

# GONDOLKODÓ



## „MIÉRT?” (WHY? WARUM?)

*Alkotó szerkesztő: Dr. Róka András*

Ebben a rovatban általatok 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 rész megoldásokat 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 2008. február 25-ig postára adva:*

**KÖKÉL „Miért”**

ELTE Főiskolai Kémiai Tanszék

Budapest Pf. 32.

1518

1. Az elemek esetében a rendszám folyamatosan (monoton) változik, a tulajdonságok viszont periodikusan. Miért?
2. Milyen kötések alakulnak ki az alábbi jelenségek lejátszódása után?  
Ammónia és hidrogén-klorid gáz találkozik egymással.

Ezüst-nitrát ammóniás oldatából a szőlőcukor tükröt választ ki (pl. karácsonyi dísz készítése).

Vízbe fémkalciumot helyezünk.

A homokkal összekevert magnéziumport magnéziumszalaggal begyűjtjük.

Forraláskor a tej felületén vékony hártya („pille”) keletkezik.

3. Egy kémcsőben kb.  $5 \text{ cm}^3$  vizet forralunk, majd a kémcsövet gyorsan egy dumidugóval lezárjuk. Meglepő módon azt tapasztaljuk, hogy a kihűlő víz forrásba jön. Miért?

4. A tejszín, a tojásfehérje látszólag megszilárdul, amikor habbá verjük. Mi történik valójában?

5. A szappanbuborék szabályos gömb alakú. Miért? Egyúttal mit is bizonyít a gömbalak?

6. Az erkélyen hagyott szénsavmentes ásványvizek közül az erős lehűlés hatására az egyik megfagyott. Mit mondhatunk az ásványvizek összetételéről?

## Feladatok kezdőknek

*Alkotó szerkesztő: Tóth Albertné*

[toth.albertne@freemail.hu](mailto:toth.albertne@freemail.hu)

*A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a következő címen várjuk 2008. február 25-ig postára adva:*

### **KÖKÉL Feladatok kezdőknek**

Irinyi János Gimnázium és Szakközépiskola

4024 Debrecen

Irinyi utca 1.

**K81.** Az alumíniumbronznak nevezett anyag alumínium és réz ötvözet. Valamely minta 22,00 m/m % Al-ot és 78,00% rezet tartalmaz. A két "tisztá" fém adatai (sűrűség, fajhő, relatív atomtömeg):

$\rho(\text{Al})=2,70 \text{ g/cm}^3$ ,  $c(\text{Al})= 900,21 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ ,  $A_r(\text{Al})= 27,00$

$\rho(\text{Cu})=8,96 \text{ g/cm}^3$ ,  $c(\text{Cu})= 385,20 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ ,  $A_r(\text{Cu})=63,54$

- a) Mennyi a nevezett ötvözetben az Al:Cu atomok aránya ?
- b) Mennyi az ötvözet átlagos sűrűsége?  
(Feltételezzük, hogy az olvadékok keveredésekor nem számottevő a térfogatváltozás)
- c) Mennyi az alumíniumbronz átlagos fajhője?

**K82.** Két PB gázpalack azonos nyomású és hőmérsékletű gázelegyet tartalmaz. Az egyik palackban 5:1, a másikban 1:14 a propán és a bután anyagmennyiségének az aránya.

- a) Hányszor nagyobb a második palackban lévő gázelegy sűrűsége az elsőben lévőétől?
- b) Mennyi az egyes palackokban levő gázelegy égéshője MJ/kg egységben? (A propán égéshője - 50,5 MJ/kg, a butáné -51,1MJ/kg)

**K83.** 1,235 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű, 100,0cm<sup>3</sup> térfogatú, 32,00 tömeg %-os kénsav-oldatot 1,440 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű, ismeretlen térfogatú és töménységű kénsav-oldattal elegyítünk. Az összekeverés után kapott 48,00 tömeg %-os oldat térfogata 328,5 cm<sup>3</sup>, sűrűsége 1,380 g/cm<sup>3</sup>.

- a) Határozd meg az ismeretlen kénsav térfogatát, és tömeg %-os H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tartalmát!
- b) Hány %-os térfogatcsökkenés lépett fel az elegyítés során?

**K84.** A kémiaszertár hűtőszekrényében ( 0°C-on) tárolt 500,0 gramm ammónia-oldat a kivételét követően a laboratóriumban 25° C-ra melegedett fel. Az oldatból kibuborékkolt gáz a folyadék feletti térben gyűlt össze, lényegesen megnövelve ezáltal a palackban uralkodó nyomást.

- a) Mekkora térfogatot töltene be ez a gázmennyiség 25° C-on 0,10 MPa nyomáson?
- b) Hány tömeg %-os a hűtőszekrény-, illetve a laboratórium hőmérsékletén tartott telített NH<sub>3</sub>-oldat ?
- c) Az NH<sub>3</sub> vízben való kiváló oldhatóságát ("mohó") azzal szokás illusztrálni, hogy 1,00 liter vízben hány liter NH<sub>3</sub> oldódik. Mennyi ez a térfogat standard állapotú NH<sub>3</sub> esetén ?

Oldhatósági adatok 0,1 MPa nyomású gáz esetén:

0°C-on: 87,50 g NH<sub>3</sub> /100,0 gramm víz;

25°C-on: 48,62 g NH<sub>3</sub> /100,0 gramm víz.

**K85.** Hány gramm CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O kristályosítható ki 192,0 gramm 80 °C-on

telített réz-szulfát-oldatból, ha azt 0° C-ra hűtjük le?

Oldhatósági adatok: 0 °C-on: 14,30 gramm CuSO<sub>4</sub> /100 gramm víz

80 °C-on: 53,60 gramm CuSO<sub>4</sub> /100 gramm víz

Amennyiben a 192,0 gramm tömegű oldat 100 °C-on telített, akkor a 0°C-ra történő hűtés eredményeképpen 113,77gramm tömegű CuSO<sub>4</sub>•5H<sub>2</sub>O-hoz jutunk. Mennyi a réz-szulfát oldhatósága 100 °C-on?

## AZ ELSŐ FORDULÓ EREDMÉNYEI

NÉV	OSZT.	ISKOLA	PONT-SZÁM
Antalicz Gergő	9.o.	Bethlen Gábor Ref.Gimn.Hódmezővásárhely	12
Bagóczki Zsolt	8.a	Bethlen Gábor Ref.Gimn.Hódmezővásárhely	12
Bedics Gábor	9.o	Cisztercei Rend Nagy L. Gimn. és Koll.Pécs	18
Berei József	10.a	Zrínyi Miklós Gimn.Zalaegerszeg	13
Bizvurm Rebeka	9.c	Kaposvári Táncsics Mihály Gimn.	9
Borza Ágnes	9.o.	Eötvös József Gimn.Budapest	18
Böröndy Áron	8.o	Eötvös József Gimn.Budapest	23
Császár Orsolya	9.o	Földes Ferenc Gimn. Miskolc	12
Csordás Dóra	9.a	Kempelen Farkas Gimn.Budapest	19
Eördög Ádám	10.o	Pécs Cisztercei Rend Nagy Lajos Gimn.	20
Dávid Gergely	9.n	Zrínyi Miklós Gimn.Zalaegerszeg	10
Fábián Alíz	9.o.	Radnóti Miklós Kísérleti Gimn.Szeged	16
Gulyás Balázs	9.a	Zrínyi Miklós Gimn.Zalaegerszeg	3
Holló Beatrix	8.o	Patrona Hungariae Gimn.Budapest	7
Kertesi Andrea	10.a	Kempelen Farkas Gimn.Budapest	22
Kerti Gabriella	9.a	Ady Endre Gimn. Debrecen	20
Kiss Gergő	9.n	Zrínyi Miklós Gimn.Zalaegerszeg	6
Kovács Benjámín	9.o.	Leőwei Klára Gimn.	13
Kovács Márk	10.a	Zrínyi Miklós Gimn.Zalaegerszeg	14
Kovács Orsolya Panna	8.a	Kempelen Farkas Gimn.Budapest	20
Kovács Soma	9.a	Kaposvári Táncsics Mihály Gimn.	13
Kótai Angelika	9.a	Kaposvári Táncsics Mihály Gimn.	3
Lővei Péter	10.b	Árpád Gimnázium Budapest	6
Magyarlaki	9.b	Leőwei Klára Gimn.Pécs	9

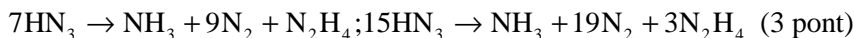
Bence			
Mayer Csilla	10.a	Kempelen Farkas Gimn.Budapest	23
Mayer Martin János	10.o.	Cisztercei Rend Nagy L. Gimn. és Koll.Pécs	23
Máté Márta	9.o.	Szilágyi E. Gimn.Budapest	22
Molnár Dávid	9.b	Berzsenyi Dániel Gimnázium Budapest	15
Morapitye Sunil	9.o.	Kaposvári Táncsics Mihály Gimn.	19
Najbauer Eszter	10.o.	Cisztercei Rend Nagy L. Gimn. és Koll.Pécs	23
Németh Klára	10.b	Zrínyi Miklós Gimn.Zalaegerszeg	10
Némethy Anna	9.b	Zrínyi Miklós Gimn.Zalaegerszeg	14
Nor Soho Roy	9.a	Kaposvári Táncsics Mihály Gimn.	20
Novográdecz Gergely	9.a	Kaposvári Táncsics Mihály Gimn.	6
Pacsai Anna	8.o.	Patrona Hungariae Gimn.Budapest	2
Pajor Gerjén	9.a	Kaposvári Táncsics Mihály Gimn.	3
Pelyvás Lívía	9.c	Erdei Grúz Vegyipari és Környezetvédelmi Szakk.10	10
Péter Zsófia	9.c	Kaposvári Táncsics Mihály Gimn.	6
Rátky Tímea	9.b	Kaposvári Táncsics Mihály Gimn.	0
Rutkai Zsófia Réka	8.a	Jedlik Ányos Gimn.Budapest	19
Sebő Anna	9.c	Illyés Gyula Gimn. és Közg. Szak.Budaörs	21
Szenczi Zsófia	8.b.	Patrona Hungariae Gimn.Budapest	3
Szatmári György	9.a	Bethlen Gábor Ref.Gimn.	13
Szirják Márk	9.a	Kaposvári Táncsics Mihály Gimn.	6
Sveiczter Attila	9.o.	Eötvös József Gimn.Budapest	19
Tóth Adrienn	10.a	Zrínyi Miklós Gimn.Zalaegerszeg	4
Tóth András	9.a	Kaposvári Táncsics Mihály Gimn.	0
Tuza Réka	8.o.	Patrona Hungariae Gimn.Budapest	11
Varró Nikolett	9.o	Bethlen Gábor Ref.Gimn.Hódmezővásárhely	17

## Feladatok haladóknak

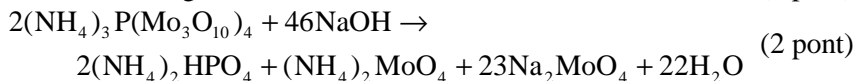
*Alkotó szerkesztő: Varga Szilárd  
(szilard.varga@bolyai.elte.hu)*

### Megoldások

#### H71.



Ezt az egyenletet többféleképpen ki lehet egészíteni, mivel 2 független folyamat van egy egyenletbe foglalva: a  $3\text{HN}_3 \rightarrow \text{NH}_3 + 4\text{N}_2$  és a  $4\text{HN}_3 \rightarrow 5\text{N}_2 + \text{N}_2\text{H}_4$  reakciók. Ezt a két utóbbi egyenletet viszont már csak egyféleképpen lehet kiegészíteni. Ezek tetszőleges lineáris kombinációja megfelelő kiegészítése az eredeti egyenletnek. Végtelen számú lehetőség van. (3 pont)



*A feladattal 25-en foglalkoztak. Nem jelentett több megoldást, ha valaki többféleképpen egészítette ki a víz ionjaival az első egyenletet. A 2 egyenlet esetén egy egyenlet felírása 2 pont, míg a maradék 1 pontért elég volt felírni 1 másik, lineárisan független megoldást. Hibátlanul 5-en oldották meg a feladatot (Bacsó András, Kiss-Tóth Annamária, Mestyán Márton, Szabó Orsolya, Vörös Tamás).*

Stirling András

#### H72.

Legyen az **A** vegyület moláris tömege  $M_A$ , a **B** vegyületé  $M_B$ . Mivel **A** vizes oldata savas, biztosan tartalmaz karboxilcsoportot (fenolos hidroxilcsoportot feltételezve, a feladatot megoldva kapott összegképlethez, nem rendelhető valós szerkezet). Mivel egy karboxilcsoport fél mól  $\text{H}_2$ -t fejleszt és egy mol  $\text{NaOH}$ -t fogyaszt, ezért a karboxilcsoportok  $1,563 \text{ mmol} \cdot 0,5 = 0,7815 \text{ mmol}$  gázt fejlesztettek.

Összesen  $\frac{25,52 \text{ cm}^3}{24,5 \text{ cm}^3/\text{mmol}} = 1,042 \text{ mmol}$  hidrogén fejlődött. A maradék

gáz csak hidroxilcsoportokból fejlődhetett.

Ha **A** molekulánként  $a$  db karboxil-, és  $b$  db hidroxilcsoportot tartalmaz, akkor a felírható egyenletek:

$$\frac{a \cdot 0,1\text{g}}{M_A} = 1,563 \text{ mmol}$$

$$\frac{0,5b \cdot 0,1\text{g}}{M_A} = 1,042\text{mmol} - 0,7815\text{mmol} = 0,2601 \text{ mmol}$$

Innen egyrészt  $\frac{a}{b} = 3$ , másrészt  $M_A = 64a \text{ g/mol}$ . Mivel  $a$  osztható 3-mal

és  $M_A < 200 \text{ g/mol}$ , ezért  $a = 3$ ,  $b = 1$  és  $M_A = 192 \text{ g/mol}$ . Ebből 3 db COOH és 1 db OH csoport. A maradék – ami a feladat szövege szerint csak szén és hidrogénatomokból áll – moláris tömege  $(192 - 3 \cdot 45 - 17) \text{ g/mol} = 40 \text{ g/mol}$ . Ez csak úgy lehetséges, ha ezt a maradékot három szén-, és négy hidrogénatom alkotja.

Tehát **A** lehetséges molekulaszervezetei:

1.  $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-C(COOH)}_3$
2.  $\text{HOCH}_2\text{-CH}_2\text{-C(COOH)}_3$
3.  $\text{CH}_3\text{-C(OH)(COOH)-CH(COOH)}_2$
4.  $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH(OH)-CH(COOH)}_2$
5.  $\text{HOCH}_2\text{-CH(COOH)-CH(COOH)}_2$
6.  $\text{HOOC-CH(OH)-CH}_2\text{-CH(COOH)}_2$
7.  $\text{CH}_3\text{-C(COOH)}_2\text{-CH(OH)-COOH}$
8.  $\text{HOOC-CH}_2\text{-C(COOH)}_2\text{-CH}_2\text{OH}$
9.  $\text{HOOC-CH(OH)-CH(COOH)-CH}_2\text{COOH}$
10.  $\text{HOOC-CH}_2\text{-C(OH)(COOH)-CH}_2\text{COOH}$

Ezek közül csak a 2., 8., és 10. molekula akirális. A 2. és 8. szerkezetekben azonban a karboxilcsoporthoz képest  $\beta$ -helyzetben kettős

kötés található, az ilyen karbonsavak pedig sósavval való melegítés hatására dekarboxileződnek ( $\text{CO}_2$  fejlődik).

A kiindulási **A** vegyület tehát a **citromsav** ( $\text{HOOC-CH}_2\text{-C(OH)(COOH)-CH}_2\text{-COOH}$ ).

**B**-t 1,370 mmol NaOH semlegesíti, illetve fémnátrium hatására  $\frac{16,78 \text{ cm}^3}{24,5 \text{ cm}^3/\text{mmol}} = 0,6850$  mmol hidrogén fejlődik belőle. Mivel az előbbi

mennyiség az utóbbinak a fele, ezért **B** nem tartalmaz hidroxilcsoportot (Ezt a permanganátos oxidáció alapján is sejtettük volna, legfeljebb azt tudtuk meg, hogy sem **A**, sem **B** nem tartalmaz fenolos hidroxilcsoportot. Ez ugyanis savas jellegű és hidrogéngáz is fejlődik belőle.)

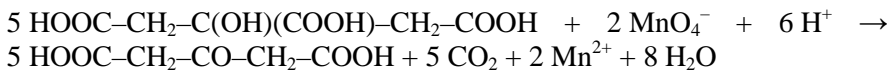
Ha **B** molekulánként  $c$  db karboxilcsoportot tartalmaz, akkor a felírható egyenlet:

$$\frac{c \cdot 0,1 \text{ g}}{M_B} = 1,370 \text{ mmol}$$

Innen  $M_B = 73c$  g/mol. Mivel  $c$  nem lehet páratlan (ekkor  $M_B$  páratlan volna, ez pedig nem lehetséges egy csak C, H és O atomokból álló vegyület esetén), ezért  $c = 2$ , azaz  $M_B = 146$  g/mol.

Ebből 2 db COOH csoport, ezek valószínűleg a láncvégi karboxilcsoportok. A 2-es szénatomon nem következett be lánchasadás, mert az így keletkező vegyületek moláris tömege kisebb, mint 146 g/mol. Ezért az ehhez a szénatomhoz tartozó hidroxilcsoport csak oxocsoporttá oxidálódott. Ekkor viszont a szénnek csak úgy lehet négy vegyértéke, ha az ehhez a szénatomhoz tartozó karboxilcsoport lehasadt, méghozzá széndioxid formájában.

A **B** vegyület tehát a **2-oxo-1,3-propándikarbonsav** ( $\text{HOOC-CH}_2\text{-CO-CH}_2\text{-COOH}$ ), a reakció egyenlete pedig:



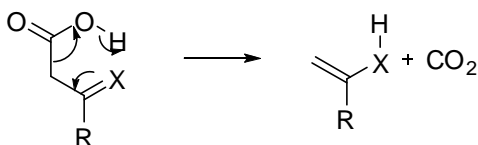
### Megjegyzések

- A feladatra 21 megoldás érkezett, hibátlan megoldás nem volt. 9 pontot ért el Batki Júlia és Pröhle Zsófia. A megoldások átlaga 6,3 pont.

- Sokan eljutottak a citromsav és a 2-oxo-1,3-propándikarbonsav szerkezeti képletéig, de az indoklás hiányos volt. Többen kihasználták, hogy **A** akirális, a dekarboxileződés elmaradását azonban nem vették



figyelembe. Volt olyan versenyző, aki éppen ezért olyan szerkezeti képletet adott meg, amelyben egy szénatomon több karboxilcsoport van, márpedig az ilyen karbonsavak savas főzés hatására szinte mindig dekarboxileződnek. Sőt, savas főzés és/vagy melegítés hatására általában dekarboxileződnek a  $\beta$ -helyzetben kettős kötést tartalmazó karbonsavak is. Az általános reakciómechanizmus:

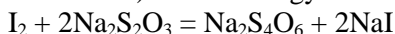


Az  $X$  lehet oxo-, imin- vagy tetszőleges alkilidencsoport (az első két esetben természetesen a végtermék tautomerizálódik és újra oxovegyületet, illetve imint kapunk);  $R$  pedig tetszőleges csoport.

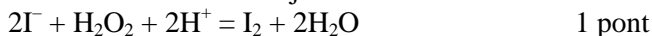
Komáromy Dávid

### H73.

a) A **II** – **IV** színes vegyületeket tartalmazó oldatokat nátrium-tioszulfát mérőoldattal való titrálással szintelenítjük el; feltételezhetőleg jódot (vagy polijodid iont tartalmaznak). A titrálás egyenlete a következő:



A jodidionok hozzáadott hidrogén-peroxid hatására savas közegben a következő egyenlet szerint oxidálódnak jóddá:



b) Az ismeretleneknél a tioszulfát fogyása nagyobb volt a hidrogén-peroxid hozzáadása utáni mérésnél. Tehát a kiindulási oldatok jodidot és jódot (kivéve az **I** oldat) is tartalmaznak. A két titrálás során fogyott tioszulfát mennyiségének arányát a következő táblázat tartalmazza:

Vegyület	$V(Na_2S_2O_3, 2) : V(Na_2S_2O_3, 1)$
<b>II</b>	3 : 2
<b>III</b>	4 : 3
<b>IV</b>	5 : 4

A kísérleti eredmények alapján a vegyületek a következő általános képlettel írhatók le:  $Al_n m_k I_2$  (ahol,  $k = \mathbf{I} - \mathbf{IV}$ ; az **I** vegyületnél  $m_1 = 0$ , mivel csak jodidot tartalmaz, és jódot nem). Mindegyik minta tömege

megegyezik, moláris tömegeik arányát így könnyű kiszámolnunk. Legyen  $x$  a minta tömege és  $M_k$  az **I** – **IV** vegyületek moláris tömege. Ekkor a következő összefüggéseket írhatjuk fel ( $\nu(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3, 2)_k$  az  $k$ -adik vegyületre a második titrálás során fogyott nátrium-tioszulfát anyagmennyisége):

$$\nu(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3, 2)_I = \frac{nx}{M_I} ;$$

$$\nu(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3, 2)_k = \frac{(n + 2m_k)x}{M_k} ;$$

$$\begin{aligned} \frac{M_k}{M_I} &= \frac{(n + 2m_k)\nu(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3, 2)_I}{n\nu(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3, 2)_k} = \\ &= \frac{(n + 2m_k)V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3, 2)_I}{nV(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3, 2)_k} = \\ &= \left(1 + 2\frac{m_k}{n}\right) \frac{V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3, 2)_I}{V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3, 2)_k}. \end{aligned}$$

Az  $m_k/n$  arány a két titrálás során fogyott tioszulfát mennyiségének arányából mindegyik vegyületre kiszámítható (**II**, **III**, **IV** esetén rendre 1; 1,5; 2). A moláristömeg-arányokat a harmadik egyenletből így már számolhatjuk:

$$M_I : M_{II} : M_{III} : M_{IV} = 1 : 1,974 : 2,464 : 2,962.$$

A kation moláris tömegének számításához a következő egyenletekből indulhatunk ki:

$$M(A) + (n + 2m_k)M(I) = M_k$$

$$M(A) + nM(I) = M_I$$

Átalakítva:

$$M(A) = \left( \frac{2m_k}{M_k / M_I - 1} - n \right) M(I)$$

Mivel  $m_k$ -nek és  $n$ -nek csak az arányát ismerjük, próbálgatással kell megkeresnünk a kation vegyértékét ( $n$ ). A megfelelő  $m_k$  értékek a táblázatban találhatóak:

Vegyület	$m_k$			
	$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$
<b>II</b>	1	2	3	4
<b>III</b>	1,5	3	4,5	6
<b>IV</b>	2	4	6	8

A kation tömegének kiszámításánál csak  $n = 1$  esetén adódik elfogadható eredmény:  $M(A) = 133,7$  g/mol. Tehát a kation a **cézium**. A vegyületek a következők: **I** = CsI; **II** = CsI<sub>3</sub>; **III** = CsI<sub>4</sub> (Cs<sub>2</sub>I<sub>8</sub>); **IV** = CsI<sub>5</sub>.

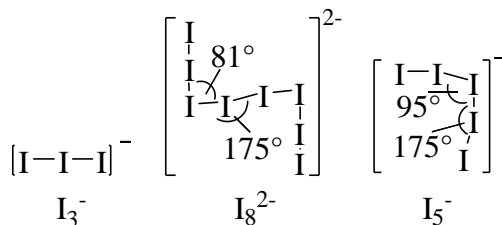
5 pont

c) A minták tömege:

$$x = 260 \cdot 7,7 \cdot 10^{-3} \cdot 0,05 = 0,1 \text{ g.}$$

1 pont

d) Az anionok alakjai:



3 pont

A feladatra elég kevés megoldás érkezett. Hibátlan megoldást Kiss-Tóth Annamária küldött be. A pontátlag 48,3%-os.

Varga Szilárd

**H74.**

a) Egy lehetséges megoldás:

A feladatban van egy könnyedén megfogható pont: A **J** ismeretlen körülírása egyértelműen a karbamidra utal. Egyrészt Wöhler miatt, de aki ennek a tudománytörténeti ismeretnek nincs birtokában, az az NH<sub>4</sub>OCN-ből rendelkezik egy lehetséges összegképlettel (CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>O), illetve egy előfordulással. Ha a fentiek alapján kitaláltuk, hogy a **J** a karbamid, akkor **F** és **I** kitalálása sem jelenthet gondot. A kiindulási **F** vegyület egy olcsón szintetizálható gáz, aminek nitrogént és hidrogént kell tartalmaznia, így **F** az ammónia. Ezután már egy olyan egyenletünk van, amelynek tudjuk a kiindulási vegyületeit, valamint tudjuk, hogy a termék hevítve vizet veszít, és karbamidot ad. Ez alapján **I** az ammónium-karbamát.

**B** vegyületről tudjuk, hogy lapcentrált kockarácsban kristályosodó ionos vegyület. Tehát kationt és aniont kell keresnünk. Tudjuk, hogy egy viszonylag erős, de illékony sav sója, hiszen a kénsav második protonja csak  $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on űzi ki. Ugyanakkor tudjuk, hogy a keletkező sav vizes oldata megtalálható az emlősállatokban, és ráadásul a só nagy mennyiségekben megtalálható a természetben. Mindezen információk alapján jó választás lehet valamilyen gyakori, egyszeresen pozitív kation kloridja (pl. NaCl vagy KCl).

Ezek alapján következtethetünk arra is, hogy **G**  $\text{NH}_4\text{Cl}$ : sem az ammónia vagy ammóniumion, sem a kloridion nem lehet jelen **A**-ban, hiszen az 1-es úton haladva ezek nem kerülnek a végtermékbe. **B** kationjának megfejtéséhez később további megfontolásokat tehetünk.

**E** megfejtése: Mivel úgy sejtjük, hogy **C** két lépéses keletkezése során HCl (**D**) volt a melléktermék, **C**-nek egy szulfátnak kell lennie. A szulfátból és  $\text{CaCO}_3$ -ból, valamint szénből egyéb termékek mellett CO keletkezett.

Ez két módon történhet:

- 1) A karbonát redukálódik,
- 2) a szén oxidálódik.

Az első lehetőség az adott vegyületek mellett nem túl valószínű, míg második annál inkább: a szulfátot a szén redukálta. (Meg kell jegyeznem, hogy az eljárást gyakran  $\text{CO}_2$  végtermékkel találjuk meg. A CO megjelenése főleg a folyamat végén jellemző, így ezen mérgező gáz lángjának felcsapását használták a folyamat végének jelzésére. A  $\text{CO}_2$ -vel felírt egyenlet jó megoldás, sőt, a teljes folyamatot pontosabban írja le.)

A 2-es út során nem alkalmazunk sem Ca, sem S-tartalmú vegyületet, ezért **A** nem, de **E** tartalmazza ezen elemeket.

Mivel **E**-ből víz hatására, kellemetlen szagú anyag szabadul fel, **E** valószínűleg  $\text{CaS}$ .

Sok megoldásban szerepel a  $\text{CaSO}_3$ , ami valóban egy lehetséges redukált termék (és csekély mennyiségben keletkezik is a folyamat során), viszont vízzel való reakciója nem termel sok  $\text{SO}_2$ -t, hiszen a hidrogén-szulfid ion nem elég erős bázis, ráadásul levegő jelenlétében könnyen oxidálódik.

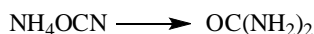
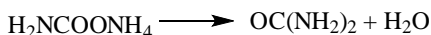
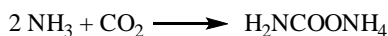
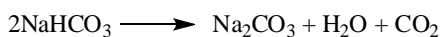
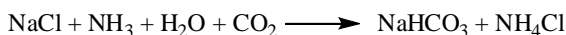
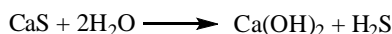
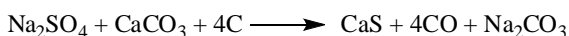
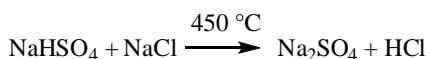
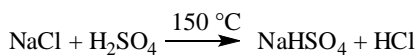
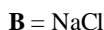
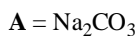
A fentiek alapján **A** egy karbonát, ami összhangban van az üvegipari és tisztítószerként való felhasználással.

Mivel **H**-t hevítve  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  és karbonát keletkezik, **H** feltehetően egy hidrogén-karbonát.

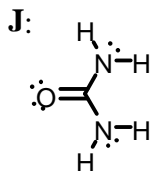
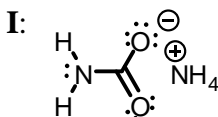
A kationprobléma eldöntésére két lehetőség van. Egyrészt, mivel **H**-t a háztartásban alkalmazzuk, tudhatjuk, hogy ez a  $\text{NaHCO}_3$ , és ekkor **B** a  $\text{NaCl}$ . A másik lehetőség a feladat második mondatát is figyelembe véve abból a felismerésből fakadhat, hogy a séma a Le Blanc- (1) és a Solvay-féle (2) szóda-, azaz  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -gyártást ábrázolja. Az utóbbi folyamatban (mely nagy előrelépést hozott) kihasználjuk a  $\text{NaHCO}_3$  csekély vízoldhatóságát: a 2-es út első lépésénél ez a vizes oldatból jórészt kicsapódik, míg az  $\text{NH}_4\text{Cl}$  oldatban marad (a  $\text{KHCO}_3$  oldhatósága jóval nagyobb, erre alkalmatlan lenne).

**Ismeretlenek:**

**Egyenletek:**

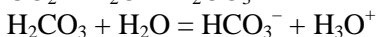


Ha egy reakció két lépésben zajlik le, azt érdemes két egyenletként felírni.



b) A szerkezeti képleteknél gyakori hiba volt a karbamátion egyik oxigénje és az ammóniumion közé rajzolt kovalens kötés. Ez helytelen, mivel így a nitrogén körül 5 kötés (5 kötő elektronpár) lenne. A nemkötő elektronpárokkal nem sokan számoltak el, és a negatív töltést többen egy elektronpárral összetéveszthetően tüntették fel. Ez utóbbi probléma megelőzhető azzal, ha a töltéseket bekarikázzuk, vagy ha a szögletes zárójeleken kívül tüntetjük fel azokat.

c) **F** alkalmazását egyszerűen az indokolja, hogy ammónia nélkül a reakcióelegyben a  $\text{CO}_2$  nagy többsége nem  $\text{HCO}_3^-$  alakjában, hanem  $\text{CO}_2$ -ként lenne jelen. Az ammónia tulajdonképpen bázisként, majd pufferként a  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$



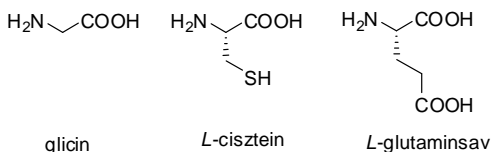
reakciókban keletkező protonokat köti meg, ezáltal az egyensúlyokat tolja el a felső nyíl irányába, biztosítva ezzel a  $\text{NaHCO}_3$ -ra nézve telített oldatot.

Daru János

### H75.

a) A tripeptidet három természetes aminosav alkotja. A peptidben csak két kiralitáscentrum található, ebből arra lehet következtetni, hogy az egyik aminosav a kiralitáscentrumot nem tartalmazó **glicin**. Az oxidált állapotban történő dimerizációból arra következtethetünk, hogy a dimert cisztein részletek oxidálásával képződő cisztin tartja össze. Tehát a másik peptidépítő aminosav a **cisztein**. A töltésszámokból, illetve a titrálás eredményéből arra következtetünk, hogy a peptidben két szabad savas csoport található. Az egyik ebből a peptid C-terminálisán lévő karboxilcsoport, a másik a harmadik aminosav oldalláncán található. Ilyen aminosavak a glutaminsav, az aszparaginsav, illetve a tirozin. Az oxigéntartalom alapján a harmadik aminosav a **glutaminsav**.

Tehát a peptidet alkotó aminosavak:

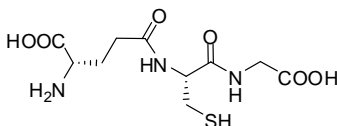


4 pont

b) Mivel a dimer a középső aminosavon keresztül alakul ki, ezért a cisztein a középső aminosav. Mindegyik aminosav hordoz  $-1$  töltést erősen bázikus közegben, ezért a glicin található a C-terminálison. Az N-

terminálison a glutaminsav található. A peptidben található két kiralitáscentrum a lehető legtávolabb helyezkedik el, ezért a glutaminsav nem az  $\alpha$ -, hanem a  $\gamma$ -karboxilcsoportjával vesz részt a peptidkötés kialakításában.

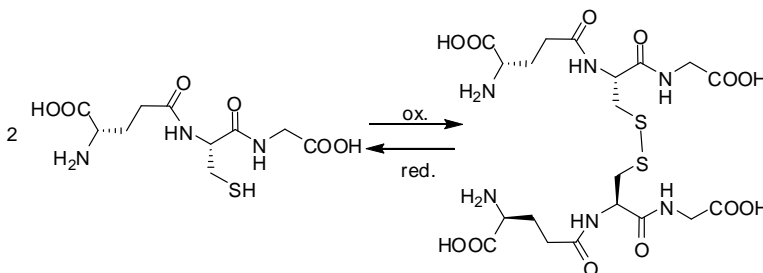
Tehát a tripeptid szerkezete:



Ez a tripeptid a  $\gamma$ -glutation ( $\gamma$ -L-glutamil-L-ciszteinil-glicin).

3 pont

c)



1 pont

d) A feladatrészt megfogalmazása nem volt egyértelmű, nem derült ki, hogy az aminosavak csak egyszer vagy többször is szerepelhetnek a tripeptidben. Ezért mind a két megoldás helyesnek elfogadható.

Tripeptid alatt olyan molekulát értünk, amelyben három aminosav és két peptidkötés található.

d1) Az aminosavak többször is szerepelhetnek. A glutaminsav két különböző peptidkötést tud kialakítani, ezért a probléma hasonlít arra, mintha négy aminosavunk lenne; kivéve a C-terminálist, mivel azon csak egyféle módon tud elhelyezkedni (csak egy  $\text{NH}_2$ -csoport van benne). Tehát az N-terminálisra és a középső helyre 4–4 aminosavból választhatunk, míg a C-terminálisra 3 aminosavból. Tehát összesen ilyen tripeptidből 48 képzelhető el. Figyelembe kell venni azt a furcsa peptidet

is, aminek két C-terminálisa van. Azaz a közepén elhelyezkedő glutaminsav mindkét karboxilcsoportjához peptidkötéssel kapcsolódnak aminosavak. Ilyen tripeptidből 9 található. Tehát összesen **57** tripeptidet építhetünk fel ezzel a három aminosavval.

d2) Az aminosavak csak egyszer szerepelhetnek. Három aminosavból 6 különböző tripeptid építhető fel. Ezen tripeptidekből 2-ben található glutaminsav a C-terminálison, a másik 4 peptidben kétféleképpen kapcsolódhat, tehát ezeket is figyelembe kell venni. Ebben az esetben sem felejtkezhetünk meg a kettő C-terminálist tartalmazó peptidekről, ezekből ebben az esetben 2 képzhető el. Tehát **12** tripeptidet építhetünk fel ezzel a három aminosavval.

2 pont

*A feladatra sok megoldás érkezett. Hibátlan megoldást Sarka János küldött be. A feladat megoldásánál problémát jelentett a glutaminsav  $\gamma$ peptidkötésének felismerése, illetve az utolsó feladatrésznél ennek a tulajdonságnak a kihasználása. A pontátlag 78,5%-os.*

Varga Szilárd

## HO-26.

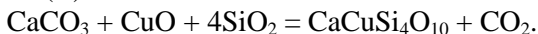
a)

Krómzöld, króm(III)-oxid:  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{S} = \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ ;

Ólom-ón-sárga, ólom(II)-szulfid:  $2\text{PbO} + \text{SnO}_2 = \text{Pb}_2\text{SnO}_4$ ;

Mínium, ólom(II,IV)-oxid:  $6\text{PbO} + \text{O}_2 = 2\text{Pb}_3\text{O}_4$ ;

Egyiptomi kék, kalcium-réz(II)-szilikát:



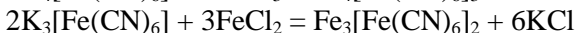
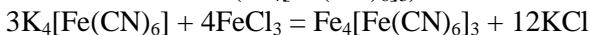
*Ez a feladatrész 2 pontot ért. A legtöbb nehézséget az egyiptomi kék festék okozta.*

b) A bórax, mint „folyósítószer” csökkenti az elegy olvadáspontját, ezáltal a reakció gyorsabban lejátszódhat. A nyerstermék vizes és híg sósavas mosással tisztítható (ezzel a bórax, a kalcium-karbonát és a réz(II)oxid távolítható el). A feleslegben maradt szilícium-dioxidot nem kell eltávolítani; mivel átlátszó, nem zavarja a festék színét.

1 pont

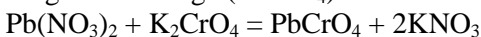
c)

Kék: Turnbull-kék ( $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ ) és Berlini-kék ( $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ )

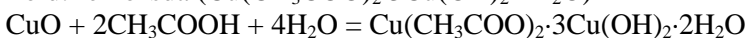




Sárga: Krómsárga ( $\text{PbCrO}_4$ )



Zöld: rézrozsa ( $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )



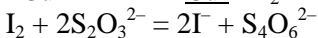
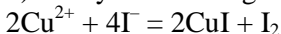
Vörös: cinóber ( $\text{HgS}$ )



A vörös módosulatot szublimáció, vagy átkristályosítás után nyerjük.

*Ez a feladatrész 2 pontot ért. Sok más helyes megoldás is érkezett a különböző festékekre, de az esetek jelentős részében a reakcióegyenletek hiányoztak. Különösen gazdag volt Kovács Bertalan és Sarka János felsorolása.*

d) Az ily módon meghatározható fém a réz. A meghatározás egyenletei:



A tioszulfát mérőoldat fogyásából számítható a minta réztartalma, amit 58,48%-nak találtunk.

2 pont

e) A festékek közül, csak az egyiptomi kék tartalmaz rezet. Ennek a festéknek a réztartalma 16,90%. Tehát az ismeretlen festék **nem** lehet az egyiptomi kék.

1 pont

f) A fekete por a réz(II)-oxid, az ismeretlen gáz a szén-dioxid. Ezek alapján kiszámíthatjuk a festék tapasztalati képletét, ami  $\text{Cu}_2\text{H}_2\text{CO}_5$ . Tehát a zöld por a **malachit** ( $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ).

2 pont

*Hibátlan megoldást Kiss-Tóth Annamária, Pröhle Zsófia és Sarka János küldött be. A pontátlag 76,7%-os.*

Varga Szilárd

## HO-27.

a) A redoxi folyamat:  $\text{ox}_1 + \text{red}_2 = \text{red}_1 + \text{ox}_2$ . Jelölje  $\varepsilon_1$  és  $\varepsilon_2$  a két reagáló rendszer redoxpotenciálját:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_1^0 + \frac{0,059}{n_1} \lg \frac{c_1^{\text{ox}}}{c_1^{\text{red}}}; \quad \varepsilon_2 = \varepsilon_2^0 + \frac{0,059}{n_2} \lg \frac{c_2^{\text{ox}}}{c_2^{\text{red}}};$$

és legyen  $\varepsilon_1^0 > \varepsilon_2^0$ ! Tehát az 1. rendszer erősebb oxidálószer, a 2. rendszer erősebb redukálószer. A reakció végén beáll az egyensúly, tehát  $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$ . Ezt az egyenlőséget kifejtve kapjuk:

$$\varepsilon_1^0 + \frac{0,059}{n_1} \lg \frac{c_1^{ox}}{c_1^{red}} = \varepsilon_2^0 + \frac{0,059}{n_2} \lg \frac{c_2^{ox}}{c_2^{red}};$$

$$\text{azaz } \varepsilon_1^0 - \varepsilon_2^0 = 0,059 \lg \frac{(c_2^{ox})^{n_2} (c_1^{red})^{n_1}}{(c_2^{red})^{n_2} (c_1^{ox})^{n_1}};$$

$$\text{tehát } \frac{(c_2^{ox})^{n_2} (c_1^{red})^{n_1}}{(c_2^{red})^{n_2} (c_1^{ox})^{n_1}} = 10^{\frac{\varepsilon_1^0 - \varepsilon_2^0}{0,059}}.$$

Az egyenlet jobb oldalán egynél jóval nagyobb pozitív szám áll, ami azt jelenti, hogy a redoxi egyensúly a fenti redoxegyenlet jobb oldala felé van erősen eltolódva, tehát valóban a gyengébb oxidáló és gyengébb redukálószer képződése a kedvezményezett. (3 pont)

b) A sav-bázis folyamat:  $HA + B^- = A^- + HB$ . Egy adott oldószerben az egyes részfolyamatok:  $HA = H^+ + A^-$ ;  $HB = H^+ + B^-$ . Ebben az oldószerben a két disszociációs folyamathoz tartozó egyensúlyi állandók  $K_A$  és  $K_B$ . Legyen  $K_A > K_B$ ! Tehát a HA vegyület erősebb sav az adott oldószerben, mint HB, így viszont a  $B^-$  erősebb bázis, mint  $A^-$ . A fenti sav-bázis folyamat egyensúlyi állandója a következőképpen írható fel:

$$K = \frac{c_{A^-} \cdot c_{HB}}{c_{HA} \cdot c_{B^-}} = \frac{K_A}{K_B}, \text{ azaz az egyensúlyi állandó értéke egy egynél nagyobb}$$

szám. Tehát a fenti sav-bázis egyensúly szerint a gyengébb bázis  $A^-$  és a gyengébb sav HB képződése a várható. (3 pont)

c) Ott várható hidrogénkötés kialakulása, ahol az erősebb sav a protondonor. Az **A** lehetőség kizárható, mivel az alkoholos OH gyengébb sav, mint a karboxilos OH. A **B** és **C** intramolekuláris hidrogénkötések képződése viszont várható. A c) *részfeladat Dr. Majoros Béla: Elméleti szerves kémiai példatár, Tankönyvkiadó, 1983 munkájából való.* (2 pont)

d) A sav-bázis folyamat:  $H_3O^+ + H_2O = H_2O + H_3O^+$ , tehát itt két teljesen azonos erősségű sav és bázis egyensúlyáról van szó.

A  $K_a$  számítása:

$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{H}_2\text{O}]} = 1 \rightarrow K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = [\text{H}_2\text{O}],$$

azaz a  $K_a=55,4$ ,  $\text{p}K_a= -1,74$ . Az érték a hőmérséklet növekedésével növekszik (abszolút értéke csökken), mivel a víz tágul, tehát koncentrációja csökken, valamint – bár sokkal kisebb mértékben – a kedvezőbbé váló víz-disszociáció is ebbe az irányba befolyásolja a  $\text{p}K_a$  értéket. (2 pont)

*A feladattal 12-en foglalkoztak. Hibátlan megoldás nem született. A levezetéseket Kovács Bertalan adta meg helyesen. Sokan levezetések helyett hosszú diszkussziókba bocsátkoztak, hogy mit is jelent a kérdés, egyenletek nélkül azonban pontot nem kaphattak. A  $K_a$  definíciója megköveteli, hogy a vízkoncentrációval megszorozzuk az egyensúlyi állandót (a  $K$ -t), emiatt lesz 1-től különböző értékű és hőmérséklettől függő mennyiség. Az átlagpontszám 2,5 lett.*

Stirling András és Rokob Tibor András

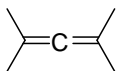
## HO-28.

I



neopentán

II



2,4-dimetilpenta-2,3-dién

III



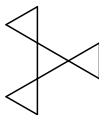
[1.1.1]biciklopentán

IV



adamantán

V



VI

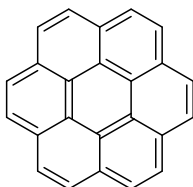
ha, csak egy mono  
izomer létezik, akkor

hexametilprizmán

VII



VIII

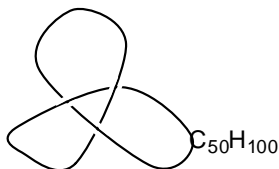


koronén

IX

bisz-ciklopentakozán  
(katenán)

X

ciklopentakontán  
(molekuláris csomó)

*Minden vegyület 1 pontot ért. Hibátlan megoldás nem érkezett, a legjobb megoldásokat Kiss-Tóth Annamária és Sarka János küldte be. A pontátlag 43,7%.*

Varga Szilárd

## Feladatok

*A dolgozatokat a következő címen várjuk 2008. február 25-ig postára adva. A később postázott leveleket nem tudjuk figyelembe venni a pontversenyben! Kérjük a formai követelmények figyelembe vételét!*

### **KÖKÉL Feladatok haladóknak**

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

**H81.** Milyen arányban kell összeönteni 0,1 M-os HCl oldatot és 0,1 M-os H<sub>2</sub>A oldatot, hogy az oldatban a HA<sup>-</sup> és a H<sub>2</sub>A speciestek koncentrációja megegyezzen?

A H<sub>2</sub>A savállandói:  $K_{s1}=9,60 \cdot 10^{-2}$ ;  $K_{s2}=2,90 \cdot 10^{-3}$

A borkősav savállandói  $K_{s1}=9,60 \cdot 10^{-4}$ ;  $K_{s2}=2,90 \cdot 10^{-5}$ . Végezd el a fenti számítást ezekkel az értékekkel is! Mit tapasztalsz az előzőhöz képest? Vajon mi lehet az oka?

(Klencsár Balázs)

**H82.** Egy ipari folyamat során képződött anyalúg Cl<sup>-</sup>, SCN<sup>-</sup> és CN<sup>-</sup> tartalmát titrimetriásan határoztuk meg. 10,00 cm<sup>3</sup>-es mintát vettünk, amit 100,0 cm<sup>3</sup>-re hígítottunk. E törzsoldat 10,00 cm<sup>3</sup>-ét Liebig szerint (a végpontot a leváló AgCN csapadék jelzi) gyenge zavarosság eléréséig titráltuk cianidra, ekkor 25,00 cm<sup>3</sup> 0,01 mol/dm<sup>3</sup>-es ( $f=0,880$ ) AgNO<sub>3</sub> oldat fogy. Ezután még 100,0 cm<sup>3</sup>-t mértünk be a fenti AgNO<sub>3</sub> oldatból a titrálólombikba (feleslegben vettük), majd szűrtük az oldatot. A szűrlet fölös Ag<sup>+</sup>-tartalmára 30,40 cm<sup>3</sup> 0,01 mol/dm<sup>3</sup>-es ( $f=0,8330$ ) KSCN-oldat fogyott. A csapadékot szűrés után salétromsavval forraltuk, majd szűrtük. (Segítség: A salétromsavas forralás elbontja az ezüst-rodanidot és az ezüst-cianidot, de az ezüst-kloridot változatlanul hagyja.) A szűrletet

250 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikba mostuk, majd jelre töltöttük, ebből 20,00 cm<sup>3</sup>-t titráltunk, melynek Ag<sup>+</sup>-tartalmára 5,20 cm<sup>3</sup> fogy a fenti KSCN-oldatból.

- Írd fel az analízis során lejátszódó kémiai reakciók rendezett ioneqnyenleteit!*
- Add meg az anyalúg Cl<sup>-</sup>, SCN<sup>-</sup> és CN<sup>-</sup> tartalmát mol/dm<sup>3</sup>-ben!*  
(Lovas Attila)

**H83.** Az **A** vegyület összetételét a következő képlettel adhatjuk meg: CoCl<sub>3</sub>·5NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O. Mind az **A** vegyület, mind az oldata rózsaszínű. 1 mol **A** vegyület vizes oldatát AgNO<sub>3</sub>-tal reagáltatva azonnal 3 mol AgCl csapadékot ad. 1 mol **A** hevítése során 18 gramm víz távozik **B** vegyület képződése mellett. 1 mol **B** vegyület vizes oldatát AgNO<sub>3</sub>-tal reagáltatva azonnal 2 mol AgCl csapadékot ad. Ha a szuszpenziót jelentősen meghígítjuk, további 1 mol AgCl csapadék válik le az AgNO<sub>3</sub> hatására (bár nagyon lassan). Az **A** és **B** vegyület komplexionja oktaéderez szerkezetű és a ligandumok a lehető legszimmetrikusabban helyezkednek el.

- Mi az **A** és **B** vegyület, nevezd el őket!*
- Írd fel az AgNO<sub>3</sub>-tal lejátszódó reakciókat!*
- Milyen komplexion képződik **B**-ből, amivel az Ag<sup>+</sup> csak lassan reagál? Nevezd el!*
- Rajzold fel **A** és **B** komplexionjainak a szerkezetét! (Használd vastagított és szaggatott ékeket a térszerkezet érzékeltetéséhez!)*  
(észt feladat)

**H84.** Egy vastárgyra elektrolízissel kadmiumréteget (1,00·10<sup>-2</sup> mm) választunk le. A töltésmennyiség méréséhez az elektrolizálócellával sorba kötött KI-coulométert használunk (ezen coulométerben KI-t oxidálunk jóddá elektromos árammal). A coulométerben lévő oldatot 250 cm<sup>3</sup>-re hígítjuk, majd e törzsoldat 20,0 cm<sup>3</sup>-es részletét 0,01 mol/dm<sup>3</sup>-es Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oldattal titráljuk. A fogyás 23,2 cm<sup>3</sup> volt. ρ(Cd) = 8,70 g/cm<sup>3</sup>.

- Írd fel a lejátszódó anód- és katód folyamatokat az elektrolizálócellában, illetve a coulométerben!*
- Számítsd ki a felhasznált elektromos töltés mennyiségét!*
- Számítsd ki a vastárgy felszínét!*

(észt feladat)

**H85.** Egy ismeretlen, élénksárga színű, szilárd szerves vegyület 1,98 g-ját 12,25 dm<sup>3</sup> standard állapotú levegőben maradéktalanul elégetjük. Az égéstermékot szobahőmérsékletre hűtve 0,54 cm<sup>3</sup> víz kondenzál. A maradék háromkomponensű gázelegyet 1 dm<sup>3</sup>, 0,1 M-os NaOH oldatban elnyelve a kapott oldat pH-ja 10,194. Az ezután megmaradó 1 bar nyomású gázelegyben az oxigén parciális nyomása pontosan  $\frac{4}{45} \cdot 10^5$  Pa.

A vegyületről tudjuk továbbá, hogy vízben kevésbé oldódik, oldata nagyon enyhén savas kémhatású. Enyhe redukciójával egy sav-bázis amfoter vegyülethez jutunk, mely vizes oldatban bázikus jellegű. Erős redukció hatására egy bázist kapunk. A vegyület ezen kívül Fe(III) ionokkal színreakciót ad. Az ismeretlen közönséges körülmények között brómmal egyáltalán nem reagál, viszont UV fény és 100 °C feletti hőmérséklet hatására intenzív, háromlépéses reakciót tapasztalunk. Vaskatalizátor segítségével, igaz nagyon nehezen, de szintén reakcióra bírható brómmal.

- Add meg a vegyület összegképletét!*
- Add meg az összes lehetséges izomer képletét és nevét, amelyekre a feladatban megadott vizsgálatok mindegyike teljesül!*
- Írd fel a feladatban említett összes reakció egyenletét!*

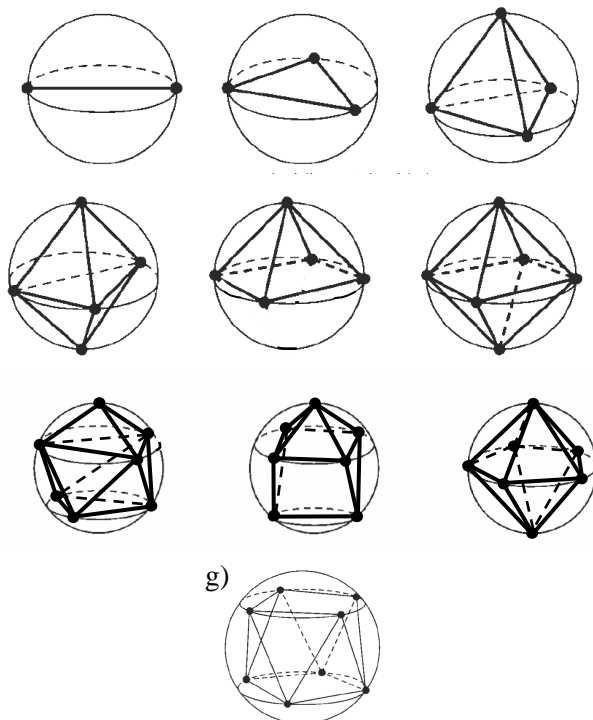
$$K_{s1(\text{H}_2\text{CO}_3)} = 4,2 \cdot 10^{-7}; K_{s2(\text{H}_2\text{CO}_3)} = 4,8 \cdot 10^{-11}$$

(Klencsár Balázs)

## Vegyértékelektronpár-taszítási elmélet

A VSEPR (**V**alence **S**hell **E**lectron **P**air **R**epulsion) elmélet azon alapszik, hogy a molekula vegyértékhéján elhelyezkedő (kötő és nemkötő) elektronpárok taszítják egymást, egymástól a lehető legtávolabb igyekeznek elhelyezkedni. Ezen felismerés alapján a következőképpen becsülhetjük a molekulák alakját. A molekula központi atomját helyezzük el egy képzeletbeli gömb középpontjában, a ligandumokat és nemkötő elektronpárokat pedig a gömb felszínén, oly módon, hogy egymástól a lehető legtávolabb helyezkedjenek el (ez az ún. gömbfelületi modell). A gömbfelületi modell alapján az elektronpárok száma szerint a következő geometriák az optimálisak:

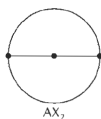
	elektronpárok száma	alakzat
(a)	2	lineáris
(b)	3	trigonális
(c)	4	tetraéder
(d1)	5	trigonális bipiramis
(d2)	5	négyzetes piramis
(e)	6	oktaéder
(f1)	7	egyik oldalán „befedett” oktaéder
(f2)	7	egyik oldalán „befedett” trigonális prizma
(f3)	7	pentagonális bipiramis
(g)	8	négyzetes antiprizma



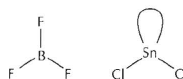
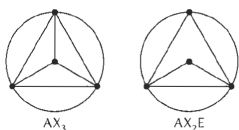
Ezek az alakzatok adják meg a molekulák alakját, azaz az elektronpárok elrendeződését. A következőkben a főbb szerkezeti típusokat tekintjük át, példákkal, de a teljesség igény nélkül.



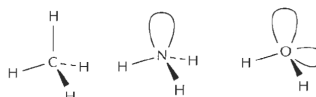
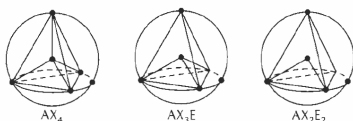
Vegyületek, ahol két elektronpár veszi körül a központi atomot ( $AX_2$ );  
lineáris szerkezetűek:



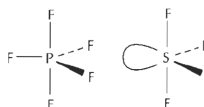
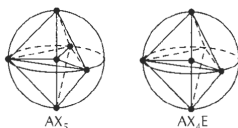
Vegyületek, ahol három elektronpár veszi körül a központi atomot ( $AX_3$ ;  
 $AX_2E$ ); trigonálisak, vagy V-alakúak:

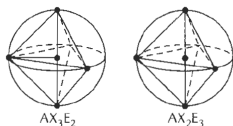


Vegyületek, ahol négy elektronpár veszi körül a központi atomot ( $AX_4$ ;  
 $AX_3E$ ;  $AX_2E_2$ ); tetraéderek, trigonális piramisok vagy V-alakúak:

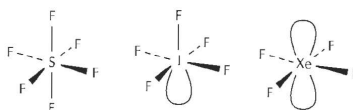
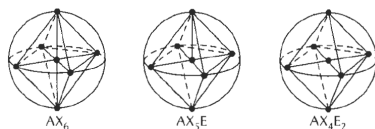


Vegyületek, ahol öt elektronpár veszi körül a központi atomot ( $AX_5$ ;  
 $AX_4E$ ;  $AX_3E_2$ ;  $AX_2E_3$ ); trigonális bipiramisok, torzult tetraéderek, T-  
alakúak vagy lineárisak:





Vegyületek, ahol hat elektronpár veszi körül a központi atomot ( $AX_6$ ;  $AX_5E$ ;  $AX_4E_2$ ); oktaéderek, tetragonális piramisok vagy síknégyszeteselek:

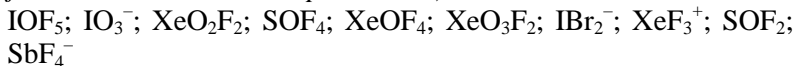


A kötésszögek pontosabb becsléséhez a következő hatásokat is figyelembe kell venni:

- A nemkötő elektronpárok térigénye nagyobb, mint a kötő pároké.
- A kötés térigénye csökken a ligandum elektonegativitásának növekedésével (illetve a központi atom elektronegativitásának csökkenésével).
- A kettős és hármas kötés kettő, illetve három elektronpárt tartalmaz, ezért térigénye nagyobb, mint az egyes kötésnek.

### HO-32.

a) Milyen a térszerkezete a következő molekuláknak (ionoknak)? Becsüld meg a VSEPR elmélet alapján a térszerkezetet, illetve a kötésszögek nagyságát! Rajzold fel a szerkezeteket! (Használj vastagított és szaggatott ékeket a térszerkezet érzékeltetéséhez és jelöld a nemkötő elektronpárokat is!)



A Lewis-bázisok elektronpár-donorok, míg a Lewis-savak elektronpár-akceptorok; egy Lewis-sav és egy Lewis-bázis egymással datív kovalens kötésű komplexet tud képezni. A savakról és bázisokról fontos információkat nyerhetünk komplexeik szerkezetének szisztematikus vizsgálatával.

- b) Mi a térszerkezete a  $BF_3$ , az  $NH_3$  és a  $N(CH_3)_3$  molekuláknak?  
 c) Mi a térszerkezete  $BF_3 \cdot NH_3$ ,  $BF_3 \cdot N(CH_3)_3$  és a  $BF_3 \cdot CO$  komplexeknek?

Az ammóniás komplexben az FBF kötésszög  $111^\circ$ , a trimetilaminban ugyanez a kötésszög  $107^\circ$ , míg a szén-monoxidban  $120^\circ$ .

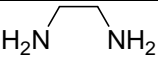
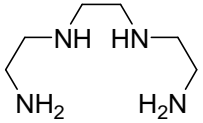
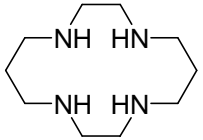
- d) Milyen következtetést vonhatunk le ezekből az adatokból a Lewis-bázisok donáló képességéről? Válaszod indokold!  
 e) Becsüld meg a  $XBX$  kötésszöget a  $BCl_3$ ,  $BCl_3 \cdot NH_3$  és a  $BCl_3 \cdot CO$  molekulákban! Rajzold fel térszerkezeteiket!

Megjegyzés: A  $CH_3$ -csoport térszerkezetével ne foglalkozunk külön; kezeljük úgy, mintha egy atomból álló ligandum lenne!

(Varga Szilárd)

**HO-33.** Az 1987-es kémiai Nobel-díjat Donald J. Cram, Jean-Marie Lehn és Charles J. Pedersen kapták a szupramolekuláris kémia területén elért eredményeikért. A szupramolekuláris kémiát 1978-ban Lehn a molekuláris szerveződés és az intermolekuláris kötések kémiájaként definiálta. A következő kérdések és a rájuk adott válaszok ehhez a témakörhöz juttatják közelebb az érdeklődőket.

a) A  $Cu^{2+}(aq) + \text{ligandum}(aq) \rightarrow [Cu(\text{ligandum})]^{2+}(aq)$  reakciót vizsgálták  $25^\circ C$ -on különböző a ligandumokkal. A következő adatokat kapták:

Ligandum	$\Delta_r H^\circ$ (kJ mol <sup>-1</sup> )	$\Delta_r S^\circ$ (J mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )
	-105	23,8
	-90,4	81,5
	-76,6	215

- Számold ki az egyes komplexek stabilitási állandóit! Magyarázd a tapasztalt tendenciákat!

Megj:  $\lg K_{st}([\text{Cu}(\text{NH}_3)]^{2+}) = 4,27$ ;  $\lg K_{st}([\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{2+}) = 3,59$ ;  
 $\lg K_{st}([\text{Cu}(\text{NH}_3)_3]^{2+}) = 3,00$ ;  $\lg K_{st}([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}) = 2,19$

Az egyensúlyi állandó számításához a standard szabadentalpiaváltozás és az egyensúlyi állandó közötti összefüggést használhatjuk:

$$\Delta_r G^\circ = -RT \ln K$$

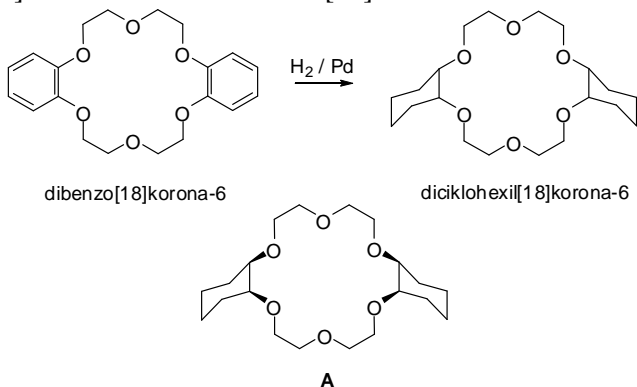
ahol  $\Delta_r G^\circ$  a reakció standard szabadentalpiaváltozása [ $\text{J mol}^{-1}$ ];  $R$  az egyetemes gázállandó [ $\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ ];  $T$  a hőmérséklet [ $\text{K}$ ];  $K$  az egyensúlyi állandó.

A szabadentalpiaváltozás az entrópiaváltozásból és az entalpiaváltozásból számítható:

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$$

ahol  $\Delta G^\circ$  a szabadentalpiaváltozás [ $\text{J mol}^{-1}$ ];  $\Delta H^\circ$  az entalpiaváltozás [ $\text{J mol}^{-1}$ ];  $\Delta S^\circ$  az entrópiaváltozás [ $\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ ];  $T$  a hőmérséklet [ $\text{K}$ ].

b) A kation- és anionmegkötő tulajdonságú koronaéterek felfedezése Charles Pedersen nevéhez köthető. A következő eljárással állított elő dibenzo[18]korona-6-ból diciklohexil[18]korona-6-ot:

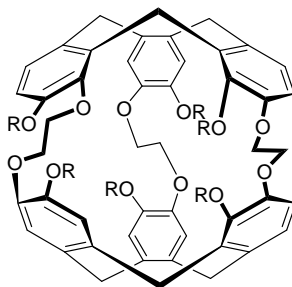


Az enantiomereket is beleértve öt izomer keletkezett a redukció során. Ezek közül a *cisz-szin-cisz*-diciklohexil[18]korona-6-ot (A izomer) mutatja a mellékelt ábra. A további izomereket *cisz-anti-cisz*, *transz-szin-transz*, *transz-anti-transz*, illetve *cisz-transz* jelzővel illelhetjük.

- *Rajzold fel a keletkezett izomereket! A fenti izomereinelvezéseket rendeld hozzá a szerkezetekhez!*
- *Konformációs mozgásokkal (kötések körüli elforgatásokkal) egymásba alakíthatók ezek az izomerek?*

- *Mely izomerek királisak?*

c) A mesterséges érzékelők fejlesztésének egyik érdekes és izgalmas területe a semleges molekulákat megkötő vegyületek előállítás és vizsgálata. Az egyik ilyen vegyületcsalád a kriptofánok családja, melyet Donald Cram eredményei alapján fejlesztettek ki. Ezen vegyületcsalád első képviselője a kriptofán-A:



Kriptofán-A  $R=CH_3$

A kriptofán-A metánmegkötési képességét vizsgálták különböző oldószerekben, standard körülmények között. A mérések során a következő adatokat kapták:

Oldószer	$\rho$ (oldószer) [g cm <sup>-3</sup> ]	$K_{st}$ (metán) [M <sup>-1</sup> ]	$K_{st}$ (oldószer) [M <sup>-1</sup> ]
(CHCl <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	1,60	130	0,00
CHCl <sub>3</sub>	1,48	?	10,0

A táblázatban  $K_{st}$ (metán) a metán kötődési állandója (komplexstabilitási állandó) a feltüntetett közegben, míg  $K_{st}$ (oldószer) a tiszta oldószer kriptofán-A-val képzett komplexének a stabilitási állandója.

- *Mennyi a metán kötődési állandója kloroformos közegben? (Feltételezzük, hogy minden körülmény megegyezik a két mérés során, csak az oldószer anyagi minősége különbözik.)*

(Varga Szilárd)