

GONDOLKODÓ



Feladatok kezdőknek

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

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat 2013. március 18-ig postára adva a következő címre várjuk:

KÖKÉL Feladatok kezdőknek

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

K186. Egy gyufaszál meggyújtása után, nagyító segítségével kövesd nyomon figyelmesen (akár többször is) a láng terjedését a pálcikán. Mit észlelsz? Hosszú ideig követve hányféleképpen ég a gyufaszál? Hogyan képződik és mi a láng? Miért nem egyszerre ég el a gyufaszál, és hogyan terjed a láng? Milyen egymásra épülő (elemi) eseményekre bontható ezek alapján a gyufaszál égése?

(Róka András)

K187. Egy szén-monoxid – szén-dioxid – oxigén gázelegyben a szén-monoxid és oxigén anyagmennyiség-aránya 8:1. Ha a gázelegyben az égés teljes mértékben végbemegy, akkor a keletkező gázelegyben a szén-dioxid térfogatszázaléka megegyezik a szén-monoxid kiindulási gázelegyben mért térfogatszázalékával.

Milyen összetételű volt a keverék a reakció beindítása előtt?

(Borbás Réka)

K188. Egy szilárd keverék kétféle sóból áll: bárium-karbonátból és kristályvizes bázisos magnézium-karbonátból (amely a karbonátionok mellett hidroxidionokat is tartalmaz). A magnéziumsóban a karbonát- és a hidroxidionok anyagmennyiség-aránya 1:2. Az összetételének meghatározásához a keverék 5,00-5,00 g tömegű mintáival a következő vizsgálatokat hajtjuk végre. Fölös mennyiségű kénsavban oldjuk, ameddig még pezsgést figyelhetünk meg, majd a szilárd anyagot leszűrjük. A szűrőn maradt szilárd anyagot vízzel többször átmoszuk, hogy a vízzeloldható komponenseket eltávolítsuk. A szűrőpapíron maradt, vízben oldhatatlan anyag tömege 2,13 g. A második 5,00 grammos mintát 600°C-on hevítjük (ezen a hőmérsékleten a nagyobb rendszámú fém karbonátja nem bomlik el). A szilárd anyag tömege 3,11 grammra csökken.

a) *Mi a bázisos magnézium-karbonát összetétele?*

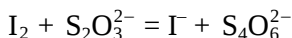
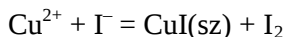
b) *Mi a két karbonát tömegaránya a mintában?*

(Borbás Réka)

K189. Egy sárgaréz ötvözet rezet és cinket tartalmaz. Az ötvözet 3,00 grammját feloldottuk tömény kénsavban, majd a teljesen feloldódott fémek oldatát 1,00 dm³-re hígítottuk. A törzsoldat 10,00 cm³-ét jodometriásan megtitráltuk: 2 g kálium-jodidot adtunk hozzá, majd a kivált jódot 0,0100 mol/dm³-es Na₂S₂O₃-mérőoldattal titráltuk keményítő indikátor mellett. A mérőoldat fogyása 28,3 cm³ volt.

Mi az ötvözet összetétele?

A rendezendő egyenletek:



(Borbás Réka)

K190. Több fém-karbonátnak is van bázisos szilárd formája, igen változatos összetétellel. Hevítésre különbözőképpen viselkedhetnek, hőbomlásuk során a víz és a szén-dioxid egy vagy több lépésben is távozhat, miközben fém-oxidok keletkeznek.

A malachit és az azurit is bázisos réz-karbonát, az első ásvány zöld, a második kék. A malachitban a karbonát- és hidroxidionok anyag-

menyiség-aránya 1:1, az azuritban 2:1, és hevítésükkor fekete réz-oxidra bomlanak.

a) *Írd fel a malachit és az azurit hőbomlásának bruttó egyenletét!*

Az ólomfehér, amelyet festékanyagként is használtak, $\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ összetételű. Oxigénmentes térben történő hevítése során, a hőmérséklet folyamatos emelése közben több lépésben alakul át PbO -dá. A hőmérséklet emelése közben az egyik köztitermék a kezdeti minta tömegénél 2,32%-kal kisebb tömegű, további energia bevitelével további 5,68%-kal csökken a tömeg. A tömegállandóságot a kiindulási tömeg 86,32%-ánál éri el az ólomvegyület.

b) *Írd fel a lejátszódó reakciók egyenletét!*

Ha a hevítést oxigént is tartalmazó közegben tovább folytatjuk, a termék ólomtartalma 90,66 tömegszázalék lesz.

c) *Mi lesz a termék összetétele? Írd fel a hevítés során bekövetkező változás egyenletét!*

10,0 g bázisos cink-karbonátot egy 1,00 dm³-es, 25 °C-os, 101 kPa nyomású szén-dioxidot tartalmazó zárt tartályba helyezünk, majd 400 °C-ra melegítjük. Ezáltal a nyomás a 7,30-szorosára nőtt. A maradék szilárd anyag a hőmérséklet emelésével sem bomlik tovább.

d) *Mi a bázisos só képlete?*

(Borbás Réka)

Megoldások

K176. a) Írjuk fel az egyes műtrágyák tömegszázalékos összetételét a vizsgált elemekre vonatkozóan:

	$M / \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$	$m/m\%$		
		N	P	K
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	115,03	12,18	26,93	0
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	132,06	21,21	23,45	0
KNO_3	101,10	13,85	0	38,67

A megadott információk alapján az 1 m²-re vonatkoztatott adatokkal töltjük ki az alábbi táblázatot! A K-tartalom csak a KNO_3 -ból származik, így ennek az oszlopnak (majd sornak) a kitöltésével érdemes kezdeni a megoldást. A foszfor oszlopában bevezethetünk egy ismeretlent (x) és kihasználhatjuk az össztömegre (5 g) vonatkozó feltételt.

	m / g		
	N	P	K
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	12,18/26,93 x	x	0
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	21,21/[23,45(5- x)]	5- x	0
KNO_3	1,43	0	4,00
Összesen	5,00	5,00	4,00

Az összes nitrogéntartalomra felírható a következő egyenlet:

$$5,00 = 12,18/26,93x + 21,21/[23,45(5-x)] + 1,43;$$

melynek megoldását az alábbi táblázat összegzi. Kiemelve az egyes sók tömegszázalékos aránya látható.

	$m_{\text{tot}} / \text{g}$	$m/m\%$	m / g		
			N	P	K
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	7,84	25,72	0,96	2,11	0
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	12,31	40,37	2,61	2,89	0
KNO_3	10,34	33,91	1,43	0	4,00
Összesen	30,50	100,00	5,00	5,00	4,00

b) Vizsgáljuk meg az egyes sók összetételét! Minden esetben a fajlagosan több makroelemet tartalmazó sót kell kiválasztanunk a tömeg minimalizálásához.

	$M / \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$	$m/m\%$		
		N	P	K
KCl	74,55	0	0	52,44
NaNO ₃	84,99	16,48	0	0
NH ₄ NO ₃	80,04	35,00	0	0
CaHPO ₄ ·2H ₂ O	172,09	0	18,00	0
CaHPO ₄ ·H ₂ O	154,07	0	20,10	0

A további számításhoz fel kell használnunk azt, hogy $30 \text{ ha} = 3 \cdot 10^5 \text{ m}^2$.

	m / t	m / t		
		N	P	K
KCl	2,29	0	0	1,20
NH ₄ NO ₃	4,29	1,50	0	0
CaHPO ₄ ·H ₂ O	7,46	0	1,50	0
Összesen (tonna / 30 ha)	14,04	1,5	1,5	1,2

A feladatra összesen 19 megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 7,3 pont.

(Mizsei Réka)

K177. a) A rendszer össztömege 20,00 g lesz. Jelölje x az oldódási egyensúly beállása után jelen lévő szilárd fázis tömegét. A feladatban megadott feltétel alapján:

$$\frac{x}{20,00 - x} = 0,8316$$

A szilárd fázis tömege: $x = 9,0806 \text{ g}$. Mivel a kristályvizét részben elvesztett só teljes mértékben hidratálódik, a szilárd fázis teljes mértékben CuSO₄·5H₂O formájában lesz jelen. A kristályvizes réz-szulfát teljes tömegének $(159,5/249,5) \cdot 100 = 63,93\%$ -át teszi ki a kristályvízmentes só.

A szilárd fázisban lévő kristályvízmentes réz-szulfát tömege $9,0806 \cdot 0,6393 = 5,8050$ g.

A telített oldat 15,25%-os. Mivel a folyadékfázis tömege $20,00$ g – $9,0806$ g = $10,9194$ g, ezért az abban oldott kristályvízmentes réz-szulfát tömege $1,6652$ g.

A rendszerbe bevitt összes kristályvízmentes só tömege: $7,4702$ g, ami $0,0468$ mol-nak felel meg. A kristályvíz tömege így $2,5298$ g, ami $0,1405$ mol. (5 pont)

A két anyagmennyiség aránya: 1:3, az általunk használt só összegképlete tehát $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

b) Jelölje y a hozzáadott víz tömegét. A rendszer össztömege ($10,00$ g + y). Mind a szilárd, mind a folyadékfázis tömege ($5,00$ g + $0,5y$). Mivel a telített oldat 15,25%-os, az oldott kristályvízmentes só tömege

$$(5 \text{ g} + 0,5y) \cdot 0,1525 = (0,7625 \text{ g} + 0,07625y)$$

A szilárd fázisban így $7,4703$ g – ($0,7625$ g + $0,07625y$) tömegű vízmentes só maradt, ami a fázis 63,93%-át alkotja.

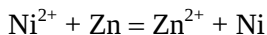
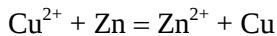
$$\frac{7,4703 - 0,7625 - 0,07625y}{5,00 + 0,5y} = 0,6393$$

A hozzáadott víz tömege: $y = 8,87$ g. (5 pont)

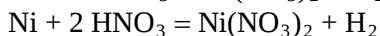
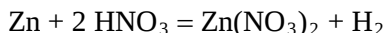
A fenti megoldás Szemes András és Baglyas Márton dolgozata alapján készült. A feladat nem bizonyult nehéznek, az elszámolásokon kívül a túl nagy kerekítések jelentettek problémát.

(Najbauer Eszter Éva)

K178. a) A cinklemez felületén kiválik a két fém, a végbemenő reakciók:



Majd a salétromsavas oldás során, mivel híg oldatról van szó, csak hidrogén fejlődik, kizárólag a felesleges cink és a kivált nikkelt oldódik. Az oldódások reakcióegyenletei.



Legyen a reakció során kivált réz anyagmennyisége x , a kivált nikkel anyagmennyisége y . A fémlemez tömege a reakció hatására a következőképpen alakul:

$$m = 1 - 65,4x - 65,4y + 63,5x + 58,7y = 1 - 1,9x - 6,7y$$

A reakcióegyenletek alapján felírható a következő egyenletrendszer:

$$1,9x + 6,7y = 0,006$$

$$0,0153 - x = 101 \cdot 0,3534 / (8,314 \cdot 298)$$

Mely alapján $x = 8,934 \cdot 10^{-4}$ mol Cu és $y = 6,422 \cdot 10^{-4}$ mol Ni. Tehát a két fém anyagmennyiség-aránya 1,39:1

b) $m(\text{Cu}) = 0,0572$ g, $m(\text{Ni}) = 0,0376$ g, $m(\text{Zn}) = 0,8992$ g.

Tehát a tömegszázalékos összetétel:

$w(\text{Cu}) = 5,754\%$; $w(\text{Ni}) = 3,783\%$; $w(\text{Zn}) = 90,46\%$

A feladat nem bizonyult nehéznek, a beküldők többsége a fentihez hasonló úton indult el. A legtöbb hiba az elszámolásokból adódott.

(Érsek Gábor)

K179. a) A kísérletekhez felhasznált oldatokban 0,01 M koncentrációban volt megtalálható az adott fém, így az $\text{A}(\text{OH})_x$ és $\text{B}(\text{OH})_y$ moláris tömege 241,2 és 260,0 g/mol. Ez és az $\text{A}_2(\text{CrO}_4)_x$ és B_2S_y moláris tömegei alapján A esetén egy két vegyértékű fémről, az ólomról, míg B esetén három vegyértékű fémről, a bizmutról van szó. Ezt a kapott csapadékok színe is alátámasztja. A két ismeretlen oldat tehát $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ -t és a $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ -t tartalmaz.

b) Ammóniaoldat hatására fehér $\text{Pb}(\text{OH})_2$ és $\text{Bi}(\text{OH})_3$, K_2CrO_4 -oldat hatására sárga PbCrO_4 és $\text{Bi}_2(\text{CrO}_4)_3$, míg $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ hatására fekete PbS és Bi_2S_3 csapadék válik le az oldatból.

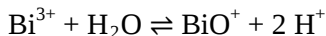
c) Az első oldat esetén kis mennyiségű KI-oldat hozzáadásának hatására sárga színű PbI_2 csapadék válik le, ami az oldat feleslegében nem oldódik. (Az oldat tisztáját leöntve, szilárd KI hozzáadására a csapadék feloldódik.)

A második oldat esetben kis mennyiségű KI-oldat hozzáadásának hatására fekete BiI_3 csapadék válik le, ami a reagens feleslegében barnásnarancs színnel oldódik, $[\text{BiI}_4]^-$ komplex keletkezik.

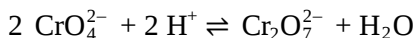
d) A bizmut- és kromationokat tartalmazó oldatban a fémek többféle formában lehetnek jelen. A legkézenfekvőbb azt mondani, hogy 5 mmol

$\text{Bi}_2(\text{CrO}_4)_3$ válik le, aminek a tömege 3,84 g. A csapadék összetétele ennél valószínűleg összetettebb.

A bizmutionok például savasan hidrolizálnak, az itt jelölt bizmutilion csak egy lehetséges forma:



Savas közegben végbemegy a következő egyensúly is:



A feladatra 17 megoldás érkezett, ezek közül sok hibátlan volt.

(Sarka János)

K180. a) Az O_2 gáz anyagmennyisége számolható a $pV = nRT$ összefüggésből: $n(\text{O}_2) = 0,2038 \text{ mol}$. $n(\text{H}_2\text{S}) = 0,0294 \text{ mol}$.

A lejátszódó reakció egyenlete: $\text{H}_2\text{S} + 1,5 \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$

A keletkezett gázelegyenletben összesen 0,2185 mol gáz található: 0,0294 mol H_2O , 0,0294 mol SO_2 és $0,2038 - 1,5 \cdot 0,0294 = 0,1597 \text{ mol O}_2$.

A térfogatszázalékos összetétel:

$$(0,0294/0,2185) \cdot 100 = 13,46 \text{ V/V \% H}_2\text{O és SO}_2$$

$$(0,1597/0,2185) \cdot 100 = 73,08 \text{ V/V \% O}_2$$

$$\text{b) } \Delta_r H = \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) + \Delta_k H(\text{SO}_2, \text{g}) - \Delta_k H(\text{H}_2\text{S}, \text{g}) =$$

$$= -297 \text{ kJ/mol} + (-242 \text{ kJ/mol}) - (-20,1 \text{ kJ/mol}) = -518,9 \text{ kJ/mol}$$

$$Q = -518,9 \cdot 0,0294 = -15,26 \text{ kJ.}$$

Tehát 15,26 kJ hő szabadul fel, aminek csak a 80%-a fordítódik a gázok melegítésére, vagyis $15,26 \cdot 0,8 = 12,2 \text{ kJ}$ hő melegíti a gázokat.

A gázok tömege:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 5,29 \cdot 10^{-4} \text{ kg; } m(\text{SO}_2) = 1,88 \cdot 10^{-3} \text{ kg; } m(\text{O}_2) = 5,11 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

A $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ összefüggést használva:

$$12200 \text{ J} = \Delta T \cdot \left(0,524 \text{ g} \cdot 1,386 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}} + 1,88 \text{ g} \cdot 0,477 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}} + 5,11 \text{ g} \cdot 0,653 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}} \right)$$

$$\text{Ebből } \Delta T = 2460 \text{ K.}$$

$$\text{Az égéstermék hőmérséklete tehát } 25 + 2460 = 2485 \text{ } ^\circ\text{C.}$$

(Érdemes megjegyezni, hogy mind a fajhők, mind a képződéshők hőmérsékletfüggők, és ennek elhanyagolása ilyen nagy hőmérséklet-

tartományon jelentős hibát okoz. Ezért a fenti számolás csak durva közelítés.)

c) A $pV = nRT$ összefüggésből (ahol $n = 0,2185$ mol, $T = 2760$ K, $V = 5$ dm³): $p = 1,00$ MPa

d) Ha a hőmérséklet csökken, a nyomás is csökken, továbbá a vízgőz lecsapódik és beleoldódik a SO₂.

A feladat megoldásánál gyakori hiba volt, hogy nem vették figyelembe a fajhő mértékegységét. Hibátlan megoldást küldött be: Baglyas Márton, Márton Boldizsár és Volford András.

(Rutkai Zsófia Réka)

Feladatok haladóknak

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

*A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a következő címen
várjuk 2013. március 18-ig postára adva:*

KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Kémiai Intézet

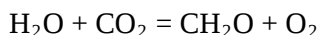
Budapest 112

Pf. 32

1518

A tanév utolsó fordulójának feladatait szokás szerint az idén Moszkvában rendezendő diákolimpia gyakorló feladatai közül válogattuk.

H186. A fotoszintézist általában a napenergia hatékony hasznosítási formájának tartják. Ezt fogjuk több szempontból megvizsgálni a következő leegyszerűsített egyenletet használva.



Ugyan nem a glükóz az elsődleges terméke a zöld növények fotoszintetikus folyamatainak, de a különböző szénhidrátokat jelképező CH_2O egységet tekintsük most a glükóz (égéshője -2805 kJ/mol) egyhatod részének.

A napfény fotonjainak átlagos hullámhossza 680 nm .

a) *Legalább hány fotonra van szükség egy oxigénmolekula szintéziséhez, ha a fotoszintetikus reakció energiaforrásának csak a hasznosított fényt tekintjük?*

A valóságban minimum tíz foton kell egy oxigénmolekula felszabadulásához.

b) *A megkötött napenergia hány százalékát tárolja el a fotoszintézis?*

Nyáron, Moszkvában az elnyelt napsugárzás teljes napra vetített intenzitása 150 W/m^2 . A növények a napsugárzás teljes energiájának kb. 10 százalékát tudják hasznosítani.

c) *Becsüld meg a termelődő biomassa (kg-ban) és oxigén (m^3 -ben, standard légköri nyomáson és hőmérsékleten) mennyiségét*

- i) Moszkva városának 2500 km²-es területén (zöld terület ebből 18%) a diákolimpia 10 napja alatt!
- ii) Az egyetem 1,7 km²-es területén (zöld terület 54%) az elméleti vizsga 5 órája alatt!
- d) Az elnyelt napenergia hány százaléka alakul kémiai energiává a város, illetve az egyetem területén?

(orosz feladat)

H187. A fluoridionok az alumíniumionokkal stabil komplexet adnak, aminek vizes oldata semleges kémhatású. A reakciót a fluoridionok titrálására, vagy közvetett módon más anyagok titrálására is lehet használni.



Az első kísérletben egy fluoridtartalmú mintát metilvörös indikátor mellett semlegesítettek. Melegen, konyhasóval való telítés után 0,15 mol/dm³ koncentrációjú AlCl₃-oldattal addig titrálták, míg az indikátor sárga színe rózsaszínre nem váltott.

a) Milyen folyamat játszódott le a végpontban?

A második kísérletben kalciumtartalmat határoztak meg az alábbi módon. A mintához NaCl feleslegét és 0,500 g NaF-et adtak, majd a kapott oldatot metilvörös jelenlétében 0,1000 mol/dm³ AlCl₃-oldattal titrálták. A végpont eléréséhez 10,15 cm³ oldat fogyott.

b) Milyen lépés (a pontos méréshez elengedhetetlen) hiányzott a leírásból? Írd le a lejátszódó reakciók egyenleteit! Hány g kalcium volt a mintában?

Hasonló elven kovasavat is lehet mérni. Semlegesített, kolloid kovasav-oldathoz először 0,5 g KF-ot, majd feleslegben HCl-t (10,00 cm³ 0,0994 mol/dm³ oldatot) adtak. A kapott elegyet eztán ismert koncentrációjú lúggal titrálták fenolvörös indikátor mellett. A fogyás 5,50 cm³ 0,0100 mol/dm³ NaOH volt.

c) Milyen reakciókon alapul ez a mérés? A kovasavat jelölje Si(OH)₄. Milyen indikátor mellett érdemes az előzetes semlegesítést végezni (pK_s-ek: metilvörös: 5,1; fenolvörös: 8,0; timolftalein: 9,9)? Hány g kovasav volt a mintában?

(orosz feladat)

H188. Az A_2 és a B_2 gázhalmazállapotú anyagokat 2:1 mólarányban, zárt edényben T hőmérsékleten elegyítették. Mire az $A_2(g) + B_2(g) \rightleftharpoons 2 AB(g)$ reakció egyensúlya beállt, az elegyben a heteronukleáris és homonukleáris molekulák száma megegyezett.

- Mi volt a folyamat K egyensúlyi állandója?*
- Mi lesz a homonukleáris és heteronukleáris molekulák számának aránya egyensúlyban, ha a két anyagot 1:1 arányban keverik össze ugyanezen a hőmérsékleten?*

Az eredeti (2:1) keveréket felmelegítették, mégpedig úgy, hogy az egyensúlyi állandó értéke feleakkorára csökkenjen.

- Hány százalékkal kell többet adni az elegyhez a B_2 anyagból, hogy az egyensúlyi elegyben megegyezzen az A_2 és AB molekulák mennyisége az eredeti hőmérsékleten mérhetővel?*

Tekintsük a reakció termelési százalékát (az egyensúlyban kapott és az bemért anyagokból elvileg kapható AB termék mennyiségének arányát) a bemért anyagok kezdeti x mólaránya ($A_2 : B_2 = x : 1$) függvényében. A következő kérdéseket próbáljuk meg számítások nélkül, kvalitatív módon megválaszolni!

- Hogy viselkedik a kitermelés, ha az x arány a végtelenhez vagy nullához tart? A mólarány milyen értékeinél lesz a kitermelésnek még szélsőértéke? Vázold fel a kitermelés – mólarány grafikon formáját!*
- Milyen x mólaránynál lehet adott anyagmennyiségű kiindulási anyagból (a kettőt együtt tekintve) a legtöbb terméket kapni? Mekkora ilyenkor a kitermelés?*

(orosz feladat)

H189. Az 1-(3,4,5-trimetilfenil)-bután-2,3-diol oxidációját nátrium-perjodát feleslegével végrehajtva 3,4,5-trimetilfenil-acetaldehidet és acetaldehidet kapunk. Más vicinális (α helyzetű, azaz egymással szomszédos szénen elhelyezkedő) diolok és dionok is hasonló módon reagálnak ebben az ún. Malaprade-reakcióban, viszont a karbonsavak, észterek és aldehidek nem oxidálódnak ilyen körülmények között.

- Milyen termékek keletkeznek, ha glicerín és bután-1,2-diol keverékét oxidáljuk perjodáttal?*

1,64 g ilyen keveréket oxidálunk perjodát feleslegével, majd a kapott aldehidcsoportokat savas közegben permanganáttal titráljuk. A fogyás 0,028 mol KMnO_4 -nek felelt meg.

b) *Írd fel a termékek és a savas permanganát reakcióinak egyenleteit! Mi volt az elegy móluszázalékos összetétele?*

A **B** szerves vegyület aminocsoportot tartalmaz, de sem éter, sem észtercsoport nincs benne. Egy 105,0 mg-os mintáját megsavanyított vizes oldatban KIO_4 feleslegével oxidálták. A termékelegyben 1,0 mmol karboxilcsoport és ugyanennyi ammóniumion volt kimutatható. A termékek savas, permanganátos titrálásában 1,2 mmol permanganát fogyott.

c) *Keresd meg B lehetséges szerkezeteit! Írd fel az egyik példáját használva a perjodátos oxidáció termékeit!*

(orosz feladat)

H190. Egy vegyületet az alábbi módon állítottak elő. Kristályvizes réz-szulfátot (kb. 10 g) oldottak 4 ml tömény sósavval megsavanyított 80 ml desztillált vízben. Az oldatot finom eloszlású, analitikailag tiszta ónnal (10 g) addig forralták, míg az oldat színtelen lett, és a levált rezet szürkés ónbevonat borította. A leszűrt oldathoz a keletkező csapadék teljes leválásához szükséges mennyiségben ammónia vizes oldatát adták. A csapadékot szűrték és vízzel az ammónia szagának teljes eltűnéséig mosták. A csapadékot kis részletekben, keverés közben telítésig salétromsav-oldathoz adagolták. A kapott szuszpenziót két percig forralták, meleg hőszigetelt edénybe szűrték, és lassan kristályosodni hagyták.

Az eljárás végén az **X** vegyület 1,05 g-ját kapták. Hevítésre **X** könnyen elbomlott, miközben tömege 17,49%-kal csökkent. A visszamaradó szilárd maradék összetétele az ón egyik gyakori ásványának felelt meg. Az illékony termékeket 1,00 g vízmentes réz-szulfát felett elvezetve, annak tömege 6,9 százalékkal növekedett.

a) *Mi volt X összetétele?*

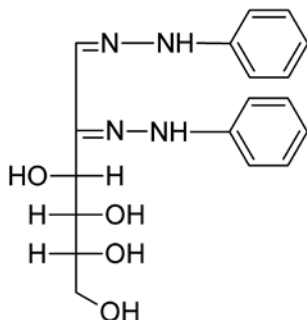
b) *Az előállítás leírásából egy fontos részlet kimaradt. Mi lehetett ez?*

c) *Mi lehet X összetett kationjának szerkezete, ha tudjuk, hogy benne az összes fématom ekvivalens?*

d) *Milyen ionok keletkeznek, amikor X oldatát megsavanyítják, illetve amikor meglúgosítják?*

(orosz feladat)

HO-94. A különböző cukrok és reakcióik vizsgálata nem könnyű, mert sokszor nehezen kristályosodnak, szirupjellegű termékeket adnak. Összetett sztereokémiájuk is nehezíti a vizsgálatokat. A XIX. század nyolcvanas éveiben fedezte fel Emil Fischer, hogy bizonyos monoszacharidokat fenil-hidrazin feleslegével melegítve jól kristályosodó és színes termékeket kap. Ezeket oszazonoknak nevezte el, és a különböző szerkezetű oszazonokat viszonylag könnyen el tudta különíteni. A D-glükóz oszazonja:



- Írd fel a molekula képződésének rendezett egyenletét! Milyen más termékek keletkeznek a reakcióban?
- Mi keletkezik, ha a glükózt ekvimoláris mennyiségű fenil-hidrazinnal enyhe körülmények között reagáltatjuk?
- Rajzold fel a D-mannóz és D-fruktóz oszazonjának szerkezetét a sztereokémiát is feltüntetve!
- Mely pár esetén lehetett a cukrok oszazonjait megkülönböztetni? D-glükóz/L-glükóz, D-allóz/D-talóz, D-galaktóz/D-talóz, D-ribóz/D-allóz.

(orosz feladat)

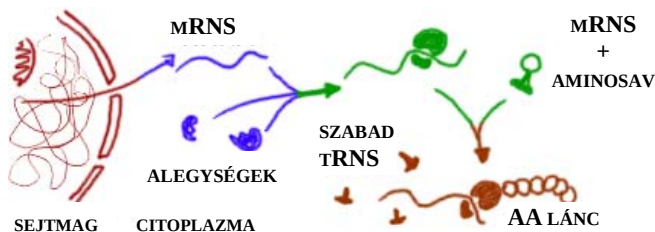
HO-95. A P anyagot az X és Y reakciójában állítják elő egy zárt, áramlósos reaktorban. A reaktorba két szabályozható bemeneten a reagensek oldata áramlik be, egy kimeneten pedig távozik a kapott elegy. Az intenzív keverésnek köszönhetően a reaktoron belül gyakorlatilag mindenhol megegyezik az összes koncentráció. Néhány, $1,600 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú X- és $2,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú Y-oldattal végzett kísérlet adatait tartalmazza az alábbi táblázat.

Beömlő reagensoldat árama, dm^3/s		Távozó oldat koncentrációi, mol/dm^3		
X	Y	X	Y	P
10,0	10,0	0,299	0,0482	0,501
20,0	10,0	0,732	0,0309	0,335
10,0	20,0	0,00887	0,3510	0,524
20,0	20,0	0,308	0,0666	0,492

Derítsd ki az adatok alapján a rendszerről, amit lehet (pl. a reakció egyenlete, rendűsége, sebességi állandója, a reaktor térfogata lehet ilyen adat)!

(orosz feladat)

HO-96. A fehérjék bioszintézise, az ún. transláció a sejtekben a riboszómákban zajlik. Ezeket a szupramolekuláris szerkezeteket riboszomális RNS és fehérjék alkotják. A transláció első lépése a riboszómák két alegységének és a hírvívő (messenger) RNS-nek (mRNS) összekapcsolódása, ahogy az ábra mutatja. Minden aminosavat kodonok, az mRNS nukleotidhármasai kódolnak. A genetikai kód táblázata sok helyen (pl. <http://hu.wikipedia.org/wiki/Aminosav-kódszótár>) elérhető.



- a) *Hány kodon lehetséges, ha csak a négy fő ribonukleotidot vesszük számításba? Minden kodon kódol egy aminosavat? Meg lehet-e mondani egy ismert aminosav-szekvenciájú fehérje mRNS szekvenciáját?*

Az aminosavakat a működő riboszómákhoz kis, specifikus RNS molekulák (transzfer RNS, tRNS) juttatják el. Minden tRNS egyetlen kodonnak felel meg.

- b) *Hány különböző tRNS szállíthat leucint, illetve metionint?*
- c) *A genetikai kód segítségével írd fel az így kódolt peptidek aminosav-szekvenciáját!*
- i) *A kódoló mRNS:
5'AUGGAUCACGCCAUCAAUGUUGUCGGUUGGAGUGU
GGAUACGUUGGAUGAUGGAACUGAAGCU3'*
 - ii) *A fenti mRNS-ben az első és utolsó C helyett U szerepel.*
 - iii) *A fenti mRNS-ben az első G helyett C szerepel.*
 - iv) *Az utolsó előtti G helyett U szerepel.*
- d) *Írd fel a Met-Asp-Val-Asn-His-Pro-Glu-Tyr-Gly-Lys peptidet kódoló mRNS-szekvenciát! Használd a négy nukleotid AUGC kódját! Ha egy pozícióban két nukleotid lehetséges, jelöld mindkettőt (pl. A/C), ha bármelyik lehet ott, írd N-et!*

Egy *E. coli* fehérje kb. 51 kDa moláris tömegű. Tekintsünk az aminosavak átlagos moláris tömegét 110 g/mol-nak, egy ribonukleotid egység hosszát pedig 0,34 nm-nek!

- e) *Becsüld meg a fehérjét kódoló mRNS hosszát! Mennyi ideig tart a szintézise, ha a riboszóma másodpercenként 20 ribonukleotidot olvas le?*

Egy kutatócsoport sejtmentes rendszerben is képes volt beindítani a fehérjeszintézist. A szükséges komponenseket (riboszómák, tRNS, ATP, GTP, sók, aminosavak, további enzimek) összekeverve kapott rendszerhez hívívó RNS helyett egy olyan szintetikus poliribonukleotidot adtak, amiben véletlenszerű eloszlásban A és C szerepelt 1:5 arányban.

- f) *Milyen aminosavak és milyen arányban vannak jelen a kapott fehérjében?*

Egy fehérjekémikus egy új, Glu helyett His aminosavat tartalmazó mutáns fehérje felfedezéséről számolt be genetikus kollégáinak, akik nagyon szkeptikusak voltak az ügyben.

- g) *Miért?*

(orosz feladat)

Megoldások

H173. a) A megoldáshoz természetesen több úton is el lehet jutni; ezek közül egyet mutatunk meg itt részletesen.

100 g vegyületben $m(\text{O}) = 31,64$ g, ezért $m(\text{Me}) = 68,36$ g.

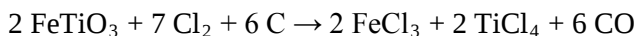
$M(\text{O}) = 16,00$ g/mol, így $n(\text{O}) = m/M = 1,9775$ mol. Ehhez az anyagmennyiséghez viszonyítva kell a fémekre olyan anyagmennyiség-értéket találni, amely kémiailag is értelmes. Tudjuk, hogy a fémek molaránya 1:1, így pl. $n(\text{Me}_1) = n(\text{Me}_2) = x$ mol.

Mivel ismeretes, hogy a fémek rendszámának különbsége 4, ezért csak a negyedik vagy annál nagyobb számú periódusbeli fémek jöhetnek szóba. A negyedik periódus legelső lehetőségére, vagyis a K–V párosra írjuk fel a következő egyenletet: $39,10x + 50,94x = 68,36$. Ebből $x = 0,7592$ mol, amely érték az oxigén anyagmennyiségéhez viszonyítva: $1,9775:0,7592 = 2,6047:1$. Ez biztosan nem jó megoldás. Most tekintsük a periódus utolsó szóba jöhető fém párosát, vagyis a Co–Ga esetét: $58,93x + 69,72x = 68,36$, ebből $x = 0,5314$ mol, az oxigén és a fémek aránya pedig $3,7216:1$. Feltűnő, hogy a két vizsgált érték között van a 3:1 arány. A periódus fémekre folytatva a vizsgálódást, a Ti és az Fe esetén:

$47,87x + 55,85x = 68,36$, ebből $x = 0,6591$ mol, az arány pedig: $3,000:1$.

Ez arra enged következtetni, hogy a kérdéses vegyület az FeTiO_3 összegképlettel bír, s valóban létezik ilyen ásvány, tehát a megoldásunk helyes. A vegyület ásványtani neve: *ilmenit*. (3,5 + 0,5 pont)

b) A sötétsárga, illetve a színtelen fém-halogenid ismeretében gyakorlatilag csak rendezni kellett az egyenletet. (1 pont)



c) A titán-tetraklorid figyelemre méltó halmazállapotát tekintve, hiszen szobahőmérsékleten *folyadék*. Ennek az a magyarázata, hogy apoláris molekulákból álló *molekularács*át gyenge, diszperziós kölcsönhatás tartja össze. (0,5 + 1 pont)

A titán-tetrafluorid kiugróan magas olvadáspontjának az az oka, hogy oktaéderes elrendeződésű $\{\text{TiF}_6\}$ részletekből felépülő *polimert* képez szobahőmérsékleten – ezért szilárd halmazállapotú. (1,5 pont)

d) A *titán* előállításáról van szó, és ez a *Kroll-módszer*. Többféleképp lehet a fémeket kinyerni a halogenidból, ez általában magnéziumos redukcióval történik: $\text{TiCl}_4 + 2 \text{Mg} \rightarrow \text{Ti} + 2 \text{MgCl}_2$ (0,5 + 0,5 + 1 pont)

A feladatra 23-an küldtek be megoldást. A pontátlag 8,3 volt. Hibátlan volt Borsik Gábor, Palya Dóra, Pirityi Dávid, Sályi Gergő és Székely Eszter dolgozata. Bármilyen meglepő, többen is az egyenletrendezéseknél vesztek pontot, egyértelműen figyelmetlenség miatt. A TiF_4 magas olvadáspontját többen is azzal próbálták magyarázni, hogy ez egy sokkal ionosabb vegyület az EN-értékek tükrében. Mivel logikailag nem teljesen rossz meggondolás, részpontot kaptak ezért a megállapításért, de a fluoridot egyértelműen a polimer szerkezete teszi ilyen értelemben különlegessé.

(Varga Bence)

H176. A) Mindegyik gáz egy mólja 24,022 g szenet tartalmaz.

$M_{\text{etin}} = 26,037 \text{ g/mol}$, széntartalom 92,3 m/m%;

$M_{\text{etén}} = 28,053 \text{ g/mol}$, széntartalom 85,6 m/m%;

$M_{\text{etán}} = 30,069 \text{ g/mol}$, széntartalom 79,9 m/m%.

A 90 m/m%-os széntartalom miatt etin biztosan található a gázelegyben. Maximális etintartalom akkor érhető el, ha az eténtartalom minimális, azaz 0 n/n%. Jelöljük x -szel az etin mólarányát egy ilyen keverékben, ekkor $1-x$ az etántartalom. 1 mólnyi ilyen keverékre a 90 m/m%-os összetétel alapján felírható:

$$24,022 = 0,9[26,037x + 30,069(1-x)]$$

Ebből $x = 0,838$, azaz 83,8 n/n% a maximális etintartalom, és ekkor 16,2 n/n% az etántartalom, ami az etán maximális lehetséges mennyisége is egyben.

Minimális etintartalom akkor érhető el, ha az eténtartalom a lehetséges maximális, azaz az etán mennyisége a minimális, 0 n/n%. Jelöljük x -szel az etin mólarányát egy ilyen keverékben, ekkor $1-x$ az eténtartalom. 1 mólnyi ilyen keverékre a 90 m/m%-os összetétel alapján felírható:

$$24,022 = 0,9[26,037x + 28,053(1-x)]$$

ebből $x = 0,676$, azaz 67,6 n/n% a minimális etintartalom és 32,4 n/n% az etiléntartalom, ami az etén maximális lehetséges mennyisége is egyben.

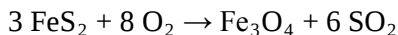
19 megoldás érkezett és ebből 13 volt hibátlan.

(Stirling András)

B) Mivel a reakció után a gázelegy kétkomponensű – SO_2 -ot és O_2 -t tartalmaz –, ezért a vizsgált ásvány csak vasból és kénből állt (tudjuk, hogy oxigén nincs benne). A nyomáscsökkenést a gáztérben levő anyagmennyiség csökkenése okozza (az összefüggés lineáris). A S kiégetése nem jár nyomásváltozással, hiszen azonos anyagmennyiségű SO_2 keletkezik, mint amennyi O_2 fogy. A keletkező vas-oxid összetétele a reaktornyomás csökkenéséből számítható.

Reakció előtt volt 1 kg O_2 (31,25 mol) és 845 g érc. Reakció után a gáztérben volt 26,56 mol gáz [53,03% SO_2 (14,08 mol); 46,97% O_2 (12,47 mol)]. A vassal elreagált a kiindulási gáz 15,02%-a, ez 4,69 mol O_2 (9,39 mol O).

A SO_2 mennyisége alapján 14,08 mol S volt a vasércben (ez 451,58 g). Az érc Fe tartalma: 845 g – 451,58 g = 393,42 g (7,04 mol). A Fe : S mólarány 1:2, tehát a vasérc a pirit, FeS_2 . A Fe : O mólarány 3:4, a keletkező vasoxid a magnetit, Fe_3O_4 . A reakcióegyenlet a következő:



A legtöbb hibás megoldás abból származott, hogy eleve másik vas-oxid keletkezését feltételezték, és nem is számoltak az oxigénfogyással. Gyakran a vas lehetséges oxidációs állapotainak figyelembevételéből indultak ki azok, akik nem megfelelő képletek felírásával próbálkoztak. A magnetitben +2 és +3 oxidációs állapotú vas is előfordul; a piritet ionosan Fe^{2+} és S_2^{2-} (diszulfidion) összetételűnek foghatjuk fel.

A B) feladatra 21 megoldás érkezett, az átlagpontszám 3,0 (a maximálisan elérhető 4 pontból).

(Mizsei Réka)

H177. Az egyszerűség kedvéért alkalmazzuk a malonsav jelölésére a H_2A képletet, az anionok jelölésére pedig az ennek megfelelő HA^- , illetve A^{2-} jelölést! Ekkor a feladat szövege alapján a következő tört maximumát keressük:

$$\frac{[\text{HA}^-]}{c(\text{HA})} = \frac{[\text{HA}^-]}{[\text{H}_2\text{A}] + [\text{HA}^-] + [\text{A}^{2-}]}$$

Az egyes részecskék koncentrációi a savállandók definíciói alapján kifejezhetők a HA^- koncentrációjának segítségével:

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

Ezeket a fenti törtbe behelyettesítve és a megfelelő egyszerűsítés elvégzése után kapjuk:

$$\frac{1}{\frac{[\text{H}^+]}{K_1} + 1 + \frac{K_2}{[\text{H}^+]}}$$

A kifejezés maximuma helyett kereshetjük a nevezőben szereplő kifejezés minimumát is. Ennek lényegi része tulajdonképpen az alábbi mennyiségnek feleltethető meg, ami kémiai tartalmának megfelelően a pH növekedésével minimumon megy át:

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

A kifejezést a hidrogénion koncentrációja szerint deriválva a következő kifejezéshez jutunk:

$$\frac{1}{K_1} - \frac{K_2}{[\text{H}^+]^2}$$

Ezt ismét deriválva a

$$2 \frac{K_2}{[\text{H}^+]^3}$$

kifejezést kapjuk, mely pozitív, tehát az első deriváltra felírva az alábbi egyenlőséget, a megoldás a kifejezés minimumhelyét adja meg:

$$\frac{1}{K_1} - \frac{K_2}{[\text{H}^+]^2} = 0 \Rightarrow [\text{H}^+]_{\min} = \sqrt{K_1 K_2}$$

Ebből a feladat adatainak felhasználásával a keresett pH-érték 3,61. A HA^- mennyisége a sav teljes mennyiségéhez viszonyítva:

$$\frac{1}{\frac{[\text{H}^+]}{K_1} + 1 + \frac{K_2}{[\text{H}^+]}} = 0,774$$

A HA^- mennyisége az anionok teljes mennyiségéhez viszonyítva:

$$\frac{1}{1 + \frac{K_2}{[H^+]}} = 0,872$$

A feladat által keresett kifejezés maximuma természetesen deriválás nélkül is megtalálható, ekkor a kérdéses kifejezés értékét B -vel jelölve az alábbi, paraméteres, $[H^+]$ -ban másodfokú egyenletet kell vizsgálni:

$$\frac{[H^+]}{K_1} + \frac{K_2}{[H^+]} = B$$

Ennek szélsőértéke abban az esetben van, ha az egyenlet diszkriminánsának értéke 0. Ezt megkeresve, a kapott B érték segítségével megoldható az egyenlet, mely a megfelelő kikötések figyelembe vételével ugyanazt a megoldást adja, mint a fentiek.

Sok más, elemi matematikán alapuló deriválás nélküli megoldás van. Pl.:

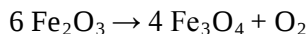
$$\begin{aligned} \frac{[H^+]_{\min}}{K_1} + \frac{K_2}{[H^+]_{\min}} &\leq \frac{[H^+]}{K_1} + \frac{K_2}{[H^+]} \\ \frac{K_2}{[H^+]_{\min}} - \frac{K_2}{[H^+]} &\leq \frac{[H^+]}{K_1} - \frac{[H^+]_{\min}}{K_1} \\ \frac{K_1 K_2 ([H^+] - [H^+]_{\min})}{[H^+][H^+]_{\min}} &\leq [H^+] - [H^+]_{\min} \\ K_1 K_2 &\leq [H^+][H^+]_{\min} \\ K_1 K_2 &= [H^+]_{\min}^2 \end{aligned}$$

A feladat megoldása során többen is deriválással kerestek szélsőértéket, azonban gyakori hiba volt az, hogy nem fontolták meg, hogy a szélsőérték minimum vagy maximum-e. A feladatra összesen 20 megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 7,7 pont. Hibátlan megoldást 10 tanuló küldött be, kiemelkedően szép volt Palya Dóra, Székely Eszter és Vörös Zoltán János megoldása.

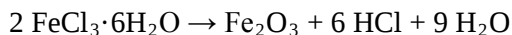
(Vörös Tamás)

H178. Kiindulva abból, hogy **B** sztöchiometrikus oxid, és megvizsgálva a lehetséges megoldásokat, a fémre Fe vagy Nb adódik, ennek megfelelően **B** anyagra Fe_2O_3 , illetve Nb_2O_5 .

C anyagra Fe esetén Fe_3O_4 adódik, Nb esetén nem adódik értelmes megoldás (legfeljebb egy Nb_9O_{20} összetétel jöhet szóba), így **B** anyag a Fe_2O_3 , ennek megfelelően a **B**-ből **C**-be alakulás egyenlete:



A csapadékos reakciók alapján az oldat egyértelműen kloridtartalmú, így feltételezve, hogy a savas kémhatást HCl okozza, a fogyásból kiszámítható, hogy az elnyelés után képződő oldat 0,111 mol HCl-t tartalmaz. Ennek tömege 4,05 g, tehát a HCl-on kívül még 3,00 g anyag nyelődik el a vízben. Mivel kiindulási **A** anyag tömege 10,00 g, a visszamaradó Fe_2O_3 tömege 2,95 g, így nincs tömegvesztés, tehát az összes gázhalmazállapotú termék elnyelődik a vízben. Így jogosan feltételezhetjük, hogy az eredeti vegyület valamilyen kristályvizet vas-klorid, nem pedig valamilyen klórtartalmú összetett anion (klorát, perklorát), melynek bomlása során oxigén is keletkezne. Feltételezve, hogy a 3,00 g anyag víz, 10,00 g **A** anyag 0,037 mol Fe-t, 0,111 mol Cl-t, 0,445 mol H-t és 0,223 mol O-t tartalmaz, amelyből a $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ formula adódik, így az **A**-ból **B**-be alakulás egyenlete:

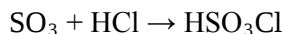


Gyakori hiba volt, hogy elfeledkeztek a nióbiumról; ez csak Székely Eszter, Virágh Anna, Sütő Péter és Borsik Gábor dolgozatában került elő. Az $\text{A} \rightarrow \text{B}$ átalakulásban néhányan klórt fejlesztettek. Ez a megoldás azért nem jöhet szóba, mert ekkor mérhetően nagyobb, 7,93 g lenne a víz tömegnövekedése.

(Kramarics Áron)

H179. a) A feladat megoldását legegyszerűbb a két korrozív gáz meghatározásával kezdeni. A **C** gáz hidrogéntartalma (1 g/36,5 g) alapján a HCl lehetett, míg a **D** gáz oxigéntartalma (48 g/80 g) alapján SO_3 .

A **B** vegyület tehát a két gáz reakciójából kapható, neve klórkénsav vagy klór-szulfonsav (HSO_3Cl). A képződésekor lejátszódó reakció egyenlete:

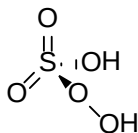


Az **A** vegyület kénsav elektrolízisekor képződik, ilyenkor különféle peroxokénsavak képződhetnek mellékreakciók termékeként. **A**-ról továbbá

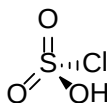
ismert még, hogy szilárd állapotban robbanékony, illetve a szerves szintézisek során gyakran használt vegyület. A megoldás a peroxo-monokénsav (H_2SO_5), melyet a szerves laborokban leggyakrabban oxidáló- és tisztítószerként használnak.

A jodometriás vizsgálat is ezt támasztja alá. A kettéosztott minta második felében meghatároztuk a keletkezett szulfát mennyiségét, míg a közvetlen jód fejlesztéssel mérhető volt a vegyület „aktív oxigén” tartalma (oxidáló hatása). Ez azért fontos, mert így kizárható a hidrogén-peroxid.

b) A vegyület szerkezete:



B vegyület szerkezete:

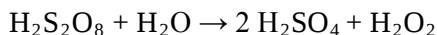
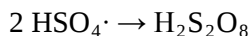
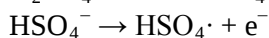


c) A kénsav elektrolízise során fő reakcióként vízbontás játszódik le. Az anódon O_2 -gáz, míg a katódon H_2 -gáz fejlődik.

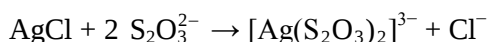
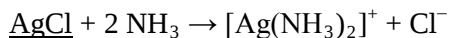
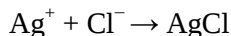
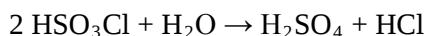
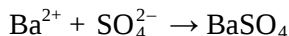
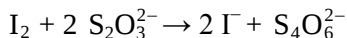
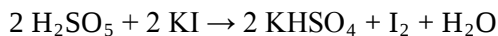
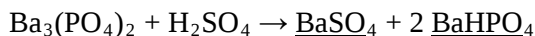
Katódfolyamat: $2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{f})$

Anódfolyamat: $4 \text{H}_2\text{O}(\text{f}) \rightarrow 4 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + 4 \text{e}^- + \text{O}_2(\text{g})$

Az oldatban a főterméken, a peroxo-monokénsavon kívül található még peroxo-dikénsav és hidrogén-peroxid is, melyek az alábbi mellékreakciókban képződnek:



d.) A lejátszódó folyamatok egyenletei:



(Pós Eszter Sarolta)

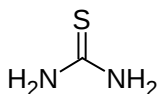
H180. A H_2O_2 -oldaton való átvezetés során a füstgáz oxidáló hatásnak van kitéve. A lehetséges égéstermékek közül ilyen körülmények között például a kén-dioxid oxidálódhat. Ekkor kénsav keletkezik.

A titrálás adataiból meghatározható, hogy 200 cm^3 -re számolva $0,08\text{ mol}$ NaOH fogyott. Ez azt jelenti, hogy ekkora térfogatú oldatban $0,04\text{ mol}$ kénsav volt, ami alapján $0,04\text{ mol}$ kén volt a $3,045\text{ g}$ fehér porban.

A másik kísérlet során a NaOH -oldat a szén-dioxidot és a kén-dioxidot köti meg. Azaz $0,04\text{ mol}$ kénből kiindulva $2,56\text{ g}$ kén-dioxid keletkezik, így a szén-dioxidra $1,76\text{ g}$ jut, ami $0,04\text{ mol}$. Tehát a $3,045\text{ g}$ fehér porban $0,04\text{ mol}$ C volt. Összességében tehát a vegyületben a S és C atomok $1,763\text{ g}$ -ot tesznek ki.

A Hinsberg-próba alapján primer aminocsoport van a molekulában. Mivel $0,08\text{ mol}$ reagens fogyott, ezért $0,08\text{ molnyi}$ primer aminocsoport van a $3,045\text{ g}$ fehér porban, és a $0,08\text{ mol}$ $-\text{NH}_2$ csoport pontosan kiadja a még hiányzó $1,282\text{ g}$ -ot. Ez összhangban van a maradék égéstermék (N_2) térfogatával, ugyanis az ebből számítható N_2 anyagmennyisége $0,04\text{ mol}$.

Tehát az összegképlet $\text{CN}_2\text{H}_4\text{S}$. Az ennek megfelelő molekula neve tiourea vagy tiokarbamid. A szerkezet lent látható, térszerkezet szerint pedig síkalkatú (trigonális planáris).



A feladatra 17 megoldás érkezett, a beküldők többsége (12 fő) maximális pontot ért el. A többiek nem számoltak azzal, hogy heteroatomként kén is lehet a molekulában.

(Bacsó András)

HO-88. a) A kéntartalmú specieszek összkoncentrációja $0,117\text{ mol/dm}^3$, így a második lépésből származó hidrogénionok mennyiségének elhanyagolásával $\text{pH} = 3,92$ adódik. A savi állandóba behelyettesítve a második kérdésre $\text{pH} = 8,90$ a válasz.

b) A második savi állandó képletébe behelyettesítve $[\text{HS}^-]/[\text{S}^{2-}] = 5$ adódik, ebből következik, hogy ezen a pH -n a kén-hidrogén 83%-a van szulfidion formában.

c) Ha fokozatosan lúgosítjuk az oldatot, egy idő után a HS^- -ion lesz a domináns speciesz, ez lesz jelen 100%-ban. Azt kell feltételeznünk, hogy

5 mol/dm³-es hidroxidion-koncentráció mellett a kén-hidrogén több mint 99%-a van HS⁻-ion formájában, tehát [HS⁻]/[S²⁻] > 99, ebből $K_2 < 2 \cdot 10^{-17}$.

d) Ilyen tömény oldatban már jelentősen különböznek az aktivitási tényezők 1-től.

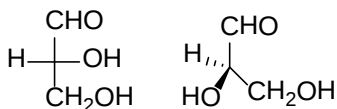
e) A ZnS alapján $K_2 < 3,41 \cdot 10^{-15}$, az SnS alapján $K_2 > 2,71 \cdot 10^{-18}$ értékek becsülhetők.

f) Amennyiben teljesnek tekintjük a ZnS leválását, akkor az oldat pH-ját a $\text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \underline{\text{ZnS}} + 2 \text{H}^+$ egyenlet alapján képződő hidrogénionok fogják meghatározni, mivel a H₂S disszociációja igencsak visszaszorul, így pH = 2 adódik. Ez a feltételezés azonban korántsem triviális, mint arra Sárvári Péter is rámutatott dolgozatában, így pl. $K_2 = 10^{-17}$ érték esetén már pH = 2,39 adódik, a cinkionoknak kb. csak 40%-a válik le.

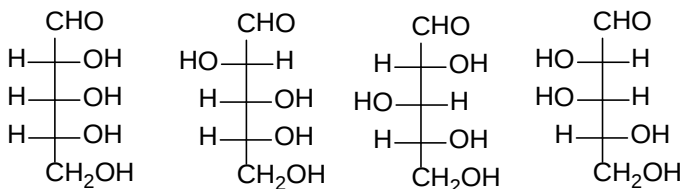
Gyakori hiba volt, hogy a c) részben úgy tekintették, mintha a kén-hidrogénnek már 99%-a lenne HS⁻ formában, és ennek a hányadnak a további egy százalékkal való csökkenését tudnánk észlelni. Az f) résznél minden, a feladat alapján reális K₂-értékkel számolt pH-értéket elfogadtam. Itt gyakori hiba volt, hogy a pH-t csak a H₂S disszociációjából határozták meg, nem véve figyelembe az oldatban jelen lévő plusz hidrogénionokat. A legjobbak Sályi Gergő és Bolgár Péter megoldásai lettek.

(Kramarics Áron)

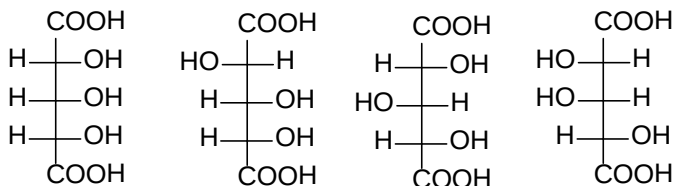
HO-89. a) A D-glicerinaldehid Fischer-projekciós és térbeli, perspektivikus szerkezete:



A D-aldopentózok, a ribóz, az arabinóz, a xilóz és a lixóz Fischer-projekciós szerkezetei:

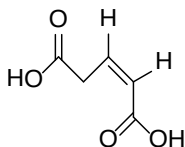


b) A fenti négy D-aldopentózból salétomsavas reakció hatására a következő cukorsavakat kaphatjuk:

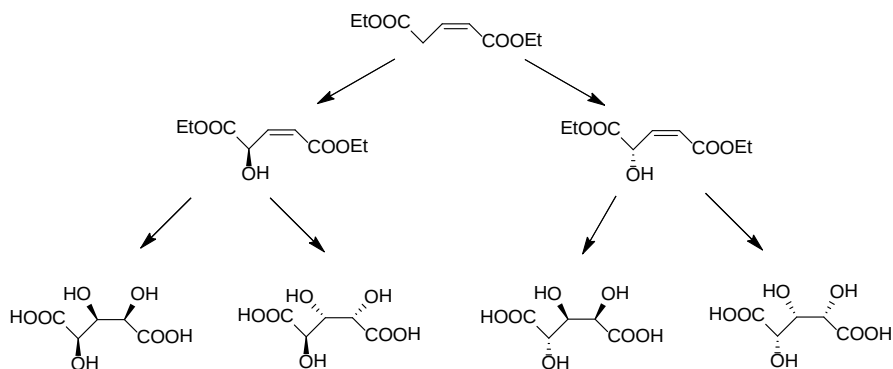


Látható azonban, hogy második és a negyedik szerkezet ugyanaz, tehát az arabinózból és a lixózból ugyanazt az aldársavat kaptuk. Az első és a harmadik szerkezet optikai aktivitást nem mutat, mivel belső szimmetriája van (a hármasszámú szénatom nem kiralitáscentrum). A második szerkezet enantiomerpárja egy L-cukorból lenne levezethető.

c) A cisz-glutakonsav szerkezete:

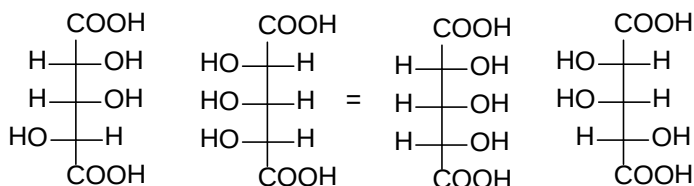


A dietil-cisz-glutakonát szelén-dioxidos reakciója során egy enantiomerpár keletkezett, mely lúgos kálium-permanganát-oldattal való reakciót követő hidrolízis után négy terméket eredményezett:

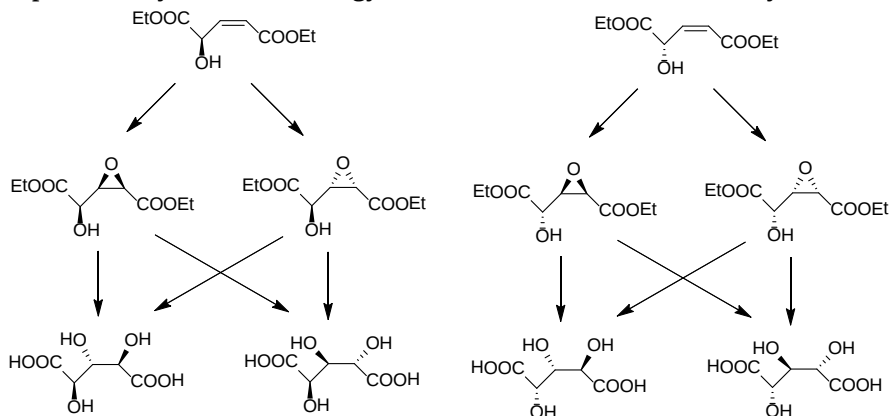


A keletkezett aldársavak képletét Fischer-projekcióba átrajzolva látható, hogy míg az első és a negyedik egymásnak tükörképi párja (enantiomerek),

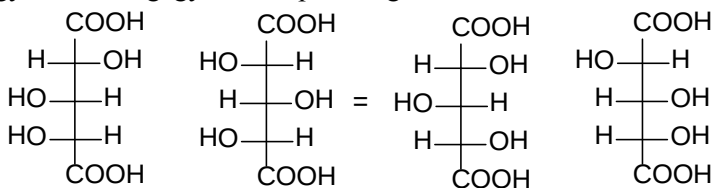
tehát optikailag aktív, addig a második és a harmadik a belső szimmetria miatt egymással megegyező és optikailag inaktív.



A dietil-cisz-glutakonát szelén-dioxidos reakciója során keletkezett enantiomerpárt hangyasavas hidrogén-peroxiddal reagáltatva négy terméket kaptunk, melyek hidrolízise egyenként két-két terméket eredményezett:

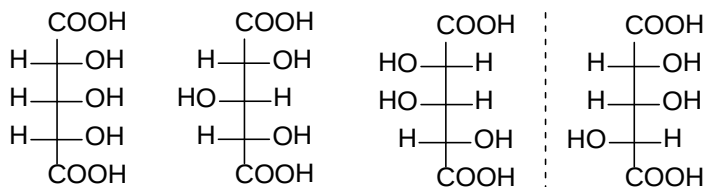


A keletkezett aldársavak képletét Fischer projekcióba átrajzolva látható, hogy míg az első és a negyedik egymásnak tükörképi párja (enantiomerek), tehát optikailag aktív, addig a második és a harmadik a belső szimmetria miatt egymással megegyező és optikailag inaktív.



A kálium-permanganátos reakcióban kapott enantiomerpárt a hangyasavas hidrogén-peroxidos reakcióban kapott enantiomerpárral összehasonlítva

látható, hogy azok megegyeznek. A két reakció során összesen tehát megkaptuk az összes öt szénatomos aldársavat. Ezek közül kettő optikailag aktív (enantiomerpár), míg kettő a belső szimmetria miatt optikailag inaktív.



A feladatra 16 megoldás érkezett, a pontátlag 6,7 pont volt. Hibátlan megoldást küldött be Bolgár Péter és Czipó Bence. A feladat nehézké bizonyult, a megoldás során többen elfelejtették, hogy az oxidációs reakciók utáni hidrolízis során az észter is elhidrolizál. Gyakran előfordult, hogy a feladatmegoldók a SeO_2 -os reakcióról vagy az annak során keletkező enantiomerpárról elfeledkeztek. A c) kérdésben kért karbonsav szerkezete helyett többen is a reakcióban szereplő észter szerkezetét rajzolták fel.

(Sarka János)

HO-90. Ezt a feladatot a Balti Kémiaversenyen is kitűzték, ezért a megoldását a következő számban közöljük.