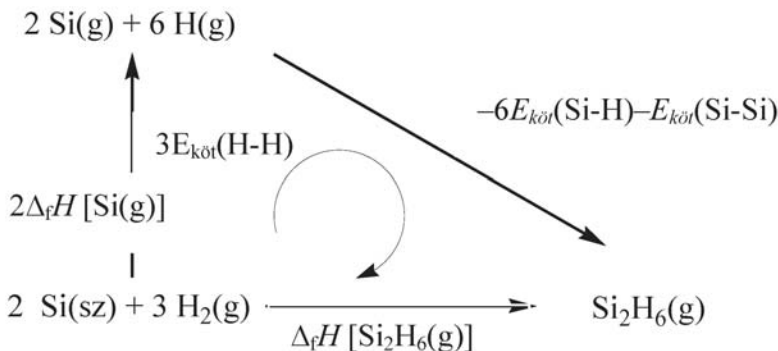
h) A legkisebb mérhető szorbitmennyiségét a visszamérés miatt nyilván az határozza meg, hogy a mért fogyás és a desztillált vízhez tartozó fogyás még biztonságosan megkülönböztethető legyen egymástól. Ha pl. első közelítésben azt mondom, hogy a desztillált vízhez tartozónál $0,1 \text{ cm}^3$ -rel kisebb fogyásnak megfelelő szorbitmennyiséget még mérhetőnek tartom, akkor $7,55 \text{ cm}^3$ tioszulfátnak $0,00103 \text{ mol/dm}^3$ szorbit, az arzenites módszer esetén $19,90 \text{ cm}^3$ -nek $0,0001 \text{ mol/dm}^3$ szorbit felel meg. Ennek megfelelően az arzenites módszer jobb.

10 pontos lett Bolgár Péter, Kovács Ádám, Sályi Gergő és Berta Dénes megoldása. A főbb hibaforrások a nem megfelelően rendezett reakcióegyenletek és a hígítás figyelmen kívül hagyása voltak. Az egyenletek rendezése kapcsán fontos kiemelni, hogy savas közegben nem keletkezik OH^- ion, lúgos közegben H^+ -ion, noha ezekért nem vontam le pontot. Szintén nem vontam le pontot, ha HCOOH -t, AsO_3^{3-} -t és AsO_4^{3-} -t írtak a megoldók, noha ezen az enyhén lúgos pH-n az arzénessav H_3AsO_3 és H_2AsO_3^- , arzénsav főleg HAsO_4^{2-} , a hangyasav pedig HCOO^- formában van jelen. Az ún. savanyú sók oldatának pH-számításakor mind a protonálódást, mind a deprotonálódást figyelembe kell venni. Az elhanyagolás azért nem ad pontos eredményt, mert itt – szemben a többértékű savak disszociációjával – a folyamatok ellentétes irányúak, az egyik a H^+ , a másik a OH^- koncentrációját növeli.

Pontátlag: 7,8 pont.

(Kramarics Áron)

H162. a) A megadott adatok alapján kiszámíthatjuk a következő körfolyamatot:



Hess tétele alapján a körfolyamatban szereplő mennyiségek előjeles összege zérus. Így felírhatjuk a következő egyenletet:

$$2\Delta_f H [\text{Si(g)}] + 3E_{\text{köt}}(\text{H-H}) - 6E_{\text{köt}}(\text{Si-H}) - E_{\text{köt}}(\text{Si-Si}) - \Delta_f H [\text{Si}_2\text{H}_6(\text{g})] = 0$$

Ebből $E_{\text{köt}}(\text{Si-Si}) = 304 \text{ kJ/mol}$

A feladattal kapcsolatban érdemes megjegyezni, hogy a kötési energiák átlagos értékek. Az $E_{\text{köt}}(\text{Si-H})$ pl. a SiH_4 atomizációs energiájának egynegyede. Egy specifikus kötés felszakítása esetén kötésifelszakítási entalpiáról beszélünk.

b) A kapott energiaértékből kitűnik, hogy a szilánok az alkánoknál instabilabb vegyületek, termikus stabilitásuk kisebb.

(Érsek Gábor)

H163. a) A leírás alapján az **A** vegyület a NO , **B** a N_2O_4 , melyből a keletkező barnás gőzökért a NO_2 felelős. **B** moláris tömege $92,0 \text{ g/mol}$, ebből a $2,00 \text{ g B}$ anyagmennyisége: $0,02174 \text{ mol}$, ez $1,00 \text{ dm}^3$ -es tartály esetén $0,02174 \text{ mol/dm}^3$ kiindulási koncentrációt jelent.

$25,0^\circ\text{C}$ -on a teljes gáz anyagmennyisége:

$$n_{\text{tot.}}(25^\circ\text{C}) = \frac{101,325 \text{ kPa} \cdot 0,653 \cdot 1,00 \text{ dm}^3}{8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 298,15 \text{ K}} = 0,0267 \text{ mol},$$

a teljes koncentráció: $0,0267 \text{ mol/dm}^3$.

A N_2O_4 bomlik 2 NO_2 molekulára: $x_1 \text{ mol}$ elbomlott N_2O_4 -ből $2x_1 \text{ mol NO}_2$ lesz, így $0,02174 - x_1 + 2x_1 = 0,02669$, amiből $x_1 = 0,00495 \text{ mol}$.

Ebből a koncentrációk, móltörtök, illetve parciális nyomások segítségével a következő állandók számíthatók:

$$K_c(25^\circ\text{C}) = \frac{0,00990^2}{0,0168} = 5,83 \cdot 10^{-3}$$

$$K_x(25^\circ\text{C}) = \frac{0,371^2}{0,629} = 0,219$$

$$K_p(25^\circ\text{C}) = \frac{(24,5 \text{ kPa} / 100 \text{ kPa})^2}{41,6 \text{ kPa} / 100 \text{ kPa}} = 0,144$$

A fentiek $50,0^\circ\text{C}$ -on megismételhetők és a következő állandók számíthatók:

$$K_c(50^\circ\text{C}) = \frac{0,0197^2}{0,0119} = 3,26 \cdot 10^{-2}$$

$$K_x(50^\circ\text{C}) = \frac{0,623^2}{0,377} = 1,03$$

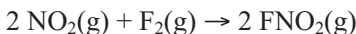
$$K_p(50^\circ\text{C}) = \frac{(52,9 \text{ kPa} / 100 \text{ kPa})^2}{32,0 \text{ kPa} / 100 \text{ kPa}} = 0,875$$

A van't Hoff összefüggést ($\ln Kp = -\frac{\Delta H^\circ}{RT} + \frac{\Delta S^\circ}{R}$) felírva mindkét hőmérsékletre és a reakció entalpia- és entrópiaváltozását a hőmérséklettől függetlennek tekintve két egyenlet kapható, amiből adódik:

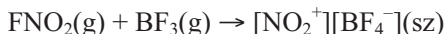
$$\Delta H^\circ = 57,8 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta S^\circ = 178 \text{ J/Kmol}$$

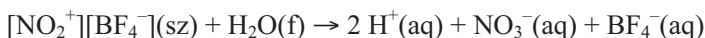
b) Az NO_2 F_2 -gázzal reagálva az FNO_2 (**C**) vegyületet adja:



Ez a vegyület BF_3 -mal az $[\text{NO}_2^+][\text{BF}_4^-]$ összetételű (**D**) sót adja:

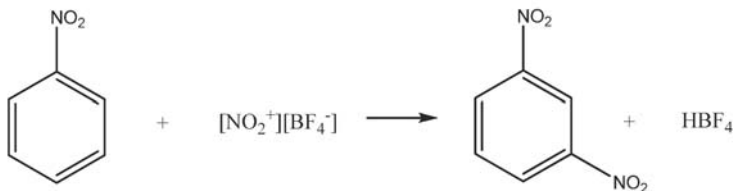


D-t vízbe téve az alábbi folyamat játszódik le:



D moláris tömege: $M_D = 132,81 \text{ g/mol}$, tehát $1,000 \text{ g D}$ $7,530 \text{ mmol}$, melyből $0,0150 \text{ mol H}^+$ keletkezik a vízben való oldáskor, ami éppen a feladatban megadott mennyiségű NaOH -oldattal titrálható.

D nagyon erős nitrálószer, nitrobenzol feleslegével reagáltatva $>85\%$ -ban az alábbi **E** termék keletkezik (lásd: Oláh, G. A., Lin, H. C., *J. Am. Chem. Soc.*, **1974**, 96, 549–553.):

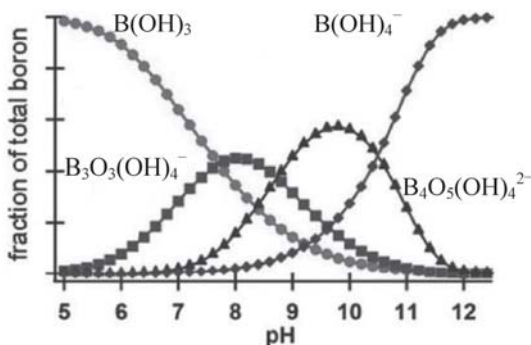


Az a) feladatrészen gázokról lévén szó, jobb K_c helyett K_p értéket számolni, de a feladat megoldása során bármelyik állandó kiszámítása teljes értékű megoldást jelentett. A megadott adatokból az egyensúlyi állandók mellett kiszámítható a reakcióra ΔH° és ΔS° értéke is, ezt Bolgár Péter és Sályi Gergő tette meg. Sokakat megzavart az, hogy a feladat szövege szerint a **B** anyag szilárd, ez azonban -120°C -ra vonatkozik, ahol a N_2O_4 is szilárd.

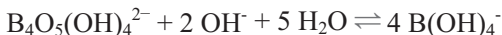
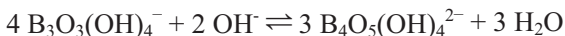
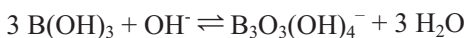
A feladatra összesen 24 megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 6,25. Szép megoldást küldött be Bolgár Péter, Sályi Gergő és Zwillinger Márton.

(Vörös Tamás)

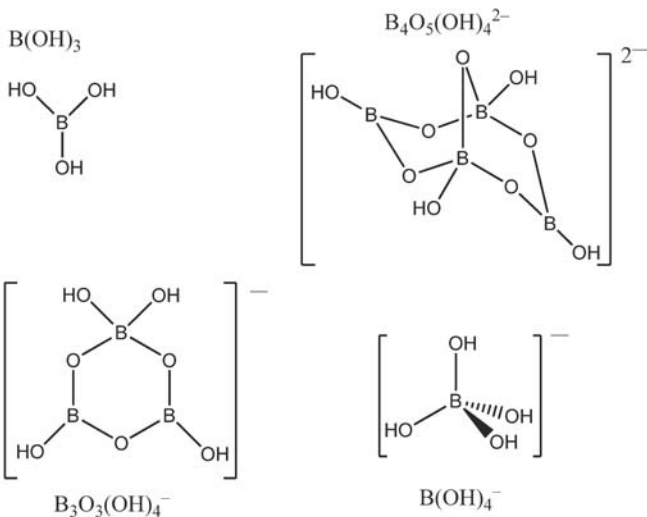
H164. a)



Az oldat összetételét a benne lejátszódó sav-bázis egyensúlyok határozzák meg. A következő egyensúlyok jobbra tolódnak el a lúgosítás hatására.

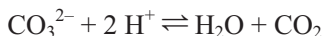


A fenti bruttó egyenletek segítségével könnyen elhelyezhetőek az egyes bórvegyületek a grafikonon; de nem utalnak keletkezésükre. A borátoknak sokkal változatosabb tárháza ismert, mint azt a feladat szövege sugallja. Függően a víz aktivitásától, az ellenion minőségétől és koncentrációjától, valamint a hőmérséklettől, változatos szerkezetek alakulnak ki. Kondenzációs folyamatok révén két- vagy többmagvú (kettő vagy több bóratomot tartalmazó) komplexek jönnek létre, gyakori szerkezeti elem a B_3O_3 hattagú gyűrű, amely a bór csúcsain keresztül újabb láncokban, gyűrűkben folytatódhat. A bórsav teljes dehidratálása során keletkező üveges bór-oxidokban is ezek a szerkezeti elemek ismétlik egymást szabálytalanul.



A bórsav síkháromszöges szerkezetű, a tetrahidroxi-borát anion tetraéderes. Az összetett anionokban a négy oxigénatomhoz kapcsolódó bóratomok tetraéderes geometriájúak, a három oxigénatomhoz kapcsolódóak síkháromszögesek.

A b) feladatban a faktorozó anyagok relatív hibájának összehasonlításához elegendő volt a megfelelő analitikai vegyszerek moláris tömegének és a lejátszódó reakció sztöchiometriájának ismerete. A moláris tömegek meghatározásánál figyelembe kellett venni, hogy a bóraxot kristályvizet, a Na_2CO_3 -ot kristályvízmentes formában mérjük be, valamint rendezni kellett a Na_2CO_3 -ra vonatkozó reakcióegyenletet:



Az alábbi táblázat tartalmazza a relatív hibákat a megadott HCl-koncentráció esetén.

vegyület	moláris tömeg (g/mol)	40,0 cm ³ 0,020M HCl-val reagál (bemérés)	(0,10/bemérés) (100%)
Na_2CO_3	106	42,4 mg	0,24%
TRIS	121	96,8 mg	0,10%
bórax	381	152 mg	0,066%

A feladatra összesen 24 megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 6,1 pont; ami meglepően alacsony ahhoz képest, hogy a feladat lényegében csak a szakkönyvekben (és az interneten is) fellelhető információkra kérdezett rá.

(Mizsei Réka)

H165. a) Az alábbiak írhatók fel:

Anyagmérleg: $[\text{Pb}^{2+}] = [\text{CrO}_4^{2-}] + 2 [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] + [\text{HCrO}_4^-]$, továbbá:

$L = [\text{Pb}^{2+}][\text{CrO}_4^{2-}]$, ebből: $[\text{Pb}^{2+}] = L / [\text{CrO}_4^{2-}]$

$K_{s2} = [\text{H}^+][\text{CrO}_4^{2-}] / [\text{HCrO}_4^-]$, ebből: $[\text{HCrO}_4^-] = [\text{H}^+][\text{CrO}_4^{2-}] / K_{s2}$

$K_D = [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] / ([\text{H}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}]^2)$, ebből: $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = K_D[\text{H}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}]^2$

Ezeket beírva az anyagmérlegbe:

$L / [\text{CrO}_4^{2-}] = [\text{CrO}_4^{2-}] + 2 K_D[\text{H}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}]^2 + [\text{H}^+][\text{CrO}_4^{2-}] / K_{s2}$

Ebbe behelyettesítve a $[\text{H}^+] = 10^{-6,000}$ értéket, az alábbi harmadfokú egyenlet adódik:

$$626 [\text{CrO}_4^{2-}]^3 + 3,994 [\text{CrO}_4^{2-}]^2 - 2,82 \cdot 10^{-13} = 0.$$

A harmadfokú tagot elhanyagolva (később látható, hogy ez jogos elhanyagolás):

$$[\text{CrO}_4^{2-}] = 2,66 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$$

Továbbá: $[\text{Pb}^{2+}] = 1,06 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$, $[\text{HCrO}_4^-] = 7,96 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$

$$[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = 2,21 \cdot 10^{-11} \text{ mol/dm}^3$$

b) $K_{s2} = [\text{H}^+][\text{CrO}_4^{2-}] / [\text{HCrO}_4^-]$, valamint $K_D = [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] / ([\text{H}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}]^2)$

Kihasználva, hogy $[\text{HCrO}_4^-] = [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]$ adódik: $K_{s2}K_D = 1 / ([\text{CrO}_4^{2-}][\text{H}^+])$, ebbe behelyettesítve az állandók, valamint $[\text{H}^+] = 10^{-3,00}$ értéket:

$$[\text{CrO}_4^{2-}] = 9,57 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$

Ebből:

$$[\text{HCrO}_4^-] = [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = 2,86 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

A teljes krómkoncentráció:

$$C_T = [\text{CrO}_4^{2-}] + [\text{HCrO}_4^-] + 2 [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = 8,59 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

Kiindulásként sokan az anyagmérleg helyett a töltésmérleget írták föl, ebben az esetben azonban figyelembe kell vennünk azt, hogy a talajvízben már eleve vannak ionok (többek között a 6,000-s pH-t beállító H^+ -ok, valamint ennek ellenionjai). Emellett gyakori hiba volt a mértékegységek hiánya, valamint a túl sok értékes jegyre megadott eredmények. A feladat b) részében többen abból indultak ki, hogy PbCrO_4 csapadékot oldottunk fel, ami hibás feltételezés, ebben a feladatrészben nincsen csapadék.

A feladatra összesen 23 megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 7,3 pont. Hibátlan megoldást küldött be: Agócs Fruzsina, Borsik Gábor Bence, Palya Dóra, Sályi Gergő, Sebő Anna, Vörös Zoltán János, Zwillingér Márton.

(Vörös Tamás)

H166.

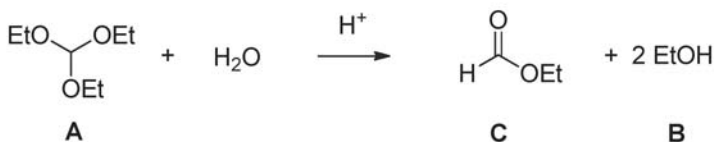
Az A vegyület elemi összetételéből a legkisebb egész számokat kiadó szén : hidrogén aránya a 7 : 16; ebben az esetben a valószínűsíthető harmadik alkotóelem az oxigén, amelynek aránya 3. Tehát az összegképlet így $C_7H_{16}O_3$ -nak adódik.

A hidrolízis során keletkező B vegyület valószínűleg alkohol a nátriumos reakció alapján. Feltételezzük, hogy a fenti összegképlet írja le az A anyagot és a B alkohol egy hidroxilcsoportot tartalmaz, akkor 1 mol A-ból 2 mol B keletkezik és a B vegyület az etanol.

A hidrolízis másik terméke (C) az égetési kísérlet alapján a kiindulási vegyületből ekvivalens mennyiségben keletkező etil-formiát.

A kiindulási vegyület egy nyílt láncú vegyület, amelyben csak egyszeres kötéssel kapcsolódnak egymáshoz az atomok, ezért az A vegyület a trietil-formiát.

A lejátszódó folyamatok egyenletei:



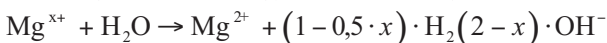
(Varga Szilárd)

H167. a) Az ezüst coulométerben leváló ezüst anyagmennyisége megegyezik az átáramló elektronok anyagmennyiségével. Ha a magnéziumanód oldódása során x a keletkező ionok átlagos töltése, akkor n anyagmennyiségű elektron leadása n/x anyagmennyiségű magnézium oldódását eredményezi, melynek tömege $n \cdot M_{\text{Mg}}/x$. Mivel $n = m_{\text{Ag}}/M_{\text{Ag}}$, felírható az alábbi összefüggés:

$$m_{\text{Mg}} = \frac{m_{\text{Ag}} \cdot M_{\text{Mg}}}{x \cdot M_{\text{Ag}}}$$

Ebből: $x = (m_{\text{Ag}} \cdot M_{\text{Mg}})/(m_{\text{Mg}} \cdot M_{\text{Mg}})$

A hidrogén az alábbi egyenlet szerint fejlődik az anódon:



A keletkező hidrogén térfogata:

$$V_{\text{H}_2} = n_{\text{Mg}} \cdot (1 - 0,5 \cdot x) \cdot \frac{R \cdot T}{P} = \left(\frac{m_{\text{Mg}}}{M_{\text{Mg}}} - \frac{1}{2} \cdot \frac{m_{\text{Ag}}}{M_{\text{Ag}}} \right) \cdot 24,8 \text{ dm}^3$$

b) A tömegveszteség $2/1,41=1,42$ -szeres.

c) A keletkező Mg^+ ionok nem csak a vizet, hanem a klorátionokat is képesek redukálni.

Összesen 20 megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 6,4.

A legszebb megoldásokat Sályi Gergő, Palya Dóra és Kovács Ádám küldték be.

(Zagyi Péter, Koltai András)

H168. a) A $17,2 \text{ mg/dm}^3$ koncentrációban vízgőzt tartalmazó levegőben a vízgőz parciális nyomása:

$$p_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{\frac{17,2}{1000} \text{ g}}{18,02 \text{ g/mol}} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K mol}} \cdot 298,15 \text{ K} = 2,37 \text{ kPa}$$

Látható a megadott grafikonon, hogy kb. a $31\text{--}33 \text{ m/m}\%$ -os H_2SO_4 -oldat van egyensúlyban ilyen levegővel. Az ennél hígabb kénsavoldat töményedni, míg az ennél töményebb hígulni fog. Ezek alapján:

a1) a $96,0 \text{ m/m}\%$ -os oldat hígul

a2) a $70,0 \text{ m/m}\%$ -os oldat hígul

a3) a $50,0 \text{ m/m}\%$ -os oldat hígul

a4) a $10,0 \text{ m/m}\%$ -os oldat töményedik

b) Azt a kénsavoldat koncentrációt keressük, amellyel egyensúlyban lévő vízgőz nyomása épp a fenti $17,2 \text{ mg/dm}^3$. Ez az előzőek alapján a $31\text{--}33 \text{ m/m}\%$ -os H_2SO_4 -oldat.

c) Nyilvánvaló, hogy a 10 tömegszázalékos kénsavoldat legnagyobb koncentrációnövekedését akkor tapasztaljuk, ha a tartályban lévő levegő teljesen száraz. Ekkor bizonyos mennyiségű víz elpárolgása után beáll az egyensúly. Ahhoz, hogy $65,0$ tömegszázalékosra töményedjen az oldat, $1-0,1/0,65 \text{ g} = 0,846 \text{ g}$ víznek kell elpárolognia. Ez esetben $0,116 \text{ kPa}$ lesz a vízgőz parciális nyomása. A diagram alapján azonban a 65 tömegszázalékos kénsavoldat tenziója

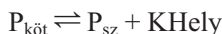
kb. 0,3 kPa, azaz nem lesz egyensúly, még további vízgőz elpárolgásával töményedik az oldat. Tehát lehetséges, hogy a 10 tömegszázalékos kénsavoldat 65 tömegszázalékosra töményedjen.

Ha a 65 tömegszázalékos oldatot helyezzük el a tartályban, akkor vízgőzzel telített levegő esetén várható a legnagyobb hígulás. Az adott hőmérsékleten 3,17 kPa a víz gőznyomása, a tartály tehát maximum 23,0 g vízgőzt tartalmazhat. Ha az oldat 10 tömegszázalékosra hígul, $(0,65/0,1) - 1 \text{ g} = 5,5 \text{ g}$ víz abszorbeálódik. Ekkor a levegő vízgőztartalma 17,5 g, a vízgőz parciális nyomása pedig 2,4 kPa lenne. Csakhogy a 10 tömegszázalékos kénsavoldattal egyensúlyban lévő vízgőz parciális nyomása ennél lényegesen nagyobb, vagyis ebből a képzeletbeli állapotból víz elpárolgásával (töményedéssel) érhető el az egyensúly. Az egyensúlyi kénsavkoncentráció tehát nagyobb, mint 10 tömegszázalék, azaz a 65 tömegszázalékos oldat nem hígulhat fel 10 tömegszázalékosra.

A feladatra összesen 22 megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 8,0 pont. Hibátlan megoldást 9 tanuló küldött be.

(Zagyi Péter, Vörös Tamás)

H169. A feladat jelöléseit a megadott reakcióegyenlet értelmezte:



A teljes kinezinkoncentráció: $[P_{\text{köt}}] + [P_{\text{sz}}]$

Az összes kötőhely: $[P_{\text{köt}}] + [\text{KHely}]$

(Tehát a $[\text{KHely}]$ a szabad kötőhelyek egyensúlyi koncentrációja!)

A mértékegységek átváltása is sokaknak gondot okozott: $[P_{\text{sz}}] = 100 \text{ nmol/dm}^3 = 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ és $[\text{KHely}] = 10 \text{ } \mu\text{mol/dm}^3 = 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$ Szögletes zárójel az adott speciesz egyensúlyi koncentrációját jelöli, amely közvetlenül behelyettesíthető a disszociációs állandó egyenletébe:

$$K_d = \frac{[P_{\text{sz}}][\text{KHely}]}{[P_{\text{köt}}]} = 0,5 \cdot 10^{-6},$$

amiből $[P_{\text{köt}}] = 2 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$.

A szabad és betöltött kötőhelyek aránya így $[\text{KHely}] : [P_{\text{köt}}] = 5/6 : 1/6$.

Tudjuk, hogy a mikrotubulus egy 5 nm-es hosszára 16 db kinezin kötőhely jut és a kinezin 640 nm/s sebességgel mozog, ez $\frac{640 \text{ nm/s} \cdot 16 \text{ db kötőhely}}{5 \text{ nm}} = 2048 \frac{\text{db kötőhely}}{\text{s}}$ -nak felel meg. A motorfehérje

csak az egyik irányba tud haladni a mikrotubuluson, a kiszemelt kötőhely felett a tőle 2048 kötőhely távolságon belül elhelyezkedő fehérjék haladnak el 1 s alatt. Átlagosan tehát $2048/6 = 341$ db kinezinmolekula halad át egy mikrotubulus felett másodpercenként.

A feladatra összesen 22 megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 5,6 pont. Sokan a megadott koncentrációkat bemérési koncentrációként értelmezték, illetve jellemző hiba volt, hogy a kiszámított [KHely]-t, mint összes kötőhelykoncentrációt vették figyelembe.

(Mizsei Réka)

H170. A háttérrel (indikátor nélküli minta) korrigált abszorbancia értékekre az alábbiak írhatók fel az $A = \sum_i \varepsilon_i \cdot c_i \cdot l$ összefüggés alapján:

436 nm-en:

$$0,651 - 0,052 = (13900 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{cm}} \cdot c_{\text{HIn}^-} + 1930 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{cm}} \cdot c_{\text{In}^{2-}}) \cdot 10,00 \text{ cm}$$

596 nm-en:

$$0,882 - 0,023 = (44,2 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{cm}} \cdot c_{\text{HIn}^-} + 33800 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{cm}} \cdot c_{\text{In}^{2-}}) \cdot 10,00 \text{ cm}$$

A két egyenletet megoldva adódik:

$$c_{\text{HIn}^-} = 3,96 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}, \quad c_{\text{In}^{2-}} = 2,54 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

A teljes timolkékkoncentráció: $c_{\text{timolkék}} = c_{\text{HIn}^-} + c_{\text{In}^{2-}} = 6,50 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$

A pH kiszámítása:

$$K_{a2} = \frac{c_{\text{In}^{2-}} \cdot [\text{H}^+]}{c_{\text{HIn}^-}}, \text{ ebből: } [\text{H}^+] = \frac{10^{-8,090} \cdot 3,96 \cdot 10^{-6}}{2,54 \cdot 10^{-6}} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 1,27 \cdot 10^{-8} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3},$$

melyből $\text{pH} = 7,90$

A feladatra összesen 22 megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 8,4 pont. Hibátlan megoldást 12 tanuló küldött be.

(Vörös Tamás)

HO-79. a) Legyen k a bomlás sebességi együtthatója. A feladatban közölt összefüggés értelmében kiszámítható k értéke a következő összefüggés alapján:

$$k_1 = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{5472 \text{ perc}} = 1,3 \times 10^{-4} \text{ perc}^{-1}$$

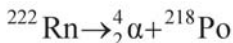
A bomlások elsörendű kémiai reakciók, azaz sebességük arányos a kiindulási anyag koncentrációjával:

$$v_1 = k_1 \times [^{222}\text{Rn}] = 4,2 \frac{\text{atom}}{\text{perc} \times \text{hl}}$$

Ebből kiszámíthatóvá válik a radon koncentrációja a tóban:

$$[^{222}\text{Rn}] = \frac{v_1}{k_1} = 3,2 \cdot 10^{-4} \frac{\text{atom}}{\text{hl}} = \underline{\underline{5,5 \cdot 10^{-22} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}}}$$

A radon alfa bomlásának egyenlete:



Azaz a bomlás terméke a 218-as tömegszámú polónium.

b) Feltéve, hogy az ismeretlen folyamat is elsörendű, azt mondhatjuk, hogy a ^{226}Ra bomlását, azaz a ^{222}Rn keletkezését két folyamat ellensúlyozza. A keletkező ^{222}Rn két folyamatban fogy. A ^{222}Rn aktivitása időben nem változik, azaz a koncentrációja állandónak tekinthető a tóban. Felírhatjuk tehát a következő összefüggést:

$$v_2 = k_2 [^{222}\text{Rn}]$$

$$k_2 = \frac{6,7 \frac{\text{atom}}{\text{perc hl}}}{3,2 \cdot 10^{-4} \frac{\text{atom}}{\text{hl}}} = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ perc}^{-1}$$

$$k_2 = k_1 + k_\gamma$$

$$k_\gamma = k_2 - k_1 = 2,1 \cdot 10^{-4} - 1,3 \cdot 10^{-4} = \underline{\underline{8 \cdot 10^{-5} \text{ perc}^{-1}}}$$

c) A radon nemesgáz, inert tulajdonságú, vízben rosszul oldódik, az ismeretlen folyamat ezért nagy valószínűséggel fizikai folyamat, a radon kibuborékolása a tóból.

Sok szép megoldás érkezett, bár előfordultak tipushibák, sokan a Rn γ -bomlásának tulajdonították az ismeretlen folyamatot, illetve az a) részben a sebességi állandó kiszámítása is gondot okozott néhány megoldónak. Tipushiba volt még, hogy túl sok értékes jegyre adták meg a beküldők a végeredményt, mikor a feladatban 2 értékes jegyre vannak megadva az adatok. Ezekben az esetekben nem vontam le pontot, de vegyük észre, hogy ez esetben értelmetlen és felesleges a túlzott pontosság.

(Pós Eszter Sarolta)

HO-80. a) A pontos relatív atomtömegek gyakoriságokkal súlyozott átlagaként 85,47 dalton adódik.

b) Az exponenciális bomlástörvényből kiszámítható, hogy mekkora volt a kiindulási ^{87}Rb mennyisége. Ha veszünk jelenleg 1 mol rubídiumot, ebben 0,2783 mol a ^{87}Rb mennyisége, akkor 0,2967 mol kiindulási ^{87}Rb adódik. A ^{85}Rb mennyisége változatlan (0,7217 mol) így súlyozott átlagaként 85,49 dalton adódik. Ennek megfelelően az eredetileg a Földön lévő ^{87}Rb 6,2%-a bomlott el.

c) Ha itt is 1 mol rubídiumot veszünk, akkor ebben 0,7217 mol ^{85}Rb van, és ennyi lesz később is, míg a ^{87}Rb mennyisége lecsökken y molra, és a relatív atomtömegek ezekkel súlyozott átlagaként kapjuk a 85,44-es értéket. Ebből y -ra 0,2595 mol adódik, amiből a bomlástörvény segítségével 0,2783 mol kiindulási ^{87}Rb mellett $4,98 \cdot 10^9$ év jön ki.

d) A jelenlegi ^{87}Sr mennyiség a kiindulási ^{87}Sr és az elbomlott ^{87}Rb összege, utóbbi pedig a kiindulási ^{87}Rb és a jelenlegi ^{87}Rb különbségeként adódik. Ebből levezethető, hogy

$$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})(t) = (^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})(0) + (^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr})(t) \cdot [\exp(\lambda t) - 1],$$

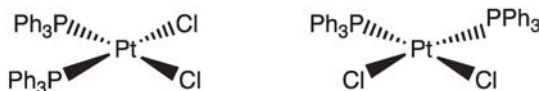
ahol $\lambda = \ln 2/\tau$, λ a bomlási állandó és τ a felezési idő.

e) A d) részben kapott képletbe behelyettesítve adódik, hogy az ásvány $3,33 \cdot 10^9$ éves, tehát 1,21 milliárd évvel keletkezett később, mint a Föld.

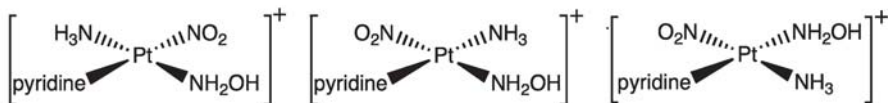
10 pontos lett Palya Dóra, Székely Eszter, Sályi Gergő, Kovács Ádám, Bolgár Péter, Czipó Bence és Sztanó Gábor megoldása. A leggyakoribb hiba az volt, hogy sem a b, sem a c pontban nem vették figyelembe, hogy a bomlással a Rb összes mennyisége is változik, nem lehet egyszerűen a relatív gyakoriságokkal számolni a bomlástörvényben. Pontátlag 8 pont.

(Kramarics Áron)

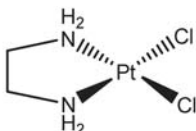
HO-81. a) i) Ezek a síknégyzetes komplexek jellegzetes geometriai, *cisz-transz* izomerjei:



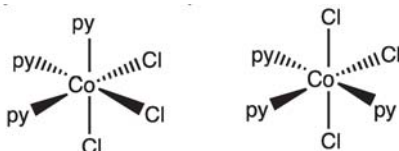
ii) A négyféle ligandum háromféle elrendeződést tud felvenni síknégyzetes geometria mellett.



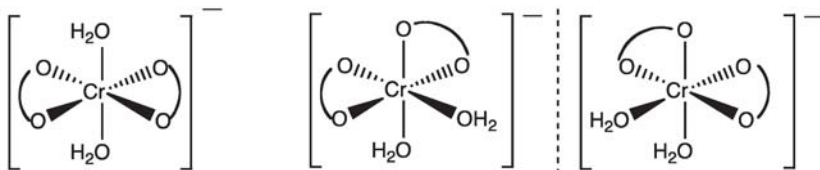
iii) Az etilén-diamin nem elég hosszú, hogy transz helyzetbe kerülhessen, így csak egy szerkezet létezik.



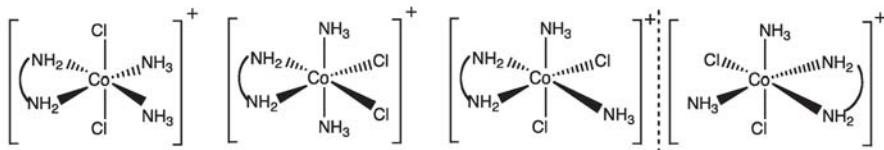
b) i) A hatos koordinációnál jellegzetes geometriai izoméria 3-3 ligandum esetén a *fac* és *mer* elhelyezkedés.



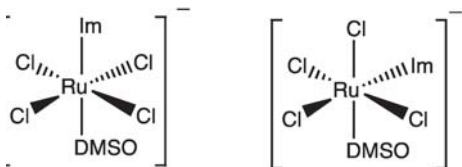
ii) A két geometriai izomer közül az egyik, a *cisz*-szerű egy királis szerkezet, a tükörképével nem hozható fedésbe.



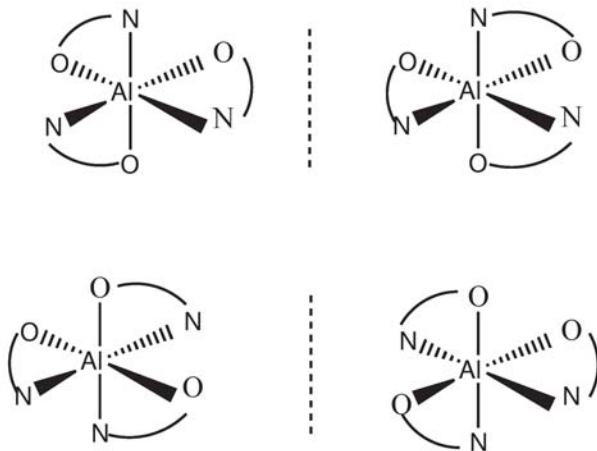
iii) Azok a szerkezetek, ahol *transz* helyzetben vannak azonos ligandumok, belső tükörsíkot tartalmaznak, ezért nem királisak.



c) A két nagyobb ligandum *transz* és *cisz* helyzetben lehet egymáshoz képest. Ezeken belül eltérő izomereket ad, ha a DMSO megváltoztatja a koordináló atomját az S és O között.



d) Geometriailag az azonos koordináló atomok elhelyezkedése lehet *fac* és *mer* típusú. Mindkét eset a kétfogó ligandumok folytán királis szerkezet.

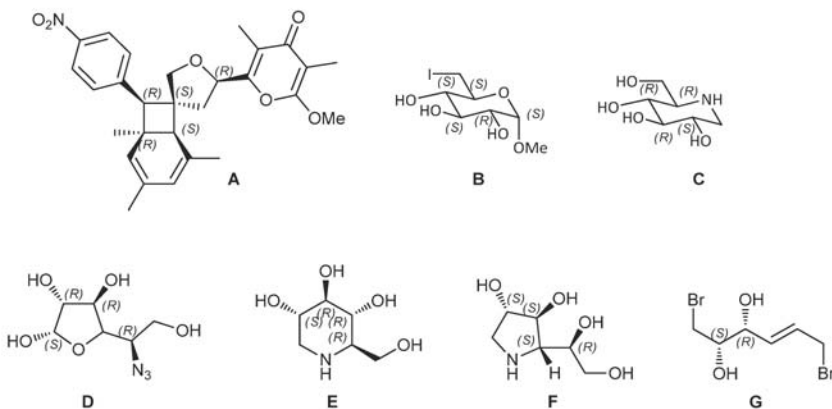


Komolyabb problémákat tulajdonképpen csak a tükörképi párok felismerése, vagy azonosítása okozott, de csak néhány megoldónak.

(Magyarfalvi Gábor)

HO-82.

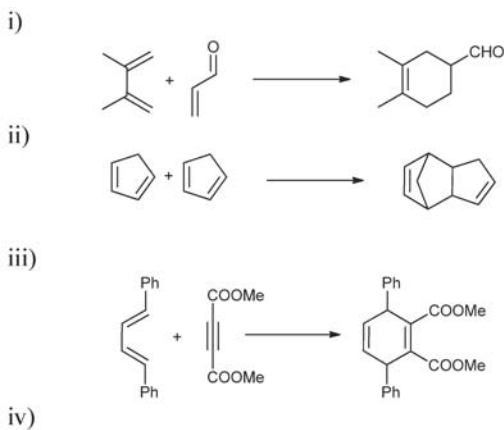
A kiralitáscentrumok abszolút konfigurációját a következő ábra mutatja be:

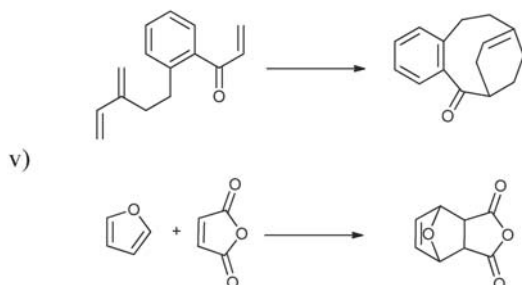


(Varga Szilárd)

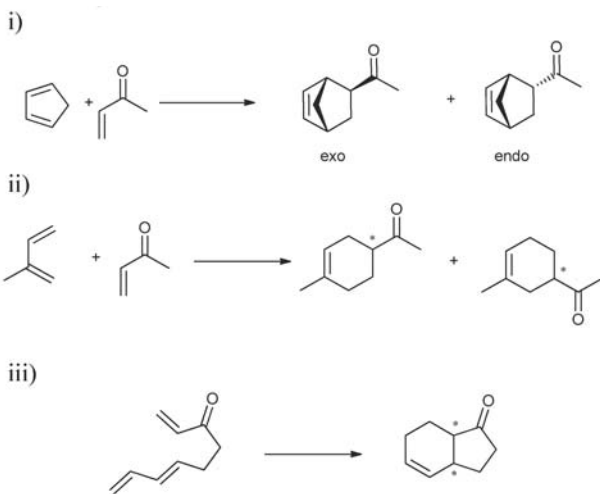
HO-83.

a) Melegítés hatására a feltüntetett terméket szolgáltatják a felsorolt Diels–Alder-reakciók:





b) Az alábbi izomerek keletkezhetnek az egyes cikloaddíciós folyamatokban. (Az ii) feladatrész hibásan jelent meg, itt a helyes megoldás látható. A feladat értékelésénél ezt a részt nem vettük figyelembe.) Az első esetben az endo termék lesz a kedvezményezett, de mindkettő keletkezhet. A képződő enantiomerek közül csak az egyiket tüntettük fel, hogy így jobban látható legyen az endo, illetve exo termék közötti különbség.



(Varga Szilárd)

HO-72. a) A dobozba zárt részecske közelítést alkalmazva:

$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8m_e L^2} \quad h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}, \quad m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg},$$

Az etilén energiaszintjeinek kiszámítása:

$$L = 289 \text{ pm} = 2,89 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$E_n = n^2 \cdot 7,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$n = 1 \rightarrow E_1 = 7,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$n = 2 \rightarrow E_2 = 4E_1 = 2,9 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

Az 1,3,5-hexatrién energiaszintjeinek kiszámítása:

$$L = 867 \text{ pm} = 8,67 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$E_n = n^2 \cdot 8,0 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

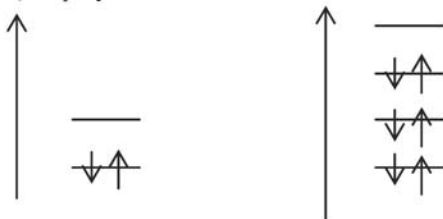
$$n = 1 \rightarrow E_1 = 8,0 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$n = 2 \rightarrow E_2 = 4E_1 = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$n = 3 \rightarrow E_3 = 9E_1 = 7,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$n = 4 \rightarrow E_4 = 16E_1 = 1,3 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

b) A pályák betöltése:



Jól látszik tehát, hogy a legutolsó elektronok az etilén esetében az $n=1$, míg az 1,3,5-hexatrién esetében az $n = 3$ kvantumszámmal jelzett pályára kerülnek.

c) A legnagyobb energiájú betöltött pálya (HOMO) az etilén esetében $n = 1$ kvantumszámmal, míg a legkisebb energiájú betöltetlen (LUMO) pálya az etilén esetében az $n = 2$ kvantumszámmal van jelezve. Az energiakülönbség tehát:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = 2,2 \cdot 10^{-18} \text{ J} \quad \lambda = \frac{hc}{\Delta E} = 92 \text{ nm}$$

1,3,5-hexatrién esetében a HOMO az $n = 3$, míg a LUMO az $n = 4$ kvantumszámmal van jelölve, az energiakülönbség tehát:

$$\Delta E = E_4 - E_3 = 5,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} \quad \lambda = \frac{hc}{\Delta E} = 350 \text{ nm}$$

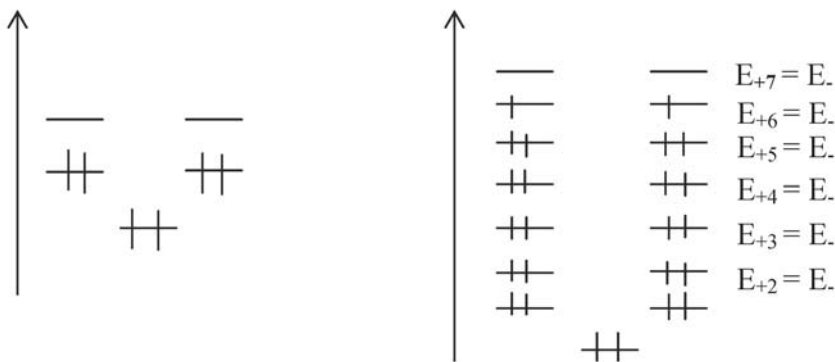
d.) A sárgarépa esetén 11 π -elektronpár van delokalizáltan a molekulában, ezért a HOMO az $n = 11$, míg a LUMO az $n = 12$ kvantumszámmal lesz jelölve.

$$L = 1850 \text{ pm} = 1,85 \cdot 10^{-9} \text{ m} \quad E_n = n^2 \cdot 1,8 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$\Delta E = E_{12} - E_{11} = 23 \cdot 1,8 \cdot 10^{-20} \text{ J} \quad \lambda = \frac{hc}{\Delta E} = 490 \text{ nm}$$

A 490 nm körülbelül kék színnek feleltethető meg, ennek komplementer színe adja a sárgarépa narancssárga színét.

e) A benzolban 6 db π -elektron található delokalizálva. A betöltött pályákhoz tartozó kvantumszámok: $n = 0, -1, +1$. Az n^2 -es energiaszintekre vonatkozó kifejezésből így két energiaszintet kapunk, melyek közül kettő az $n = -1$ és az $n = +1$ kvantumszámokhoz tartozók delokalizáltak lesznek. Ábrázolva:



A HOMO-pályák a koronén esetében az $n = +6$, illetve az $n = -6$ kvantumszámokkal jelzett pálya lesz (hiszen a már félig betöltött pálya is betöltöttnek minősül ebben az esetben), míg a LUMO-k ennek értelmében az $n = -7$, illetve $n = +7$ kvantumszámokkal jelölt pályák lesznek.

f) Az itt alkalmazott képlet:
$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8\pi^2 m_e R^2}$$

	benzol	koronén
R	139 pm	368 pm
E_n	$n^2 \cdot 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$	$E_n = n^2 \cdot 4,5 \cdot 10^{-20} \text{ J}$
E_{LUMO}	$3,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$	$36 \cdot 4,5 \cdot 10^{-20} \text{ J}$
E_{HOMO}	$4 \cdot 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$	$49 \cdot 4,5 \cdot 10^{-20} \text{ J}$
ΔE	$9,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$	$5,9 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
λ	210 nm	340 nm

A benzol esetében elmondható, hogy az elnyelt fény – hullámhossza alapján – kívül esik a látható tartományon, így komplementere sem a látható tartományban van, nem lesz tehát színes, a koronén esetében azonban az elnyelt fény hullámhossza a látható és UV határán van, ezért megjósolhatóan az ibolya színt nyeli el, azaz ő maga halványsárga lesz.

A megoldások többségében helyesek voltak, kisebb elszámolások csúsztak be egy-két esetben. A beküldők közül azonban mindössze kevesen vették észre, hogy a koronén esetében a legmagasabb betöltött pálya jelentheti a félig betöltöttet is a részecske a dobozban közelítés alapján. Érdemes odafigyelni az értékes jegyek helyes használatára is, ne adjunk meg valamit nagyon pontosan, hiszen ebben az esetben is csak egy közelítő modellt használtunk, valamint a feladat adatai sem sok értékes jegyre voltak megadva.

(Pós Eszter Sarolta)

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 40 fő nevezett be; a végeredményekből a legjobb teljesítményt elérő 11 diák eredményeit tesszük közzé:

Sályi Gergő, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium, Budapest, tanára Villányi Attila, 190 pont

Bolgár Péter, Eötvös József Gimnázium, Tiszaújváros, tanára Kissné Ignáth Tünde, 183,7 pont

Zwillinger Márton, Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc, tanára Endrész Gyöngyi, 180 pont

Berta Dénes, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium, Budapest, tanára Villányi Attila, 176,6 pont

Sebő Anna, ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest, tanára Villányi Attila, 175,5 pont

Palya Dóra, Karacs Ferenc Gimnázium, Püspökladány, tanárai Palyáné Berki Éva, Palya Tamás, 170,5 pont

Kovács Ádám, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium, Budapest, tanára Villányi Attila, 163,6 pont

Rutkai Zsófia Réka, Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest, tanára Elekné Becz Beatrix, 159,7 pont

Sztanó Gábor, Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest, tanára Elekné Becz Beatrix, 159,7 pont

Székely Eszter, Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest, tanára Albert Attila, 155,7 pont

Czipó Bence, Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest, tanára Albert Attila, 154,2 pont

Gratulálunk az összes megoldónak és tanáraiknak! 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.

Az első öt helyezettel a Magyar Kémikusok Egyesülete fogja felvenni a kapcsolatot nyereményük ügyében.