

GONDOLKODÓ



„MIÉRT?” (WHY? WARUM?)

Alkotó szerkesztő: Dr. Róka András

Ebben a rovatban átalatok is jól ismert jelenségek, vagy otthon is elvégezhető kísérletek magyarázatát várjuk el tőletek. A feladatok megoldásával minden korosztály próbálkozhat, hiszen a jelenséget különböző tudásszinten is lehet értelmezni. Éppen ezért részmegoldásokat is be lehet küldeni! A lényeg az ismeretek mozgósítása, az önálló elképzelés bizonyító erejű kifejtése. A kérdéseket (olykor) szándékosan fogalmazzuk meg a mindennapok nyelvén, hogy – reményünk szerint – minél inkább a lényegre irányítsuk a figyelmet. Jó szórakozást és sikeres munkát kívánunk!

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2007. február 26-ig postára adva:

KÖKÉL „Miért”

ELTE Főiskolai Kémiai Tanszék
Budapest Pf. 32.
1518

1. Egy ásványvizes palackot színültig töltöttem csapvízzel, egy szárazjég (szilárd szén-dioxid) rudacsát helyeztem bele és gyorsan lezártam. Így csak akkora gáztér keletkezett, amennyi vizet a szublimáló szárazjég ennyi idő alatt kiszorított. A szárazjég lesüllyedése után egy ideig nagy buborékokat eregetett. A flakon egyszer csak elkezdett „dagadni”, a víz pedig a felszabaduló apró buborékok sokaságától pezsegni kezdett. Mi történhetett?
Figyelem a kísérletet senkinek ne jusson eszébe elvégezni, mert a palack könnyen felrobbanhat.

2. A klór és a bróm molekulái apolárisak. A jód ráadásul még szilárd is. Valamelyest mégis oldódik a vízben! Milyen a vizes „jódoldat” kémhatása? Miért? Mi történik a jód oldódása közben?

3. Klórgázba, egy kilyukasztott kémcsőben, megolvasztott nátriumot helyezünk. A reakciót fényjelenség kíséri. Mi világít és miért? Milyen (elemi) lépéseken keresztül játszódhat a reakció? (A fény színe – vagy hullámhossza és energiája – megegyezik a „nátrium-lángfestése” során észlelt fényével.)

4. Egy üres konzervdoboz sértetlen lapjára lyukat fúrunk. A lyukat befogva, víz alatt megtöltjük hidrogénnel, vagy „városi gázzal” (metánnal), az asztalra helyezzük, és a lyuk szabaddá válása pillanatában a kiáramló gázt meggyújtjuk. A doboz csak várakozás után robban fel. Miért? Mi minden történik a lyuk szabaddá tételétől?
(Figyelem! Ha valakinek az a merész ötlete támadna, hogy otthon, a gáztűzhely égőfejéből származó gázzal is kipróbálná, kérem ne tegye! Ez a gáz azonnal robban! Miért?)

5. Tudjuk, hogy a kémiai reakciók aktiválási energiát igényelnek. A gépkocsik ólomakkumulátorában szintén kémiai reakció játszódik le. Az akkumulátor mégis működik (hiszen az autó begyújtható vele) akár -20°C -os hidegben is. Miért?

6. Az akkumulátorok fontos tulajdonsága a „kapacitás”, amit „amperóra” vagy „milliamperóra” – egységekben adnak meg. Az ólomakkumulátorok kapacitása 35-75 Ah között változik. A Ni-Cd elem kapacitása lehet 250 mAh, a „Nickel-Metal Hidrid” (NiMH) elemé 750 mAh, míg a mobiltelefonok Li-ion eleme 700 mAh kapacitású.
A mértékegység elemzése (az áramerősség és az idő szorzata) alapján mit jelent az akkumulátorok kapacitása? Mi ennek a kémiai tartalma?

7. Ugyanannyi hidrogént és oxigént kétféleképpen reagáltatunk egymással. Az egyik esetben durránógázként felrobbantjuk. A másik esetben a gázokat külön-külön egy elektrokémiai cella platina elektródjaira vezetve, galvánelemet hozunk létre. Melyik esetben szabadul fel több energia? Melyik esetben tudunk több energiát munkavégzésre fordítani? Miért?

Feladatok kezdőknek

Alkotó szerkesztő: Dr. Igaz Sarolta

Megoldások

K56. (Petri László megoldása)

Az ismeretlen vegyület képlete MeBr_x

$$20/M(\text{Me}) = 100/[M(\text{Me}) + 80x]$$

$$M(\text{Me}) = 20x$$

Ha $x = 1$, akkor a fém moláris tömege 20 gramm/mól, de nincs ilyen fém

Ha $x = 2$, akkor a fém moláris tömege 40 gramm/mól, ez a kalcium.

Ha $x = 3$, akkor a fém moláris tömege 60 gramm/mól, de nincs ilyen fém

Mivel kémiai tartalma csak az $x = 2$ -nek van, így a keresett vegyület a CaBr_2 .

K57. (Lővei Péter megoldása)

Az ismeretlen x vegyértékű fém foszfátjának képlete : $\text{Me}_3(\text{PO}_4)_x$.

Moláris tömege: $3M(\text{Me}) + 95x$

$$[3M(\text{Me}) + 95x]0,2 = 31x$$

$$M(\text{Me}) = 20x$$

Ha $x = 1$, akkor a fém moláris tömege 20 gramm/mól, de nincs ilyen fém

Ha $x = 2$, akkor a fém moláris tömege 40 gramm/mól, ez a kalcium.

Ha $x = 3$, akkor a fém moláris tömege 60 gramm/mól, de nincs ilyen fém

Mivel kémiai tartalma csak az $x = 2$ van, így a keresett vegyület a $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

K58. (Bali Krisztina megoldása)

$$m_{\text{H}} : m_{\text{N}} : m_{\text{O}} = 1 : 7 : 12$$

$$n_{\text{H}} : n_{\text{N}} : n_{\text{O}} = 1 : 0,5 : 0,75 = 4 : 2 : 3$$

A vegyület képlete: NH_4NO_3 , neve ammónium-nitrát.

K59. (Heiner Vivien megoldása)

A vegyületben a kén tömege megegyezik az oxigén tömegével, ezért az oxigén atomok száma kétszer nagyobb, mint a kén atomok száma.

Ha vegyület 1 nitrogént tartalmaz, akkor a moláris tömege: $14 \times 100 / 11,57 = 121$ gramm/mól

Továbbá $14/2 = 7$ gramm hidrogént tartalmaz a vegyület.

Ebből következik, hogy a molekula 7 hidrogén atomot, 1 kén atomot, 2 oxigén atomot tartalmaz az 1 nitrogén atom mellett.

A vegyület biztos, hogy tartalmaz szenet: $121 - (7 + 32 + 2 \times 16 + 14) = 36$ gramm, amely 3 mól.

A vegyület képlete: $\text{H}_2\text{N-CH}(\text{CH}_2\text{SH})\text{-COOH}$, azaz a cisztein a keresett vegyület.

K60. (Berta Máté megoldása)

100 gramm vegyület összetétele:

higany 71,49 gramm, azaz 0,36 mól

oxigén 22,81 gramm, azaz 1,43 mól

hidrogén 0,713 gramm, azaz 0,713 mól

ismeretlen 4,987 gramm x mól

$$n_{\text{Hg}} : n_{\text{O}} : n_{\text{H}} : n_{\text{ismeretlen}} = 1 : 4 : 2 : y$$

A vegyület moláris tömege: $200,5 / 0,7149 = 280,5$ gramm/mól ha 1 higany atomot tartalmaz.

Az ismeretlen elem tömege: $280,5 - (200,5 + 4 \times 16 + 2 \times 1) = 14$ gramm

Ez az elem a nitrogén.

A keresett vegyület a higany(I)-nitrát, azaz a $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

Feladatok

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2007. február 26-ig postára adva:

KÖKÉL Feladatok kezdőknek

Commitment Pedagógiai Szakmai Szolgáltató Kht.

Budapest

Pozsonyi út. 50.

1133

K61. Egy X vegyületből –vízzel- két különböző koncentrációjú oldatot készítünk. Az egyik oldat a tömeg %-ának számértéke megegyezik a másik oldat mol %-ban kifejezett számértékével.

Ha az oldatokat 1:2 arányban összeöntjük 8,254 tömeg %-os, ha 2:1 arányban öntjük össze őket 6,508 tömeg %-os oldatot kapunk.

Mekkora X vegyület moláris tömege?

(Tóth Judit)

K62. Azonos tömegű vízmentes kalcium-nitrátból, kristályvizes kalcium-nitrátból és vízből melegen oldatot készítünk. (Valamennyi só feloldódott). A keletkezett oldat 12,48 mol % os kalcium-nitrátra nézve.

Hány vízzel kristályosodik a kalcium-nitrát?

(Tóth Judit)

K63. 100g 17,0 tömeg %-os ezüst nitrátot öntünk 100 g sósavba. Eközben az eredeti sósav tömeg %-os koncentrációja harmadára csökkent.

Milyen volt az eredeti sósav tömeg %-os összetétele.

(Tóth Judit)

K64. Van egy ismeretlen koncentrációjú sósav és nátrium-hidroxid oldatunk.

Ha az oldatokat 1:3 arányban összeöntjük 3,656 tömeg %-os ha 2:1 arányban öntjük össze őket 7,312 tömeg %-os oldatot kapunk a keletkező sóra nézve.

Adja meg a kiindulási oldatok tömeg %-os összetételét!

(Dr. Igaz Sarolta)

K65. Magnéziumot oldottunk sósavban. A keletkezett oldat 3,50 tömeg %-os hidrogén-kloridra és 18,25 tömeg % magnézium-kloridra nézve.

Milyen tömeg %-os magnéziumot oldottunk? Mekkora tömegű volt és milyen tömeg %-os a z oldáshoz felhasznált sósav.

(Dr. Igaz Sarolta)

A pontverseny állása

Név, osztály	Iskola	Kémia tanár	Feladatok pontszáma					Σ*	Σ*	Σ*	Σ*	Össz: **
			56	57	58	59	60	2 f	1f	3f	4f	
Antics Éva, 9.b	Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg	Halmi László							40			40
Bali Krisztina 9.a	Jedlik Anyos Gimnázium, Budapest.	Elekne Becz Beatrix	10	10	10	9	10	49	34			83
Bálint Sára 9. a	Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged	Prókay Szilveszter	10	10	8	5	10	43	31			74
Benda Zsuzsanna 9. a	Jedlik Anyos Gimnázium, Budapest	Elekne Becz Beatrix	10	10	10	9	10	49	46			95
Berta Máté 8. b	Eötvös József Gimn. Budapest.	Dancsó Éva	10	10	10	10	10	50	37			87
Borza Ágnes, 8.a	Eötvös József Gimn. Budapest	Dancsó Éva	10	10	10	9	10	49	50			99
Csiszár Orsolya 9. h	Földes Ferenc Gimn., Miskolc,	Medve Judit	10	10	9	10	10	49	47			96
Dabóczi Mátyás 9. e	Vörösmarty Mihály Gimnázium, ?	?	10	10	10	10	10	50				50
Dénes László 8.	Eötvös József Gimn.1053 Budapest	Dancsó Éva	1	10	10			21	27			48

Név, osztály	Iskola	Kémiantanár	Feladatok pontszáma					Σ*	Σ*	Σ*	Σ*	Össz: **
			56	57	58	59	60	2 f	1f	3f	4f	
Dénes Péter 10/a	Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest	Dr. Varga Márta	10	10	10	10	10	50	50			50
Dűh Adrienn, 9.b	Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg	Halmi László							30			30
Heiner Vivien 9. b	Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg	Halmi László	10	10	10	10	7	47	41			88
Hursán Dorottya, 9.	SZTE Ságvári Endre Gyak.Gimn.,Szeged	Blázsikné Karácsony Lenke	10	10	10	10	10	50	46			96
Kisvári Béla 8. b	Eötvös József Gimn. Budapest	Dancsó Éva	10	10	6	10	10	46	40			86
Körmöczi László 9.	Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged	Prókai Szilveszter	10	10	10	10	10	50	49			99
Libertinyi Nikolett 9.	Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest	?							38			38
Lővei Péter 9	Árpád Gimnázium, Budapest	Tóth Judit	10	10	10	5	7	42	26			68
Mayer Csilla, 9.	Kempelen Farkas Gimn., Budapest	Sebő Péter	10	10	10	10	10	50	48			98
Molnár Géza 9. a	Bethlen Gábor Református Gimn., Hódmezővásárhely	Szép Ilona Tünde	10	10	10	10	10	50	45			95

Név, osztály	Iskola	Kémiantanár	Feladatok pontszáma					Σ*	Σ*	Σ*	Σ*	Össz: **
			56	57	58	59	60	2 f	1f	3f	4f	
Nagy Ádám 10. d	Bethlen Gábor Református Gimn., Hódmezővásárhely	Szép Ilona Tünde	10	10	10	10	10	50	48			98
Petri László, 9.a	Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged	Prókai Szilveszter	10	10	10	10	10	50	37			87
Sebő Anna 8. e	Csokonai Vitéz Mihály Ált. Isk., Bicske.	Bagdi Ágnes	10	3	10	10	10	43	50			93
Szécsi Gábor	Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest	Dr. Varga Márta	0	2	9	2	10	23				23
Takács Gergely 10.c	Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest	Dr. Varga Márta	10	10	10	10	10	50				50
Tóth Anikó, 10 d.	Bethlen Gábor Református Gimn., Hódmezővásárhely	Szép Ilona Tünde, Fehérné Kis Gabriella	10	10	9	10	10	49	47			96
Vitay Dóra	Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged	Prókai Szilveszter	10	6	10	10	10	46	46			92
Vörös Tamás, 10.	Apáczai Csere János Gyak. Gimn., Budapest	Villányi Attila	10	10	10	10	10	50	50			100

* az előző forduló pontszáma

** az eddigi összesített pontszám

Gratulálunk a sok szép feladatmegoldáshoz! Mindenkinnek további jó versenyzést kívánunk:

Igaz Sarolta és Tóth Judit

Feladatok haladóknak

Alkotó szerkesztő: Magyarfalvi Gábor

Megoldások

H51. Az égés után visszamaradó gázelegy biztosan tartalmaz:

- nitrogént, mivel az az égés során nem reagált
- és oxigént, mivel az az égés során feleslegben volt

Mivel a gázelegy kétkomponensű, ezért több összetevőt nem tartalmaz.

I. gondolatmenet:

Tegyük fel, hogy eredetileg 100 mol levegő volt. Ez tartalmazott 21 mol oxigént és 79 mol nitrogént.

Így tömege $21 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} + 79 \text{ mol} \cdot 28 \text{ g/mol} = 2884 \text{ g}$, átlagos moláris tömege $28,84 \text{ g/mol}$.

Az ismeretlen vegyület tömege tehát $2884/5 = 576,8 \text{ g}$.

A kiindulási- és végállapot megegyezik, ezért a két gázelegy sűrűségaránya egyenlő átlagos moláris tömegeik arányával. Ezért a visszamaradó gázelegy átlagos moláris tömege $28,84 \text{ g/mol} \cdot 0,975 = 28,119 \text{ g/mol}$. Ha az oxigén móltörtje x és a nitrogéné $(1-x)$, akkor:

$$x \cdot 32 + (1-x) \cdot 28 = 28,119$$

Innen $x = 0,02975$.

A feladat szövege szerint ennek a gázelegynek az anyagmennyisége szintén 100 mol, benne 2,975 mol oxigén és 97,025 mol nitrogén található. Tehát $97,025 - 79 = 18,025 \text{ mol}$ nitrogén keletkezett az égés során. Ennek tömege $18,025 \text{ mol} \cdot 28 \text{ g/mol} = 504,7 \text{ g}$.

Az égés során elhasznált oxigén anyagmennyisége $21 - 2,975 = 18,025 \text{ mol}$. Ez négyszer ennyi hidrogén égéséhez elegendő, tehát $72,1 \text{ mol}$ hidrogént tartalmazott a kiindulási vegyület, aminek tömege $72,1 \text{ g}$.

A nitrogén és hidrogén össztömege $504,7 \text{ g} + 72,1 \text{ g} = 576,8 \text{ g}$. A vegyület tehát csak nitrogént és hidrogént tartalmazott, méghozzá 1:2 mólarányban.

A vegyület összegképlete $(\text{NH}_2)_n$.

II. gondolatmenet:

A vegyület nitrogént, hidrogént és oxigént tartalmazhat, mivel az égés során víz és nitrogén keletkezett.

Legyen összegképlete $\text{N}_x\text{H}_y\text{O}_z$, égésének egyenlete pedig:



Induljunk ki 1 mol vegyületből, ennek tömege $14x + y + 16z$ gramm, a levegő tömege tehát $70x + 5y + 80z$ gramm.

A nitrogén és oxigén össz-anyagmennyisége $(y/4 - z/2)$ móllal nőtt, és $x/2$ móllal csökkent. Mivel a levegő és a nitrogén-oxigén elegy térfogata megegyezik, ezért:

$$x/2 = y/4 - z/2 \rightarrow y = 2 \cdot (x + z)$$

Mivel a végtérfogatok megegyeznek, a sűrűségek aránya egyenlő a tömegek arányával. Ez azt jelenti, hogy a nitrogén-oxigén elegy tömegének változása megegyezik az eredeti levegő tömegének 2,5%-ával, azaz:

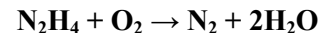
$$[-32 \cdot (y/4 - z/2) + 28x/2] / (70x + 5y + 14z) = -2,5/100$$

Innen, az előző egyenlet fölhasználásával:

$$-2x / (80x + 24z) = -1/40.$$

Innen $z = 0$. A vegyület nem tartalmaz oxigént és $y = 2x$, vagyis összegképlete $(\text{NH}_2)_n$.

Mivel a nitrogén hidrogénvegyületeiben három vegyértékű, ezért a szóbanforgó vegyület a **hidrazin** (N_2H_4). Égésének egyenlete:



Megjegyzés: A legtöbben eljutottak a helyes végeredményhez, a problémák a megoldás módjával voltak. Nagyon sokan ugyanis úgy számoltak, mint azoknál a feladatoknál, amelyekben szerves vegyületek összegképletét kell meghatározni égetési adatok segítségével. Ez akkor volt probléma, ha nem vették figyelembe, hogy a vegyület oxigént is tartalmazhat, és az N_aH_b összegképlettel számoltak. Ehhez viszont túl sok volt a megadott információ. Ha a gondolatmenet során nem vált nyilvánvalóvá, hogy oxigén nincs az anyagban (ld. I. gondolatmenet), akkor az ilyen megoldásokat nem tekintettem teljes értékűnek.

Komáromy Dávid

H52. A 20°C-on telített ammónium-jodid oldat 63,37 %-os, míg 50°C-on 66,62 %-os NH_4I -ra nézve. Vegyünk m gramm ammónium-jodidot, ebből készítsünk 50°C-os telített oldatot. Ennek tömege: $m/0,6662 \text{ g} = 1,501 \cdot m$ gramm. Ezt az oldatot 20°C-ra hűtve x gramm NH_4I válik ki:

$$m = x + (1,501 \cdot m - x) \cdot 0,6337$$

Az egyenlet megoldása: $x = 0,1332 \cdot m$ gramm, tehát a kiindulási ammónium-jodid mennyiség 13,32 %-a kristályosodott ki és 86,68 %-a oldatban maradt. Tehát minden lépésben az oldatban lévő ammónium-jodid 86,68 %-a továbbra is oldatban marad, így az N -dik lépésben oldatban maradt NH_4I mennyiség: $100 \cdot 0,8668^N$, mivel 100,0 g sóból indultunk ki. A cél, hogy 20 grammnál kevesebb ammónium-jodid maradjon az oldatban, azaz $100,0 \cdot 0,8668^N < 20,0$. Ennek megoldása: $N > 11,25$, azaz legalább 12 átkristályosítás szükséges.

További kérdés volt az N -dik frakció tömege. Az $(N-1)$ -dik lépésnél az oldatban $100 \cdot 0,8668^{N-1}$ gramm NH_4I van, a következő lépésben ennek 13,32 %-a fog kikristályosodni: $0,1332 \cdot 100 \cdot 0,8668^{N-1}$, azaz $13,32 \cdot 0,8668^{N-1}$ gramm az N -dik frakció tömege, mely $N=12$ esetén 2,76 gramm.

A beérkezett feladatmegoldások közt szép számban voltak átgondolt, precíz megoldások. Sokan azonban azt a módszert választották, hogy $N=1$ -től minden lépésben kiszámították a keletkező frakció tömegét, mivel nem vették észre, hogyan lehetne egy egyszerű kifejezéssel felírni a kiváló, illetve az oldatban maradó anyag tömegét. Sajnos több beküldő elfelejtette a feladat második kérdését megválaszolni.

Benkő Zoltán

H53.

a) A töltésegyenleg:

$$2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{OH}^-] = 2[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Na}^+] + 2[\text{Mg}^{2+}] + [\text{H}^+] = 10^{-3} \cdot (2 \cdot 63/40 + 21/23 + 2 \cdot 26/24) = 6,23 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Első közelítésben elhanyagoljuk a hidrogén- és hidroxidion koncentrációt. A karbonátióra felírva az anyagmennyiség egyenlegét ($M_{\text{hidr.karb.}} = 61 \text{ g/mol}$)

$$[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{H}_2\text{CO}_3] = 0,4/61 = 6,56 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{Azaz } 6,56 \cdot 10^{-3} = [\text{CO}_3^{2-}] (1 + [\text{H}^+]/K_2 + [\text{H}^+]^2/(K_1 K_2)),$$

$$\text{tehát } [\text{CO}_3^{2-}] = (6,56 \cdot 10^{-3}) / (1 + [\text{H}^+]/K_2 + [\text{H}^+]^2/(K_1 K_2))$$

Hasonlóan:

$$2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-] = [\text{CO}_3^{2-}] (2 + [\text{H}^+]/K_2) = 6,56 \cdot 10^{-3} (2 + [\text{H}^+]/K_2) / (1 + [\text{H}^+]/K_2 + [\text{H}^+]^2/(K_1 K_2))$$

$$\text{Azaz } 6,23 = 6,56 (2 + [\text{H}^+]/K_2) / (1 + [\text{H}^+]/K_2 + [\text{H}^+]^2/(K_1 K_2))$$

$$\text{Innen } [\text{H}^+] = 2,63 \cdot 10^{-8} \text{ M, azaz pH} = 7,6 \text{ (7,58).}$$

$$\text{a) pH} = 7,4 \text{ esetén } 1 + [\text{H}^+]/K_2 + [\text{H}^+]^2/(K_1 K_2) = 907,2.$$

$$\text{Ezért } [\text{CO}_3^{2-}] = (6,56 \cdot 10^{-3}) / (1 + [\text{H}^+]/K_2 + [\text{H}^+]^2/(K_1 K_2)) = 7,23 \cdot 10^{-6} \text{ M.}$$

$$\text{Innen } [\text{HCO}_3^-] = [\text{CO}_3^{2-}] [\text{H}^+]/K_2 = 6,00 \cdot 10^{-3}$$

A kationok össztöltése $6,23 \cdot 10^{-3} \text{ M}$, az anionoké $2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-] = 6,01 \cdot 10^{-3} \text{ M}$. A maradék anionok töltése $2,20 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, tömegük $520 \cdot (63 + 21 + 26 + 400) = 10 \text{ mg}$.

Az anionok töltésükkel szorzott moláris tömege pedig $10 \text{ mg} / 0,22 \text{ mmol} = 45,4 \text{ g/mol}$, ami vésszesen közel van a nitrition 46 g/mol -os moláris tömegéhez, annak ellenére, hogy a gyártó ez ellen hevesen tiltakozik.

Az ásványvizek persze inkább klorid-, és szulfátiót szoktak tartalmazni, pl. ha $x \text{ mM}$ klorid-, és $y \text{ mM}$ szulfátiót tartalmaz az ásványvíz, akkor:

$$35,5x + 96y = 10$$

$$x + 2y = 0,22$$

$$\text{Innen } y = 0,0876 \text{ mM és } x = 0,132 \text{ mM, azaz } 8,4 \text{ mg/l szulfátió és } 4,7 \text{ mg/l kloridion.}$$

Megjegyzések:

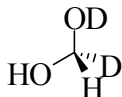
- A karbonátiók mennyisége az a) részben valóban elhanyagolható, ennek oka azonban nem csak az – ahogyan sokan írták –, hogy a szénsav második savállandója kicsi, hanem az oldat pH-ja is (elég magas pH-n ugyanis már a karbonátió is nagymértékben deprotonálódik.).
- Ezen kívül indokolták még az elhanyagolást azzal is, hogy a karbonátió nagyobb pH-ja esetén leválna a kalcium-karbonát csapadék. Egyébként, ha az a) rész alapján kiszámítjuk, a két ion koncentrációjának szorzata nagyobb az oldhatósági szorzatnál:

$$[\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 1,58 \cdot 10^{-3} \text{ M} \cdot 1,13 \cdot 10^{-5} \text{ M} = 1,79 \cdot 10^{-8} \text{ M}^2 > L = 8,9 \cdot 10^{-9} \text{ M}^2.$$

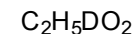
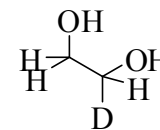
- Ha viszont ezt az elhanyagolást megtesszük, akkor a számolás nagymértékben egyszerűsödik. A töltésegyenleg a $[\text{HCO}_3^-] = 6,23 \cdot 10^{-3} \text{ M}$, az anyagmérleg a $[\text{HCO}_3^-] + [\text{H}_2\text{CO}_3] = 6,56 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ egyenletre egyszerűsödik. Innen a hidrogénkarbonát- és a szén-savmolekulák koncentrációja, majd az első savállandó alapján a hidrogénionok koncentrációja is kiszámítható. Ezt az utat követte *Visnyai Krisztina* (Tóth Árpád Gimnázium, 10.o.), *Kovács Bertalan* (Németh László Gimnázium, 11.o.), *Klencsár Balázs* (Táncsics Mihály Gimnázium, 12.o.) és *Sarka János* (Tóth Árpád Gimnázium, 11.o.)
- Az a) rész végeredménye nagymértékben függ attól, hogy elhanyagoljuk-e a töltésegyenleg felírásakor az oxónium- és hidroxidionkoncentrációt, illetve a karbonátionok mennyiségét. Ezenkívül a megadott adatok is csak két értékes jegy pontossággal voltak felírva, ezért bármely, 7,55 és 7,64 közötti pH-értéket teljes értékű megoldásnak fogadtam el, ha a számolás menete helyes volt.
- A b) résznél csak *Lovas Attila* (ELTE Apáczai Csere János Gyak.Gimn., 12.o.) gondolatai közt merül fel a nitrition. Ő viszont ezt kategorikusan elutasította, és a megoldás további részében az ásványvíz minőségét meghatározó A 65/2004(IV.27) FVM-ESZCSM-GKM együttes rendelet előírásait használta fel... Ennél a résznél minden reális megoldást elfogadtam: a fontos az volt, hogy a megoldásként talált anion ne hidrolizáljon nagyon erősen (pl. PO_4^{3-} ion), hiszen a keletkező ion töltése eltér a hidrolizáló ionétól.

Komáromy Dávid

H54. a) A legkisebb moláris tömegű királis diol egy geminális diol lehet, ami a formaldehid hidrátjának egy deuterált formája, de ez a vegyület nem stabil.



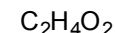
A vicinális diolok közül a legkisebb az etilén-glikol, amelynek deuterált változata már királis és ez stabil is.



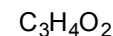
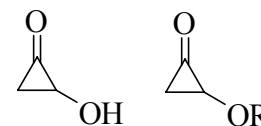
Összességében a feladatnak ez a része sikerült a legrosszabbul, ugyanis nem nagyon gondoltak a beküldők az izotópok okozta aszimmetriára. Ezt a feladatrészt csak *Hetényi Gergely*, *Kovács Hajnal* és *Lovas Attila* oldotta meg hibátlanul. A feladatrész 3 pontot ért.

b) Ez a feladat a fentitől abban tér el, hogy az előre megadott összegképlet nem teszi lehetővé a különböző izotópok használatát.

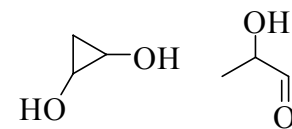
A legkisebb egy 2 szénatomos, gyűrűs félacetál lenne, de ennek csak azon változatai stabilak, amelyeknél a másik hidroxilcsoport is éteresítve van:



A következő királis molekula egy ciklopropán származék, amely oxocsoportot és hidroxilcsoportot is tartalmaz, de ez is csak éteresített -OH-val lenne stabil.

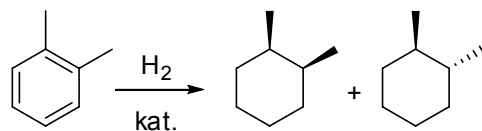


A megoldást azon három szénatomos vegyületek között találjuk, amelyek összegképlete $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$. Ezek közül a következők stabilak és királisak:



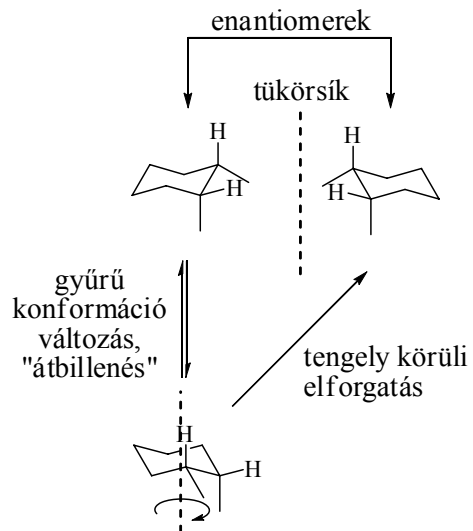
A feladatra hibátlan megoldás esetén 3 pont járt. Azon megoldásokért, amelyek elvileg helyesek, de a vegyületek nem stabilak, 2 pontot adtam. A feladatrésze nagyon sok helyes megoldás érkezett.

c) A következő reakció játszódik le.



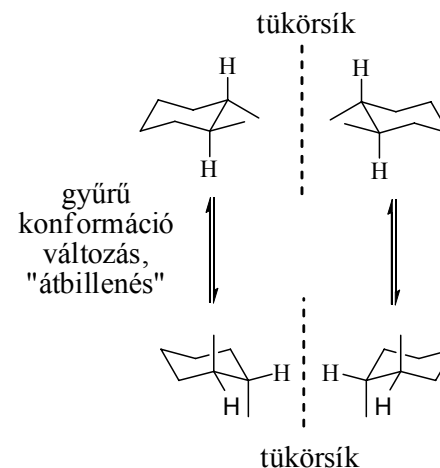
Termékként a *cis*-, és a *trans*-1,2-dimetil-ciklohexánt kapjuk.

A *cis*-vegyületek térszerkezetének és sztereokémiájának vizsgálata:



A legstabilabb konformer a vártnak megfelelően a szék alkatú lesz. Az ábráról is látszik, hogy két enantiomere van a vegyületnek, de ezek konformációs mozgással egymásba átalakulhatnak. Ezek a vegyületek ún. konformációs enantiomerek. Egymástól elkülöníteni őket csak alacsony hőmérsékleten lehet, amikor a konformációs mozgásokhoz szükséges aktiválási energiát nem fedezi a hőmozgásból származó energia.

A *trans*-vegyületek térszerkezetének és sztereokémiájának vizsgálata:



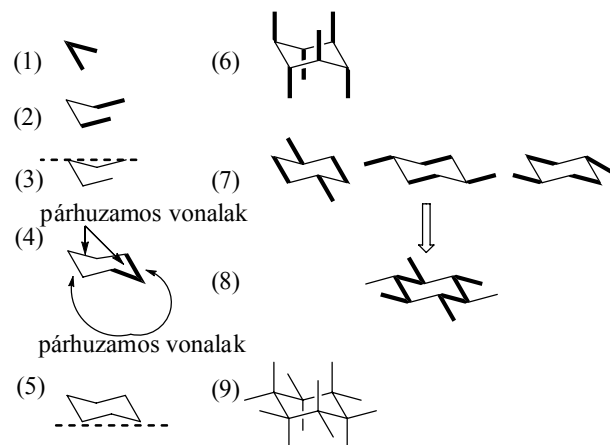
A *trans*-vegyületnek is két enantiomere van, amelyek nem alakulhatnak egymásba konformációs mozgással (kötésfelhasadás nélkül). Ezen konformációk közül azok a kisebb energiájúak, amelyekben a metilcsoportok térállása ekvatoriális.

A feladatrész helyes megoldásáért 4 pont járt. Ezen feladtnál a legtöbb hiba a székkonformerek helyes ábrázolásában volt. Ezért pontlevonás nem járt, de fontos lenne a helyes ábrázolás elsajátítása, ehhez segítségül a következő módszert ajánlom.

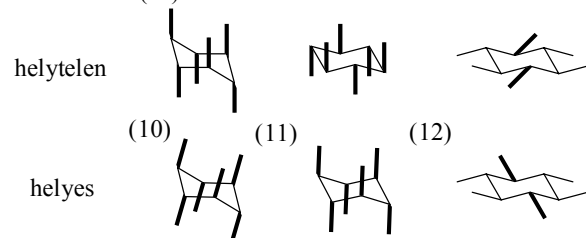
A legkönnyebben úgy járhatunk el, hogy a rajzolást a ciklohexán székkonformációjának egyik végénél kezdjük (1). Ehhez a részhez rajzolunk két párhuzamos, egyenlő hosszúságú vonalat (2). Ezeket a vonalakat úgy rajzoljuk, hogy az újonnan húzott vonal felső vége egy vonalban legyen a váz végén lévő csúcsponttal (3). Végül az utolsó két vonalat kell úgy elhelyeznünk, hogy ezek párhuzamosak legyenek az első vonalakkal (4), valamint az alsó pontok egy vonalban legyenek (5).

Ezzel elkészültünk az alapvázal, most a szubsztituenseket kell elhelyeznünk. Azt kell szem előtt tartanunk, hogy a szénatomok körül a ligandumok *tetraéderesen* helyezkednek el (megj.: ne használjuk a sztereokémiában megszokott vastagított és szaggatott vonalakat csak akkor, ha feltétlenül szükségesek)

Először helyezzük el az axiális térállású csoportokat. Mindegyik axiális csoport függőlegesen helyezkedik el a gyűrű síkja felett, illetve alatt (6). Az ekvatoriális szubsztituensek rajzolásánál arra kell ügyelnünk, hogy azok párhuzamosak az alapváz megfelelő C-C kötésével (7, az ábrán a minden vastagított vonal párhuzamos). Az ekvatoriális pozíciók szemléletesen **W** és **M** alakban helyezkednek el (8). Ha így elhelyeztük a szubsztituenseket, akkor elkészültünk a székkalkatú konformer ábrázolásával (9).



A ciklohexánváz rajzolása közben előforduló tipushibák a következők (azaz, hogyan ne rajzoljuk ezeket a szerkezeteket). Ha az alapváz középső része vízszintes, azaz a váz alsó pontjai nem esnek egy vonalba, akkor az axiális csoportok sem függőlegesek (10). Az alapvázban a legalsó pontok egy vonalba helyezkednek el, az axiális csoportok függőleges helyezkednek el, de rossz pozícióban mutatnak felváltva fel és le (11). Az ekvatoriális csoportok rossz szögben vannak elhelyezve a gyűrűn, nem párhuzamosak, nem **M** és **W** alakban állnak (12).

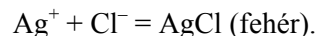


A fenti leírás Jonathan Clayden, Nick Greeves, Stuart Warren, Peter Wothers: *Organic Chemistry*, Oxford University Press, 2004. könyve alapján készült.

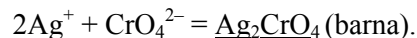
A feladat pontátlag 48,3%. Hibátlan megoldást küldött be Lovas Attila.

Varga Szilárd

H55. A titrálás során lejátszódó folyamat egyenlete:



Az indikátor jelzésének egyenlete:



a) $10,00 \text{ cm}^3$ mintában $0,1 \cdot 0,996 \cdot 7,98 = 0,7948 \text{ mmol}$ kloridion van. Az eredeti vízmintában $0,7948 \cdot 50 = 39,74 \text{ mmol}$ volt, azaz $2,3225 \text{ g}$ oldott NaCl volt $11,76 \text{ g}$ vízben. Tehát a tó vizének kloridtartalma nátrium-kloridban kifejezve 19,75 % (m/m).

b) Az ekvivalenciapontban az oldat térfogata $V = 57,98 \text{ cm}^3$. Az ekvivalenciapontban az ezüstion koncentrációja megegyezik a kloridionéval, azaz $[\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-]$; $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = [\text{Ag}^+]^2 = L(\text{AgCl})$. Tehát az ezüstion koncentrációja az oldatban az ezüst-klorid oldhatósági szorzatának négyzetgyöke.

A kromátion koncentrációja az ezüstion mennyiségének ismeretében számolható az ezüst-kromát oldhatósági szorzatából:

$$L(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}],$$

$$[\text{CrO}_4^{2-}] = L(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)/L(\text{AgCl}) = 6,22 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3.$$

Azaz a kromát anyagmennyisége $0,3608 \text{ mmol}$, ami $70,06 \text{ mg}$ K_2CrO_4 -al ekvivalens. Ennyi kromátot $100/5000 \cdot 70,06 \text{ cm}^3 = \underline{1,40 \text{ cm}^3}$ 5%-os K_2CrO_4 -oldattal tudunk bevinni a mintába.

c) Ezen a pH-n számolnunk kell a kromátion protonálódásával (K_2) és a dikromátionok keletkezésével (K). Az oldat savanyúsága csökkenti a kromátion koncentrációját, így pozitív hibánk lesz, azaz túltitráljuk a mintát. Nagy valószínűséggel elhanyagolhatjuk az AgCl csapadék visszaoldódását. Vizsgáljuk meg, hogy a kromátionok milyen specieszekben fordulnak elő: $c(\text{Cr}) = [\text{CrO}_4^{2-}] + [\text{HCrO}_4^-] + 2[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]$, ez a krómra vonatkozó anyagmérleg és $c(\text{Cr})$ az összes krómtartalom mol/dm^3 -ben kifejezve ($7,98 \text{ cm}^3$ mérőoldat fogyásnál ez $6,22 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$).

A töltés mérleg felírásával nem érdemes próbálkozni, ugyanis az oldatunk puffertelt pH = 3,00-ra és a vízminta teljes összetételét sem ismerjük, tehát nem tudnánk pontosan felírni ezt az egyenletet.

Helyettesítsük be az állandókat a töltésmérlegbe:

$$c(\text{Cr}) = [\text{CrO}_4^{2-}] + [\text{CrO}_4^{2-}][\text{H}^+]/K_2 + 2K([\text{CrO}_4^{2-}][\text{H}^+]/K_2)^2;$$

ebből a kromátion koncentrációját kifejezve (a másodfokú egyenlet csak egyik gyöke hordoz fizikai tartalmat, $[\text{CrO}_4^{2-}] > 0$):

$$[\text{CrO}_4^{2-}] =$$

$$= \frac{-(1 + [\text{H}^+]/K_2) + ((1 + [\text{H}^+]/K_2)^2 + 8 \cdot c(\text{Cr}) \cdot K \cdot [\text{H}^+]^2/K_2^2)^{0,5}}{(4 \cdot K \cdot [\text{H}^+]^2/K_2^2)}.$$

Az ezüstionok koncentrációja:

$$[\text{Ag}^+] = (L(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)/[\text{CrO}_4^{2-}])^{0,5}.$$

A mérőoldat fogyása a 100%-os titráltság után:

$$V = [\text{Ag}^+] \cdot (57,98 + V) / 0,0996.$$

Az összes krómtartalom ebben az oldatban:

$$c(\text{Cr}) = 6,22 \cdot 10^{-3} \cdot 57,98 / (57,98 + V).$$

A keresett eredményünk, a százalékos titráltság $(100 + V/7,98 \cdot 100)\%$.

A fenti négy egyenletről álló egyenletrendszer egyszerűen nem oldható meg.

Tegyük fel, hogy az ekvivalenciapont után nem sokkal jelez az indikátor. Tehát a hígulás elhanyagolható, így marad $c(\text{Cr}) = 6,22 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ az összes krómtartalom. A másodfokú egyenletet megoldva $[\text{CrO}_4^{2-}] = 1,51 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$. Ebből az $[\text{Ag}^+] = 8,61 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$, az ekvivalenciapont után fogyott mérőoldat térfogata $V = 0,51 \text{ cm}^3$. Tehát $\text{pH}=3,00$ esetén az indikátor 106%-os titráltságnál jelez.

Ha nem akarunk közelítést alkalmazni, akkor numerikusan is megoldható a feladat az ún. iterációs eljárással. Ez a megoldási mód segítségünkre lehet sokad fokú egyenletek megoldásában, illetve analitikusan nem megoldható egyenletek, egyenletrendszerek gyökeinek meghatározásában is. Az iterációs eljárások közül a legegyszerűbben alkalmazható a szukcesszív approximáció (sorozatos közelítés).

Első lépésben hozzuk az egyenletet $x = \varphi(x)$ alakra. Valamilyen közelítésből, becslésből származó x_0 érténél kiszámoljuk $\varphi(x)$ értékét, így megkapjuk az $x_1 = \varphi(x_0)$. A következő lépésben x_1 helyen határozzuk meg a függvény értékét és így tovább. Tehát az egyenlet gyökének meghatározásához az x_n sorozat tagjait határozzuk meg a következő egyenlet alapján: $x_{n+1} = \varphi(x_n)$, ahol $n = 0, 1, 2, \dots$

Nézzük a következő két példát:

a) $x^2 = \sin x$, amely egyenlet nem oldható analitikusan, az iterációs eljárás során a következő módon keressük a gyököket:

$$x_{n+1} = (\sin x_n)^{0,5}$$

Az egyik gyök a 0 lesz, másikhoz a grafikus ábrázolás alapján induljunk az $x_0 = 0,87$ -es közelítéssel. Az x_n sorozat tagjai a következők lesznek: 0,8700; 0,8743; 0,8758; 0,8764; 0,8766; 0,8767; 0,8767. Tehát látszik, hogy öt lépésben eljutottunk kellő pontossággal az egyenlet másik gyökéhez.

b) $x^3 - x - 4 = 0$

Iterációs eljárásnál a következő sorozattal keressük a gyököket:

$$x_{n+1} = x_n^3 - 4$$

Az x_0 -t becsljük 2-el. Ekkor a sorozat tagjai nem közelítenek semmilyen értékhez és sajnos más kezdő értéknél sem. Ekkor más alakban keressük a sorozat képzés módját. Esetünkben:

$$x_{n+1} = (x_n + 4)^{1/3}$$

Induljunk $x_0 = 2$ kezdőértékkel. Ekkor a sorozat tagjai: 2,00; 1,82; 1,80; 1,80. Tehát 2 lépésben eljutottunk a keresett gyökhöz.

A leírás és a példák Bronstejn, I. N.; Szemengyajev, K. A.; Musiol, G.; Mühligh, H.: *Matematikai kézikönyv*, Typotex Kiadó Budapest, 2004.; Gáspár Gy. (szerk.): *Műszaki matematika*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1968. könyvek alapján készültek.

A mi esetünkben V -re elvégezve az iterációt $V_0 = 0,00$ kezdőértékkel a következő sorozatot kapjuk 0,00; 0,506; 0,512; 0,512. Tehát 2 lépéssel eljutottunk a pontos eredményhez, ami jól egyezik a fenti közelítéssel.

A feladat a)-része 3 pontot, b)-része 4 pontot, c)-része 3 pontot ért. A pontátlag 63,1% volt. Hibátlan megoldást Kovács Hajnal és Lovas Attila küldött be.

Varga Szilárd

HO-18. A savas disszociációk egyenletei:



A kétértékű sav koncentrációviszonyaira a következő egyenletek írhatók fel:

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{HA}^-]}{[\text{H}_2\text{A}]} \quad K_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^{2-}]}{[\text{HA}^-]}$$

A két egyenletről kapjuk:

$$[\text{HA}^-] = [\text{A}^{2-}] \frac{[\text{H}^+]}{K_2} \quad [\text{H}_2\text{A}] = [\text{HA}^-] \frac{[\text{H}^+]}{K_1} = [\text{A}^{2-}] \frac{[\text{H}^+]^2}{K_1 K_2}$$

Új változók bevezetésével egyszerűsítve a kifejezéseket:

$$p_1 = \frac{[\text{H}^+]}{K_1}; \quad p_2 = \frac{[\text{H}^+]}{K_2}; \quad [\text{HA}^-] = [\text{A}^{2-}] p_2; \quad [\text{H}_2\text{A}] = [\text{A}^{2-}] p_1 p_2$$

Az anyagmérleg és a töltésmérleg a következő:

$$C_A = [\text{H}_2\text{A}] + [\text{HA}^-] + [\text{A}^{2-}] = [\text{A}^{2-}] (p_1 p_2 + p_2 + 1) \quad (1)$$

$$[\text{H}^+] = [\text{HA}^-] + 2[\text{A}^{2-}] = [\text{A}^{2-}](2 + p_2) \quad (2)$$

$$[\text{A}^{2-}] = \frac{[\text{H}^+]}{2 + p_2} \quad (3)$$

$[\text{A}^{2-}]$ kifejezését visszaírva az (1) egyenletbe:

$$C_A = [\text{H}^+] \frac{1 + p_2 + p_1 p_2}{2 + p_2} \quad (4)$$

Tehát megkaptuk C_A -t, mint a $[\text{H}^+]$, K_1 és K_2 függvényét. A két egyértékű sav közös oldatában a koncentrációviszonyokra a következő egyenletek érvényesek:

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{B}^-]}{[\text{HB}]} \quad K_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{C}^-]}{[\text{HC}]} \quad (5)$$

$$C_B = [\text{HB}] + [\text{B}^-] = [\text{B}^-](1 + p_1) \Rightarrow [\text{B}^-] = \frac{C_B}{1 + p_1} \quad (6)$$

$$C_C = [\text{HC}] + [\text{C}^-] = [\text{C}^-](1 + p_2) \Rightarrow [\text{C}^-] = \frac{C_C}{1 + p_2} \quad (7)$$

$$[\text{H}^+] = [\text{B}^-] + [\text{C}^-] = \frac{C_B}{1 + p_1} + \frac{C_C}{1 + p_2} \quad (8)$$

Még azt is tudjuk, hogy

$$2C_A = C_B + C_C \quad (9)$$

Ezután a (4), (8) és (9) egyenletekből megfelelő átalakításokkal kifejezzük a C_B/C_C arányt. A (8) egyenletből kapjuk:

$$\frac{1}{C_C} [\text{H}^+] = \frac{C_B}{C_C} \frac{1}{1 + p_1} + \frac{1}{1 + p_2} \quad (10)$$

A (9) egyenletből kapjuk:

$$\frac{1}{C_C} = \frac{\frac{C_B}{C_C} + 1}{2C_A} \quad (11)$$

Az egyszerűség kedvéért a továbbiakban a C_B/C_C arány helyett y -t írva, a (10) és (11) egyenletek jobb oldalának egyenlőségét felírva:

$$\frac{y+1}{2C_A} [\text{H}^+] = y \frac{1}{1+p_1} + \frac{1}{1+p_2} \quad (12)$$

Ezt átrendezve kapjuk:

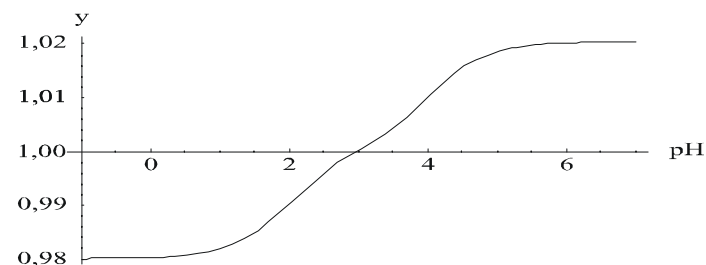
$$y = \frac{C_B}{C_C} = \frac{[\text{H}^+] - \frac{2C_A}{1+p_2}}{\frac{2C_A}{1+p_1} - [\text{H}^+]} \quad (13)$$

Behelyettesítve a C_A kifejezését a (4) egyenletből kapjuk:

$$y = \frac{C_B}{C_C} = \frac{(1+p_1)(p_2^2 + 2p_2 - 2p_1p_2)}{(1+p_2)(p_1p_2 - 2p_1 + p_2)} \quad (14)$$

$$y = \frac{([\text{H}^+] + K_1)([\text{H}^+]K_1 - 2[\text{H}^+]K_2 + K_1K_2)}{([\text{H}^+] + K_2)K_1([\text{H}^+] + K_1 - 2K_2)} \quad (15)$$

Például $K_1 = 0,01 \text{ mol/dm}^3$, $K_2 = 0,0001 \text{ mol/dm}^3$ esetén ez az arány a következőképpen alakul a pH függvényében:



Az ábrán is látszik, de általános esetben is igaz, hogy a két sav koncentrációaránya akkor lesz éppen 1, ha a $[\text{H}^+]$ a két savorösségi állandó mértani közepe ($[\text{H}^+]^2 = K_1 \cdot K_2$), ez a (15) egyenlet alapján is

kiderül. Ekkor a kétértékű sav bemérési koncentrációja megegyezik a $[H^+]$ -val (Ld. (4) egyenlet).

Az arány 1-től nem távolodik el nagyon. A (15) egyenletet megvizsgálva kiderül, hogy adott K -k mellett a nagy savkoncentráció vagy kis pH esetén a minimális érték $1-2 K_2/K_1$, kis savkoncentráció vagy semlegeshez közelítő pH esetén épp ennek a reciproka.

A legtöbb kétértékű sav esetén a két disszociációállandó legalább 3 nagyságrenddel eltér, ezért ilyenkor a keresett arány egész jó közelítéssel 1-nek vehető, azaz a második disszociáció nem befolyásolja érdemben a pH-t.

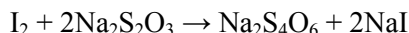
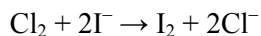
Stirling András

HO-19. a) A hallgató a mangán-dioxidra (barnakő) gondolt, amely vízben és hig savakban nem oldódik, csak tömény sósavban:



A visszamaradó oldatból pedig ammónium-szulfiddal le lehet választani a jellegzetes színű MnS csapadékot. Az anyag tehát mangánt tartalmazott, de nem mangán-dioxid.

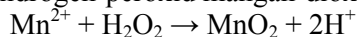
b) A reakciók egyenletei:



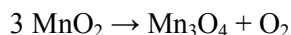
A 80 mg MnO_2 anyagmennyisége $80/86,9 = 0,9206$ mmol, ezt a mennyiséget – az egyenletekből látható módon – kétszer ennyi tioszulfáttal mérik. Azaz a fogyás:

$0,981 \cdot V \cdot 0,1 = 0,9206 \cdot 2$, vagyis $V = 18,77$ cm³ kellett volna, hogy legyen.

c) A hidrogén-peroxid mangán-dioxidot választ le az oldatból:



Ez pedig izzítás hatására Mn_3O_4 -dá alakul:



Az oxid mennyisége $32,52/(3 \cdot 54,9 + 64) = 0,1422$ mmol, tehát $3 \cdot 0,1422 = 0,4266$ mmol mangánt tartalmaz.

Másrészt a sósavas oldás során $21,74 \cdot 0,1 \cdot 0,981 \cdot 1/2 = 1,066$ mmol klór keletkezett, ami kétszer ennyi elektron leadását jelenti.

Feltéve, hogy csak a mangán oxidálta a sósavat (ugyanis nincsenek olyan egyszerű kationok, amelyek a tömény sósavat oxidálni képesek), egy mol mangán $2 \cdot 1,066/0,4266 \approx 5$ mol elektront vett fel, tehát az ismeretlenben a mangán oxidációs száma $2+5 = +7$, azaz valamilyen permanganát.

Legyen a képlete $Me(MnO_4)_n$. Az oxidcsapadék mennyisége alapján 80 mg permanganát tartalmaz 0,4266 mmol, azaz 23,42 mg mangánt. Tehát, a fém relatív atomtömegét M -mel jelölve:

$$n \cdot 54,9 / (M + n \cdot (54,9 + 64)) = 23,42 / 80$$

Innen $Me = 68,6n$. Végigpróbálgatva n értékeit 1-től 8-ig, csak $n=2$ -re kapunk reális megoldást. Ekkor $M=137,26$, azaz a báriumról van szó. Az ismeretlen: **Ba(MnO₄)₂**. Oldódása:



d) A bárium csapadékot ad szulfáttal, míg a mangán(II) nem.

Komáromy Dávid

HO-20. Mivel a savak egyértékűek ezért 1 mol észterrel 1 mol KOH reagál. 0,7942 g elegyet reagáltatunk 9,05 g 6,20% $\rightarrow$ 0,5611 g KOH-dal, ami 0,010 mol. Tehát az elegy átlagos moláris tömege 79,42 g/mol.

A forró kénsavas kezelés során az észterek elhidrolizálnak, és a keletkező hangyasav CO-dá dehidratálódik, míg a primer és szekunder alkoholok a megfelelő alkéné. A brómos reakció tanúsága szerint olefin is keletkezett, a sűrűség-egyenlőség alapján pedig megállapítható, hogy a savas forralás után etént és szén-monoxidot kaptunk. A keletkező gázok aránya: 1/3 rész etén és 2/3 rész szén-monoxid. Ezt az eredményt szolgáltatja mind a brómozási, mind az égetési reakció.

Ebből a következőket tudjuk (**A** és **B** az észterek):

1. eset: $1/3 HCOOC_2H_5$ és $1/3 HCOOR^1$ alkotja az elegyet. Ez nem jó, mert a kiindulási keverékben két egyértékű sav észtere található,

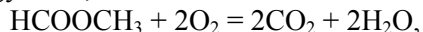
ebben az esetben pedig csak egy sav lenne az elegyben, a hangyasav.

2.eset: $2/3 \text{ HCOOR}^1$ és $1/3 \text{ R}^2\text{COOC}_2\text{H}_5$ elegy. Az egyik komponens moláris tömegének kisebbnek kell lennie az átlagos moláris tömegnél, míg a másiknak nagyobbak. A hangyasavnak metilészterét tartalmazza az elegy (etilészter esetén több etén keletkezne, míg a propilészter már nehezebb lesz az átlagos moláris tömegnél, ami nem lehetséges, mert az etilészter minden esetben nehezebb annál). A metil-formiát moláris tömege 60,06 g/mol.

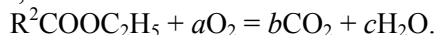
A másik észter tömege számítható az átlagos moláris tömegből: 118,1 g/mol. Az R^2 -csoport moláris tömegére 45,06 g/mol-t kapunk.

Az észter keverék 0,01 molját elpárologtatjuk, sztöchiometrikus mennyiségű oxigénnel keverjük, és elégetjük.

Az elegyben 0,02/3 mol metil-formiát volt:



illetve 0,01/3 mol etilészter:



A metil-formiátból 0,5868 g CO_2 és 0,2401 g H_2O keletkezett és az égetéshez 0,04/3 mol oxigénre volt szükség.

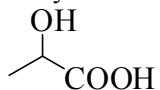
Az etilészter égetése során:

$$1,320 - 0,5868 = 0,7332 \text{ g CO}_2 \text{ keletkezett} \rightarrow b = 5$$

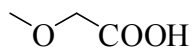
$$0,5406 - 0,2401 = 0,3005 \text{ g H}_2\text{O keletkezett} \rightarrow c = 5.$$

Az égéstermékek mennyisége $4 \cdot 0,02/3 + 10 \cdot 0,01/3 = 0,06$ mol. Tehát a kiindulási gázelegy mennyisége $0,06/1,385 = 0,0433$ mol. Az etilészter elégetéséhez szükséges oxigén mennyisége 0,02 mol volt $\rightarrow a = 6$.

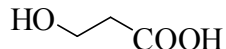
Ezekből (égetés + $M(\text{R}^2)$) következik, hogy az R^2 -csoport összegképlete $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$. Tehát a másik savhoz a következő szerkezeti képletek valamelyike rendelhető.



tejsav



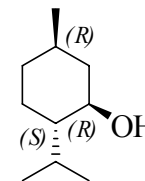
2-metoxiecetsav



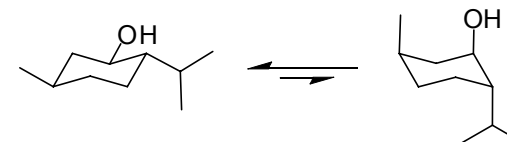
3-hidroxi-propánsav

Az elegy összetétele 33,33 mol% $\text{C}_2\text{H}_5\text{O-COOC}_2\text{H}_5$ és 66,67 mol% metil-formiát.

A (-)-mentol kiralitáscentrumainak abszolút konfigurációja a CIP-konvenció szerint:

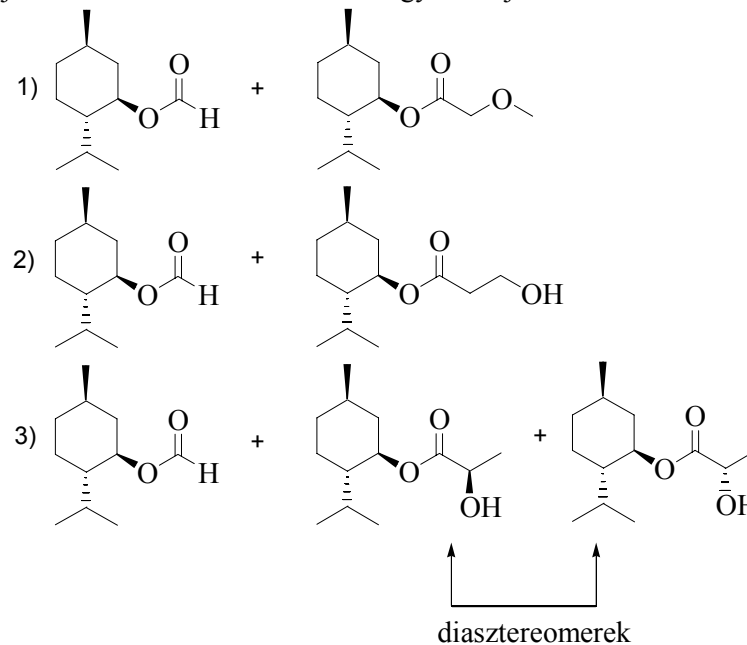


A (-)-mentol szék konformációi:



Ezek közül a bal oldali a stabilabb, ugyanis itt a ligandumok mind ekvatoriálisan helyezkednek el.

Az újraészterezés után a következő elegyekhez jutunk:



A kétkomponensű elegyek összetétele megegyezik az eredeti elegy összetételével, míg a tejsavnál 66,67% formiát és 16,67%–16,67% (*R*)-, (*S*)-laktát alkotja a keveréket.

A feladat (a) részének megoldásáért maximálisan 4 pontot lehetett kapni, ennél a feladatrésznél nem volt elvárt minden izomer megkeresése, már egy helyes megoldásnál is járt a maximális pont.

A feladat (b) része 1 pontot ért. A (c) részben helyes abszolút konfigurációnként 0,5 pont járt, a stabilabb konformer helyes ábrázolása (lásd H54 megoldásánál) 1 pontot ért. Az újraésztézési feladat hibátlan megoldása (itt is elég volt csak a megtalált izomer esetét vizsgálni, de a tejsavnál mindkét diasztereomert figyelembe kellett venni) 0,5 pontot jelentett.

A feladatban a pontátlag 66,7%. Hibátlan megoldást küldött be Kovács Hajnal, Lovas Attila és Visnyai Krisztina.

Varga Szilárd

Feladatok

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2005. február 26-ig postára adva:

KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

H61. Az alábbi 1000 cm^3 térfogatú puffert készítjük el: 1000 cm^3 0,1 mol/dm³ koncentrációjú ecetsav-oldatban oldunk 0,05 mol nátrium-acetátot.

- Mekkora az oldat pH-ja?
- Mennyi desztillált vizet kell a pufferhez adni, hogy pH-ja 5,10 legyen (ennyi a metilvörös átcsapási pH-ja)?

Az oldattérfogatok ez esetben tekinthetők összeadhatónak. $K_s(\text{ecetsav}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$, vízionszorlat: $K_v = 10^{-14}$ (Ne felejtkezzünk meg a desztillált vízben eleve megtalálható ionokról!)

Benkő Zoltán

H62. 1,000 mol N₂ és 3,100 mol H₂ gázt kevertünk össze, majd Fe₂O₃ katalizátor jelenlétében 400°C-ra hevítettük. A reakció végén a reaktorban uralkodó nyomás 0,5000 MPa volt. Az egyensúly beállta után a képződött gázelegy oldható komponenseit 10,00 dm³ vízben nyeletjük el. Az oldat pH-ja 11,28 lesz. A vizes oldaton keresztülbuborékoló gázokat tömény kénsavval szárítjuk, majd 40,0%-os levegőfeleslegben elégetjük. Az égéstermék standard körülmények közé hűtjük, ekkor a kondenzálódott víz tömege 1,883 g, a gázelegy térfogata 7,280 dm³.

- Mennyi az $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ folyamat parciális nyomásokkal (K_p), móltörttekkel (K_x), illetve koncentrációkkal (K_c) kifejezett egyensúlyi állandója a reakció körülményei között?
- Melyik egyensúlyi állandó függ a nyomástól?

Adatok:

$K_b(\text{ammónia}) = 1,83 \cdot 10^{-5}\text{ mol/dm}^3$. A levegő összetétele: 21,0% (V/V) oxigén és 79,0% (V/V) nitrogén.

Tekintsük a gázokat ideálisnak. Az elégetés során feltételezhető, hogy csak a hidrogéngáz reagál.

Varga Szilárd

H63. Egy vegyület hexános oldatának 6,70 grammját egy 5,00 dm³ térfogatú zárt edényben, oxigén atmoszférában elégették. A berendezés lehűlése után egy 20,0 % CO-ot tartalmazó kétkomponensű gázkeverék (300K hőmérsékleten nyomása 234,4 kPa) maradt vissza és 9,54 g víz keletkezését lehetett tapasztalni. A kiindulási oldat 10,15 tömegszázalékos volt.

- Mi volt az elégetett vegyület összegképlete?
- Adja meg az összes nem ciklikus izomer szerkezetét!
- Mekkora volt az oxigén kiindulási nyomása 300 K-en?

belorusz feladat

H64. A Mn₃O₄-et ferritmágneselek gyártása során használja az elektronikai ipar. Egyik előállítási módja, hogy a bányászott mangánit ($\gamma\text{-MnO}(\text{OH})$) ásványt hevítéssel Mn₂O₃-má alakítják, majd azt 750–500 K-en metánnal redukálják.

a) *Mi ennek a két folyamatnak a kémiai egyenlete?*

A termékben a Mn oxidációs állapota változó, +2, +3 és +4 is lehet. A következő módon határozták meg a különböző formák arányát:

I. A finom eloszlású anyagból három, azonos tömegű mintát vettek. Az elsőből a Mn(II)-t szelektív módon kioldották kénsavas ammónium-szulfát oldattal. Szűrés és mosás után a szűrletet ammóniával semlegesítették és pH-ját 10-ra állították ammóniás ammónium-klorid pufferral. Titrálására megfelelő indikátor mellett b_1 ml a_1 M koncentrációjú EDTA oldat fogyott.

II. A második mintát teljesen feloldották kénsavval erősen megsavanyított nátrium-oxalát oldatban (b_2 ml, a_2 M-os) melegítve. A kapott oldatot a_3 M koncentrációjú KMnO_4 oldattal titrálva b_3 ml volt a fogyás.

III. A harmadik mintát a másodikkal egyező módon feloldották. Az oldatot ammóniával semlegesítették és pH-ját 10-ra állították ammóniás ammónium-klorid pufferral. Titrálására megfelelő indikátor mellett b_4 ml a_1 M koncentrációjú EDTA oldat fogyott.

- b) *Írja fel a különböző oxidációs állapotú mangán (oxid formában) oxálsavas oldódásának és a redox titrálásnak az egyenleteit!*
 c) *Hány millimol különféle oxidációs állapotú mangánt tartalmaz egy minta? Fejezze ki a térfogatok és koncentrációk segítségével!*

kínai feladat

H65. A és B két jellegzetes szagú gáz, amelyek szobahőmérsékleten hevesen reagálnak egymással. Ha A mennyisége nem túl nagy, a reakció termékei az inert C gáz, és a szúrós szagú D gáz; ha pedig A feleslegben van, C mellett az E fehér por képződik.

Ha E tömény vizes oldatát, mely D-t is tartalmaz, elektrolizáljuk, a katódon F gáz keletkezik, az anódon pedig B fejlődik, amely az oldatban jelenlevő E anyaggal G keletkezése közben reagál. G sűrű, igen robbanékony folyadék, amely vízzel A és H keletkezése közben reagál. H keletkezik akkor is, ha B vízzel reagál; ez esetben D a másik reakciótermék. F már szobahőmérsékleten heves reakcióba vihető B-vel, és D keletkezik. Ezzel szemben C-vel csak magas hőmérsékleten, katalizátor jelenlétében vihető reakcióba, A képződése mellett.

B-t nátrium-hidroxid-oldatban elnyelve I és J oldata keletkezik; tiszta állapotban I fehér por. J nátrium-hidroxidos oldatát A-val reagáltatva K

anyaghoz jutunk. K képződése két lépésben játszódik le. Az első lépésben az L köztitermék keletkezik, amely a továbbiakban A-val és NaOH-dal reagálva adja a terméket. A folyamat kitermelését K-ra nézve azonban csökkenti, hogy a keletkező K reagál L-lel: e mellékreakcióban E és C képződik.

Főleg L keletkezik, ha A-t gyengén lúgos közegben B-vel reagáltatjuk. Ha az oldat gyengén savas, főként M keletkezik. A, G, L és M molekulájának alakja hasonló. A moláris tömege G-ének 14,11, L-ének 33,01 százaléka.

Azonos tömegű A és K elégetése során A-ból 1,412-szer több víz keletkezik.

- a) *Azonosítsa az A–M anyagokat!*
 b) *Írja fel az alábbi reakciók egyenletét:*
- A és B gázok reakciója
 - F és C gázok reakciója
 - E elektrolízisének elektród-folyamai
 - G reakciója nátrium-hidroxid-oldattal
 - K előállításának lépései
 - K előállítása során lejátszódó mellékreakció
 - M előállítása
 - A és K elégetése!

Komáromy Dávid

HO-24. Egy 0,727 grammos D-ribóz mintát zárt kaloriméterben elégettek feleslegben levő oxigénben. A hőmérséklet $0,910^\circ\text{C}$ -kal emelkedett. Egy másik kísérletben ugyanabban a kaloriméterben 0,825 g benzoésavat elégetve a hőmérséklet-emelkedés $1,940^\circ\text{C}$ volt. A benzoésav állandó nyomáson mért égéshője -3251 kJ/mol.

Mi a D-ribóz állandó térfogaton mért égéshője? Mi a D-ribóz állandó nyomáson mért képződéshője?

Állandó nyomáson mért képződéshők:

$\text{CO}_2(\text{g}): -393,5$ kJ/mol, $\text{H}_2\text{O}(\text{f}): -285,8$ kJ/mol

új-zélandi feladat

HO-25 Ha ezüst-nitrátot fémhiganyal reagáltatunk, a higany Hg_2^{2+} -ionok képződése közben oldódik és látványos ezüstkristályok válnak ki annak ellenére, hogy a két fém standardpotenciálja a legtöbb tankönyv szerint egyenlő: $\varepsilon^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = \varepsilon^\circ(\text{Hg}_2^{2+}/2\text{Hg}) = 0,8$ V.

a) Milyen reakció játszódik le és miért?

10 cm³ 0,1M AgNO₃-oldatba egy csepp fémhiganyt ejtünk. Egy csepp térfogata 0,03 cm³, a fémhigany sűrűsége 13,6 g/cm³.

b) Mi lesz egyensúlyban a fémionok koncentrációja és a fémfázis tömegszázalékos összetétele a fenti adatok alapján?

A Hg₂²⁺/2Hg rendszer standardpotenciáljának pontosabb meghatározása érdekében a vizes és fémfázist elválasztjuk az egyensúly beállta után, majd a higanyt elpárologtatjuk. A visszamaradó fém ezüst tömege 25,42 mg. Az $\varepsilon^0(\text{Ag}^+/\text{Ag})$ pontos értéke 0,799 V.

c) A mérés alapján mi a Hg₂²⁺/2Hg rendszer pontos standardpotenciálja?

d) Mi a Hg₂²⁺ ⇌ Hg + Hg²⁺ folyamat egyensúlyi állandója?
(Érdemes az ezüst oldódása helyett a Hg²⁺/Hg rendszerrel, aminek standardpotenciálja 0,85 V, felvehető egyensúlyt megfontolni.)

e) Mi a 2Hg²⁺/Hg₂²⁺ rendszer standardpotenciálja?

A_r(Ag) = 107,9; A_r(Hg) = 200,6; F = 96500 C/mol; T = 298 K

Komáromy Dávid