

## GONDOLKODÓ



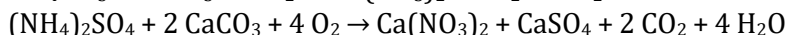
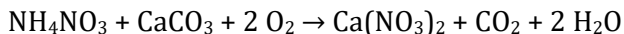
### Megoldások

**K501.** A feladat műtrágyák összetevőinek talajsavanyító hatásáról és annak mészkővel történő közömbösítéséről szólt. Sajnos a szövegben megadott adatok a mezőgazdasági szakirodalomban használt gyakorlati, tapasztalati számok voltak. Ezek komplex talajtani folyamatok eredményeként alakulnak ki, és nem vezethetők le közvetlenül egyszerű sztöchiometriai számításokkal. Elnézést kérünk a megoldóktól. A javítás során igyekeztünk pontosítani a megkísérelt sztöchiometriai számításokat, illetve a közömbösítés folyamatait.

A talaj savanyodásának a fő oka elsődlegesen az, hogy a talajban élő mikroorganizmusok a vegyületek nitrogéntartalmát nitritionon át nitráttá oxidálják.



1 mol ammóniumion tehát 2 mol hidrogéniont termel, aminek a semlegesítéséhez 1 mol mészkő,  $\text{CaCO}_3$  szükséges. Az ennek megfelelő bruttó egyenletek az elméleti maximumot adják a mészigényre:



A moláris tömegeket tekintetbe véve a két elvi mészigény-érték:  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ : 125,0;  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ : 151,5.

A tényleges mészigények ennél jóval kisebbek. Szerencsétlen módon a tapasztalati értékek kis, egész számok hányadosai közelében voltak, ezért azt sugallták, hogy társítható hozzájuk reakció. Az így kikövetkez-

tethető só:mészkeő mólarány az ammónium-nitrát esetében 1:2, az ammónium-szulfát esetében 3:4 közelében volt. Az utóbbi folyamathoz semmiképp nem társítható egyenlet, míg az előbbi a kalcium-nitrát, ammónia, szén-dioxid és víz keletkezésével épp összeegyeztethető, bár ez a folyamat nem igazán játszódik le a talajban.

*A beküldött megoldásokban egyszer merült fel a nitrifikáció folyamata. A megoldók érthető módon a megadott tapasztalati számokhoz kerestek reakciókat. Az értékelés során a mólarányok számolását pontosztuk. A félrevezető adatokhoz illeszkedő bármilyen egyenletet elfogadtunk.*

(Magyarfalvi Gábor)

**K509.** A fém-klorid hatására leválik ezüst-klorid csapadék, azonban belátható, hogy ennek tömege még akkor sem éri el az 1,00 grammot, ha a kiindulási keverék gyakorlatilag csak  $\text{AgNO}_3$ -ot tartalmaz. 1,00 g  $\text{AgNO}_3$  anyagmennyisége  $5,89 \cdot 10^{-3}$  mol, melyből ugyanekkora anyagmennyiségű  $\text{AgCl}$  válik le, ennek tömege 0,844 gramm. Szükséges tehát, hogy fluorid-csapadék is leváljon az ezüst-klorid mellett. Ez megtörténhet például magnéziumionok, vagy kalciumionok segítségével. Jelölje  $x$  gramm a kiindulási keverékben az  $\text{AgNO}_3$  tömegét, ekkor kezdetben  $(1-x)$  gramm  $\text{LiF}$  volt. A leváló ezüst-klorid csapadék tömege  $x/169,9 \cdot 143,4$  gramm. Abban az esetben, ha a keverék vizes oldatához magnézium-klorid oldatot csepegtetünk, a leváló  $\text{MgF}_2$  tömege, figyelembe véve, hogy a levált csapadék anyagmennyisége fele a kiindulási  $\text{LiF}$  anyagmennyiségének:

$$0,5 \cdot (1-x) / 25,9 \cdot 62,3 \text{ g}$$

Mivel 1,00 gramm csapadék vált le összesen, felírható, hogy

$$x / 169,9 \cdot 143,4 + 0,5 \cdot (1-x) / 25,9 \cdot 62,3 = 1,00.$$

Ebből  $x = 0,565$  g, azaz magnézium-klorid alkalmazása során a kiindulási keverék 56,5 m/m%  $\text{AgNO}_3$ -ot és 43,5 m/m%  $\text{LiF}$ -ot tartalmazott. Amennyiben kalcium-klorid vizes oldatát csepegtettük a kiindulási keverék vizes oldatához, úgy a fentiekhez hasonlóan felírható a levált  $\text{AgCl}$  és  $\text{CaF}_2$  csapadék tömegére, hogy

$$x / 169,9 \cdot 143,4 + 0,5 \cdot (1-x) / 25,9 \cdot 78,1 = 1,00$$

Ekkor  $x$  értéke 0,765 gramm, vagyis ebben az esetben 76,5 m/m%  $\text{AgNO}_3$ -ot és 23,5 m/m%  $\text{LiF}$ -ot tartalmazott a kiindulási keverék.

*A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 8,5 pont. A beküldött megoldások többsége helyes volt, illetve legfeljebb egy-egy számolási hibát tartalmazott.*

(Vörös Tamás)

**K510.** a) A gadolíniumot 1880-ban, a diszpróziiumot 1886-ban fedezték fel, mindkettőnek van 156-os tömegszámú természetes izotópja és egyik sem szerepelt az 1904-es táblázatban.

b) Az antimonnak létezik 121-es tömegszámú természetes izotópja.

c) A higany 201-es tömegszámú izotópjában 121 neutron van.

d) A rénum 187-es tömegszámú izotópjában 112 neutron található.

e) A germániumnak létezik 70-es tömegszámú izotópja és ez az elem 1869-ben még nem, 1904-ben viszont már szerepelt a periódusos rendszerben.

f) 70 a neutronszáma a xenon 124-es tömegszámú izotópjának, melyre szintén igaz, hogy 1869-ben még nem, 1904-ben viszont már szerepelt a periódusos rendszerben.

g) 70 neutronot tartalmazó természetes izotóp a tellúr 122-es tömegszámú izotópja.

h) 1939-ben fedezték fel a franciumot, melynek létezését Mengyelejev már korábban megjósolta.

i) 1955-ben, Mengyelejev születésének 121. évfordulóján fedezték fel a mendeléviumot.

*A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 6,6 pont, hibátlan megoldást Rajtik Sándor Barnabás, Simon János Dániel és Viczkó Csaba Péter küldött be. Azokban az esetekben, ha valaki helytelen megoldást is felsorolt, például az e) és f) pontokban olyan elemet, amely már szerepelt az 1869-es táblázatban is, nem járt pontszám az adott feladatrészre.*

(Zagyi Péter, Vörös Tamás)

**K511.** A szöveg utolsó szava a facsiga, tehát a  $42^{3,4}$  kód a Ga-ot kódolja, oly módon, hogy a 42-es szám jelöli a 42-es rendszámú elemet (Mo), melynek 3. és 4. héján összesen  $18 + 13 = 31$  elektron található. Ennyi elektron a 31-es rendszámú elem, azaz a gallium (Ga) atomjában van. Ezek alapján a teljes kódsor feloldása a következő:

$58^4$ : K;  $11^2$ : O;  $13^3$ : Li;  $63^{4,5,6}$ : Br;  $81^{4,5,6}$ : I;  $29^{3,4}$ : K;  $36^3$ : Ar;  $61^4$ : V;  $25^3$ : Al;  $49^{3,4,5}$ : Y;  $44^4$ : P;  $89^{1,2,3,4,5,6,7}$ : Ac;  $28^3$ : S;  $97^{3,4,5}$ : Ir;  $92^{3,4,5,7}$ : Ta;  $21^3$ : F;  $79^{4,6}$ : As;  $10^2$ : O;  $47^{3,4,5}$ : Rb;  $85^{1,2,3,4,5,6}$ : At;  $29^3$ : Ar;  $73^{1,2,3,4,5,6}$ : Ta;  $24^{1,2,4}$ : F;  $91^{2,3,4,5,6,7}$ : Ac;  $26^3$ : Si;  $42^{3,4}$ : Ga

A kód megfejtése: Kolibri, karvaly, pacsirta, fasorba tart a facsiga.

*A kód megfejtésére összesen 5 tanuló jött rá. Kiemelkedően szép, a monodóka elemzésére és képekkel történő illusztrációjára is kiterjedő megoldást küldött be Németh Kolos.*

(Vörös Tamás)

**K512.** a) Vizsgáljuk a vizes oldat  $1,00 \text{ dm}^3$ -ét! Ennek tömege  $1065 \text{ g}$ , benne  $2,13 \text{ mol}$  az oldott anyag anyagmennyisége és ismert, hogy az oldat  $4,11 \text{ n/n}\%$ -os. Jelölje  $x$  az oldószer anyagmennyiségét, ekkor felírható, hogy

$$2,13 / (2,13 + x) = 0,0411$$

Ebből  $x = 49,7 \text{ mol}$ , tehát az  $1065 \text{ g}$  oldatban a víz tömege  $49,7 \text{ mol} \cdot 18,0 \text{ g/mol} = 894,6 \text{ g}$ .

Ez alapján a  $2,13 \text{ mol}$  oldott só tömege  $1065 \text{ g} - 894,6 \text{ g} = 170,4 \text{ g}$ . A só moláris tömege  $170,4 \text{ g} / 2,13 \text{ mol} = 80,0 \text{ g/mol}$ .

b) Az  $1065 \text{ g}$  tömegű oldatban  $170,4 \text{ g}$  az oldott anyag, az oldat  $170,4 \text{ g} / 1065 \text{ g} \cdot 100 \% = 16,0 \text{ m/m}\%$ -os.

c) A só moláris tömege  $80 \text{ g/mol}$ ,  $1 \text{ móljában}$   $80 \text{ g} \cdot 0,600 = 48 \text{ g}$ , azaz  $3 \text{ mol}$  O atom van. Ilyen moláris tömegnek és összetételnek az ammónium-nitrát felel meg, képlete  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .

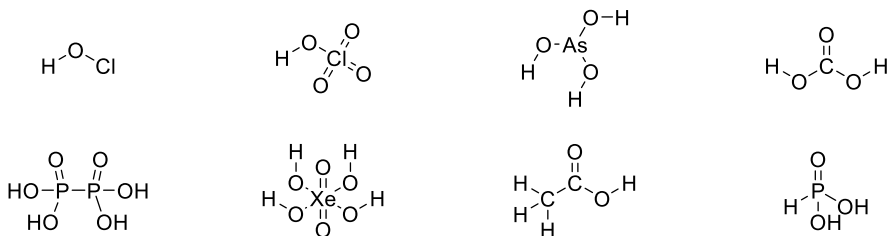
*A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga  $8,6$  pont, hibátlan megoldást  $11$  tanuló küldött be. A legnagyobb nehézséget a c) feladatrész megoldása okozta.*

(Vörös Tamás)

**H513.** Egy-egy példa a táblázatnak megfelelő savakra:

A sav képlete	Az atomok száma a sav molekulájában	A protonok száma a sav molekulájában	A protonok száma a teljesen deprotonált savmaradékionban
HOCl	3	26	25
HClO <sub>4</sub>	6	50	49
H <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub>	7	60	57
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	6	32	30
H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	12	82	78
H <sub>4</sub> XeO <sub>6</sub>	11	106	102
CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> H	8	32	31
H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	7	42	40

A példamolekulák szerkezeti képlete:



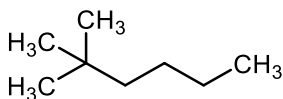
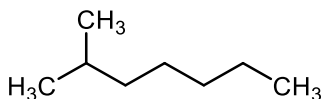
Az utolsó előtti esetben a sok atomra jutó kis molekulatömegeből lehet sejteni, hogy szerves molekula lesz a megoldás. A legtrükkösebb az utolsó eset volt, a foszforössaváról gyakran elfelejtjük, hogy vizes közegben csak kétértékű savként viselkedik.

*A feladat könnyűnek bizonyult, a legtöbben jó pontszámot értek el. Legközelebb jobban figyeljenek a feladat szövegére azok, akik teljesen lehagyták a szerkezeti képleteket!*

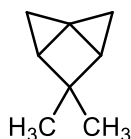
(Szobota András)

**H514.** A feladat eleje szénhidrogéneket kér megoldásként, az alpontok ellenben mind alkánokra (ami a hivatalos definíció szerint nyílt láncú és telített szénhidrogén) szűkítik a keresés körét. Ez esetleg összezavaró lehetett, így elfogadtam mindkét indoklást és a cikloalkánokat is tartalmazó lazább definíció használatát is.

a) A  $C_8H_{18}$  képlet alkánra utal. A felírt 4:3:1:0 arányoknak megfelelő képletek pedig (két különböző felosztásban):

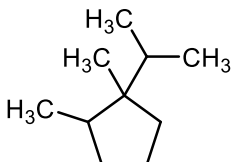


b) 1:1:1:1 aránnyal a szénhidrogén képlete a  $(C_4H_6)$  egység többszöröse kell legyen. Alkánok között könnyen belátható, hogy az ez alapján a hidrogének számára (esetünkben  $1,5n$  kellene legyen) felírható  $2n+2=1,5n$  egyenletnek nincs pozitív egész megoldása. Bővítve a kört  $C_8H_{12}$  képlettel azonban találhatunk ilyen szénhidrogént.



c) Néhány permutáció semmilyen szénhidrogénben nem állhat fent, a terciér és primer szénatomok száma csak egyszerre lehet páratlan, hogy a hidrogének száma páros maradjon. A fennmaradó permutációk: 1:2:3:4-P:S:T:K, P:K:T:S, T:S:P:K, T:K:P:S, S:P:K:T, S:T:K:P, K:P:S:T, K:T:S:P. A szénatomok és hidrogének számára alkánokban mindig fennálló egyenlőség:  $T+2S+3P$  (a kapcsolódó hidrogének száma a rendűség szerint) =  $2(K+T+S+P)+2$  (a hidrogének száma az alkánok összegképletéből számítva). Ebből  $P = 2K+T+2$ . Így kiesnek azok is, melyben  $P < K$  vagy  $P < T$ , tehát a fennmaradó változatok az 1:2:3:4-T:K:P:S, S:T:K:P, K:T:S:P. Ezekben az összegképlet rendre a  $(C_{10}H_{18})$ ,  $(C_{10}H_{16})$ ,  $(C_{10}H_{20})$  részlet többszöröse kell legyen, a b) feladathoz hasonlóan pedig belátható, hogy egyik esetben (1,8; 1,6; illetve  $2n$ ) sincs pozitív egész megoldása a hidrogének számára felírható általános egyenletnek alkánok esetén.

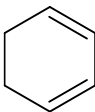
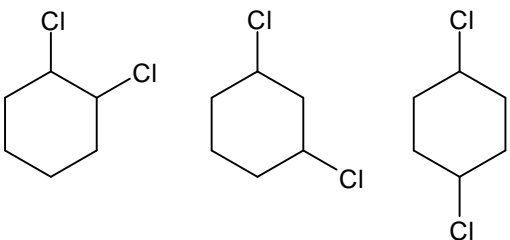
K:T:S:P-1:2:3:4 arányú cikloalkán szénhidrogén ugyanakkor például létezik. (Fordított sorrendben is lehetséges, de az rendkívül feszült vázat ad.)



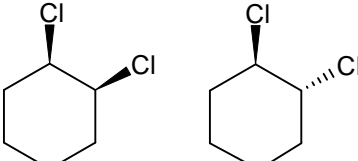
*A feladat nem bizonyult nehéznek, a megoldás elején említett ellentmondás sem okozott problémát igazán. Nehezebbnek tűnt ugyanakkor a szigorú definíció szerint értelmezve jól és alaposan megindokolni a megfelelő molekulák hiányát, az intuitív leírások mellé néha nem társult mindenre kiterjedő matematikai levezetés.*

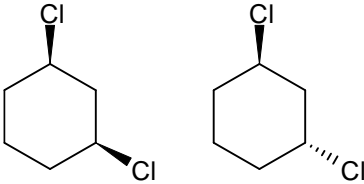
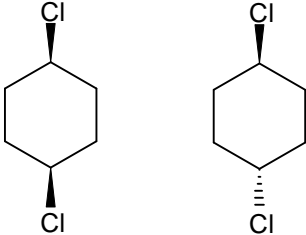
(Szobota András)

**K515.** a) Az **A** vegyület égetése során keletkező víz mennyisége, valamint a kérdéses vegyület szénatomszáma alapján az **A** vegyület összegképlete  $C_6H_8$ . **A** hidrogénezésével egy olyan telített szénhidrogénhez jutunk, melynek molekuláiban azonos rendűségű szénatomok találhatóak. Ezek alapján a telített szénhidrogén csak a ciklohexán, míg az **A** vegyület egy ciklohexadién, esetleg a ciklohexin lehet. Mivel a kumulált dién, és a cikloalkin – a kis tagszámú gyűrű miatt – nem stabil vegyületek, valamint az izolált dién esetén csak kétféle konstitúciójában is eltérő addíciós termék keletkezése várható, így az **A** vegyület a ciklohexa-1,3-dién lesz. A másik három vegyület (**B**, **C**, **D**) pedig a két addíciós lépés eredményeként létrejövő vicinális, valamint a kétféle diszjunkt diklórciklohexán. A kérdéses vegyületek szerkezete az alábbi táblázatban látható:

<b>A</b>	<b>B, C, illetve D</b>
	

b) A termékek geometriai izomériája a gyűrűs szerkezetből adódik, ugyanis a két szubsztituensnek a gyűrű síkjához képesti helyzete lehet cisz (bal oldali izomerek), illetve transz.

1,2-diklórciklohexán geometriai izomerjei:	
--	---

1,3-diklórciklohexán geometriai izomerjei:	
1,4-diklórciklohexán geometriai izomerjei:	

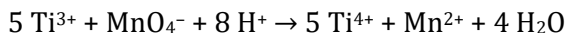
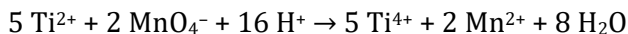
c) A három konstitúciós izomer közül az 1,2, valamint az 1,3 esetén az optikai izoméria jelensége is felléphet, ugyanis e két esetben a transz izomerek nem egyeznek meg a tükörképi párjukkal (a cisz izomerek viszont igen). Az 1,4-diklórciklohexán mindkét geometriai izomerje akirális.

*A feladat nem okozott nagy nehézséget a versenyzőknek. A mediánpontszám 8,5 lett.*

(Ficsór István Dávid)

**K516.** a) A lehetséges  $\text{Na}_x\text{Ti}_y\text{O}_4$  tapasztalati képletű vegyületek:  $\text{Na}_4\text{TiO}_4$  (csak  $\text{Ti}^{\text{IV}}$ -et tartalmaz),  $\text{Na}_5\text{TiO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{Ti}_2\text{O}_4$  (csak  $\text{Ti}^{\text{III}}$ -at tartalmaz),  $\text{Na}_6\text{TiO}_4$ ,  $\text{Na}_4\text{Ti}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{Ti}_3\text{O}_4$  (csak  $\text{Ti}^{\text{II}}$ -t tartalmaz), továbbá  $\text{NaTi}_2\text{O}_4$  ( $\text{NaTi}^{\text{III}}\text{Ti}^{\text{IV}}\text{O}_4$ ),  $\text{Na}_2\text{Ti}_2\text{O}_4$  ( $\text{Na}_2\text{Ti}^{\text{II}}\text{Ti}^{\text{IV}}\text{O}_4$ ),  $\text{Na}_3\text{Ti}_2\text{O}_4$  ( $\text{Na}_3\text{Ti}^{\text{II}}\text{Ti}^{\text{III}}\text{O}_4$ ) és  $\text{NaTi}_3\text{O}_4$  ( $\text{NaTi}^{\text{II}}\text{Ti}^{\text{III}}\text{Ti}^{\text{III}}\text{O}_4$ ). Ezek közül a tömegszázalékos titántartalom a  $\text{Na}_6\text{TiO}_4$  esetén a legkisebb (19,2 m/m%) és a  $\text{NaTi}_3\text{O}_4$  esetén a legnagyobb (62,3 m/m%).

b) A  $\text{Ti}^{2+}$  és a  $\text{Ti}^{3+}$  ionok az alábbi reakcióegyenletek szerint reagálnak savas közegben a permanganáttal:



Mindezeket figyelembe véve az egyes lehetséges vegyületek 1,00 mg-os mintáinak anyagmennyiségét és a vele reagáló permanganát anyagmennyiségét az alábbi táblázat tartalmazza:

A vegyület tapasztalati képlete	1,00 mg-os minta anyagmennyisége mmol egységben	A mintára fogyó permanganát anyagmennyisége mmol egységben
$\text{Na}_4\text{TiO}_4$	$4,90 \cdot 10^{-3}$	0,00
$\text{Na}_5\text{TiO}_4$	$4,41 \cdot 10^{-3}$	$0,881 \cdot 10^{-3}$
$\text{Na}_2\text{Ti}_2\text{O}_4$	$4,86 \cdot 10^{-3}$	$1,94 \cdot 10^{-3}$
$\text{Na}_6\text{TiO}_4$	$4,00 \cdot 10^{-3}$	$1,60 \cdot 10^{-3}$
$\text{Na}_4\text{Ti}_2\text{O}_4$	$3,97 \cdot 10^{-3}$	$3,18 \cdot 10^{-3}$
$\text{Na}_2\text{Ti}_3\text{O}_4$	$3,94 \cdot 10^{-3}$	$4,73 \cdot 10^{-3}$
$\text{NaTi}_2\text{O}_4$	$5,47 \cdot 10^{-3}$	$1,09 \cdot 10^{-3}$
$\text{Na}_2\text{Ti}_2\text{O}_4$	$4,86 \cdot 10^{-3}$	$1,94 \cdot 10^{-3}$
$\text{Na}_3\text{Ti}_2\text{O}_4$	$4,37 \cdot 10^{-3}$	$2,62 \cdot 10^{-3}$
$\text{NaTi}_3\text{O}_4$	$4,33 \cdot 10^{-3}$	$4,33 \cdot 10^{-3}$

A táblázat adatai alapján látható, hogy a legnagyobb fogyás a  $\text{Na}_2\text{Ti}_3\text{O}_4$  esetén várható ( $4,73 \cdot 10^{-3}$  mmol), míg a legkisebb, de nem nulla értéket,  $8,81 \cdot 10^{-4}$  mmol-t, a  $\text{Na}_5\text{TiO}_4$ -re kapjuk.

*A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 7,4 pont, hibátlan megoldást öt tanuló küldött be. Az a) feladatrész nem kérte a konkrét tömegszázalék értékek kiszámítását, megfelelő indoklással a vegyületek képlete is maximális pontszámot ért. A feladat szövege szerint x és y egész számok, a fenti megoldás csak azokat az eseteket mutatja, amelynél x és y pozitív egész szám, néhány megoldó azonban vizsgálta az x=0 és az y=0 eseteket is.*

(Vörös Tamás)

**K517.** a) A kationokban lévő elektronok száma 1,8-szerese az anionokban lévő elektronok számának például az alábbi binér vegyületekben: KF, CaO, K<sub>2</sub>O, Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ScF<sub>3</sub> és CaF<sub>2</sub> (mindegyik esetben 18:10 a kationokban és az anionokban lévő elektronok számának aránya).

b) A kationokban lévő elektronok száma 2,4-szerese az anionokban lévő elektronok számának például az alábbi binér vegyületekben: FeO, FeF<sub>2</sub>, Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CoF<sub>3</sub> (mindegyik esetben 24:10 a kationokban és az anionokban lévő elektronok számának aránya).

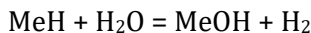
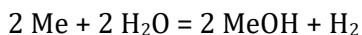
c) A kationokban lévő elektronok száma 4,5-szerese az anionokban lévő elektronok számának például az AgF<sub>2</sub> esetén (45:10 a kationokban és az anionokban lévő elektronok számának aránya).

d) A kationokban lévő elektronok száma 4,8-szerese az anionokban lévő elektronok számának például az alábbi binér vegyületekben: SnF<sub>2</sub>, SnO és SbF<sub>3</sub> (mindegyik esetben 48:10 a kationokban és az anionokban lévő elektronok számának aránya).

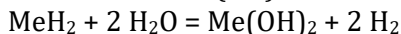
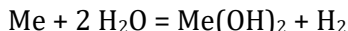
*A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 6,5 pont. Több megoldó úgy értelmezte a feladat szövegét, hogy a keresett vegyület összes kationjában és összes anionjában lévő elektronok számának hányadosa n értéke, így például az SnF<sub>2</sub> esetén a fentiekkel ellentétben n értéke 2,4. Ezeket a megoldásokat is teljes értékűnek fogadtuk el. A feladat a) és b) része bizonyult könnyebbnek, a c) és d) feladatrészek esetén kevesebb helyes megoldás született.*

(Vörös Tamás)

**K518.** A kérdéses reakciók egyenlete vízzel alkálifémek esetén:



Alkáliföldfémek esetén:



A savval való reakció mólarányai ugyanezek.

1 dm<sup>3</sup> H<sub>2</sub> anyagmennyisége 0,0409 mol.

Célszerű megvizsgálni az egyes fémek és fém-hidridek fajlagos (tömegegységre vetített) „H<sub>2</sub>-termelő képességét”.

1 g alkálifém mindig  $\frac{1}{2M}$  anyagmennyiségű  $H_2$ -t fejleszt, 1 g alkálifém-hidrid pedig  $\frac{1}{M+1,01}$  anyagmennyiségűt.

1 g alkáliföldfém mindig  $\frac{1}{M}$  anyagmennyiségű  $H_2$ -t fejleszt, 1 g alkálifém-hidrid pedig  $\frac{2}{M+2,02}$  anyagmennyiségűt.

A konkrét adatok (mol  $H_2$  / 1 g anyag):

	Me	MeH		Me	MeH <sub>2</sub>
Li	0,0720	0,126	Be	0,111	0,181
Na	0,0217	0,0417	Mg	0,0412	0,0760
K	0,0128	0,0249	Ca	0,0250	0,0475
Rb	0,00585	0,0116	Sr	0,0114	0,0223
Cs	0,00376	0,0747	Ba	0,00728	0,0144

Nyilvánvaló, hogy csak akkor valósulhat meg Vendel elképzelése, ha a fém értéke kisebb, a fém-hidridé pedig nagyobb, mint 0,0409. Ez pedig csak a nátriumra és a kalciumra teljesül.

1 gramm keverék tartalmazzon  $x$  g Na-t és  $(1-x)$  g NaH-t.

A fejlődő  $H_2$  anyagmennyisége:

$$0,0217x + 0,0417(1-x) = 0,0409$$

Ebből  $x = 0,04$

Tehát a keresett tömegarány:

$$m(\text{Na}) : m(\text{NaH}) = 1:24$$

Ugyanez a számítás a kalciumra:

A fejlődő  $H_2$  anyagmennyisége:

$$0,0250x + 0,0475(1-x) = 0,0409$$

Ebből  $x = 0,293$

Tehát a keresett tömegarány:

$$m(\text{Ca}) : m(\text{CaH}_2) = 1:2,4$$

5 versenyző hibátlan megoldást küldött be, az átlagpontszám 7,5 lett.

(Zagyi Péter)

**K519.** a) Abban az esetben, ha  $z$  értéke 100 lenne, akkor a reakció végén tiszta  $\text{MgCl}_2$  keletkezne, mely egyrészt nem oldat, másrészt csak úgy valószínűsíthető meg, ha a kiindulási porkeveréket nem sósavval, hanem tiszta  $\text{HCl}$ -gázzal reagáltatjuk. Amennyiben  $x = 100$ , azaz a kiindulási porkeverék tömege 100 gramm, úgy biztosan nem keletkezik sem 5, sem 10 tömegszázalékos oldat a reakció végére 5, illetve 10 gramm tömegű sósavval sem. Tehát mindenképpen  $y$  értéke 100 gramm. Mivel a kiindulási keverék tömegéhez képest a keletkező oldatban lévő oldott anyag tömege biztosan nagyobb lesz, ezért csak  $x$  értéke lehet 5, így  $z$  értéke 10.

b) A kiindulási 5 gramm tömegű  $\text{Mg} - \text{MgCl}_2$  keverékben jelölje  $a$  gramm a  $\text{Mg}$  tömegét! Ebből a  $\text{Mg} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$  reakcióegyenlet alapján  $a/24,3 \cdot 95,3$  gramm  $\text{MgCl}_2$  keletkezik az eredetileg már meglévő  $(5 - a)$  gramm mellé. Összesen tehát  $(5 + 2,92a)$  gramm  $\text{MgCl}_2$  lesz a keletkezett oldatban. A kapott oldat tömegét megkapjuk, ha a kiindulási keverék és a sósav tömegének összegéből levonjuk a távozó hidrogén-gáz tömegét. Ezek alapján a kapott oldat tömege:

$$(105 - a/24,3 \cdot 2,00) \text{ g}$$

A keletkező oldat 10,0 tömegszázalékos, azaz

$$(5 + 2,92a) / (105 - a/24,3 \cdot 2,00) = 0,100$$

Ebből  $a = 1,88$  gramm, vagyis a kiindulási keverékben 1,88 g  $\text{Mg}$  mellett 3,12 g  $\text{MgCl}_2$  volt. A kiindulási keverék tömegszázalékos összetétele: 37,6  $m/m\%$   $\text{Mg}$  és 62,4  $m/m\%$   $\text{MgCl}_2$ . Az 1,88 g  $\text{Mg}$  oldásához 5,65 g  $\text{HCl}$  szükséges, a sósav tehát 5,65  $m/m\%$ -os volt.

*A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 8,6 pont, hibátlan megoldást 7 tanuló küldött be. Az a) feladatrészt majdnem minden beküldő helyesen oldotta meg, a b) feladatrész esetén előfordult 1-1 számolási hiba.*

(Vörös Tamás)

**K520.** a) Jelölje a nuklid neutronszámát  $N$ , protonszámát  $P$ ! A harmadik elektronhéján lévő elektronok száma mindenképpen hárommal osztható kell legyen, és természetesen legfeljebb 18 lehet. Tehát  $(N - P)$  értéke 1...6 között lehet.

A tömegszám és a rendszám különbsége nem más, mint a neutronszám.  $N$  értéke egy szám háromszorosa, tehát hárommal oszthatónak kell lennie.

Ha elővesszük a természetes nuklidok listáját, akkor azt érdemes megfigyelnünk, hogy minél nagyobb a protonszám, annál inkább eltávolodik egymástól  $N$  és  $P$  értéke. Mivel a mi esetünkben  $(N-P)$  legfeljebb 6 lehet, csakis a viszonylag kis rendszámú nuklidok körében kell keresgelnünk. Konkrétan a  $^{78}\text{Kr}$  a legnagyobb rendszámú olyan természetes nuklid, amelyben 6-nál nem nagyobb  $(N-P)$  értéke.

Mivel a feltételek szerint a 3. elektronhéjon legalább 3 elektron van, a  $^{31}\text{P}$  a legkisebb szóba jöhető nuklid.

Vegyjel	$P$	$N$	$N-P$	3. elektronhéj	$N/3$
Al	13	14	1	3	↯
S	16	18	2	6	6↯*
<b>Sc</b>	<b>21</b>	<b>24</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>8</b>
-	-	-	4	12**	-
Co	27	32	5	15	↯

\*A feltételek szerint valamely *másik* elektronhéjon kell ennyi elektronnak lennie.

\*\* Nincs olyan atom, amelyben alapállapotban 12 elektron van a 3. héjon.

Ha  $(N-P) = 6$ , akkor a 3. héjon 18 elektron van, ami a Cu-ra és a nála nagyobb rendszámú atomokra teljesül. Azok a természetes nuklidok, amelyekben 6-tal több neutron van, mint proton:

$^{66}\text{Zn}$   $N = 36$        $N/3 = 12$       egyik héján sincs 12 elektron

$^{70}\text{Ge}$   $N = 38$        $N/3 = \text{↯}$

$^{74}\text{Se}$   $N = 40$        $N/3 = \text{↯}$

$^{78}\text{Kr}$   $N = 42$        $N/3 = 14$       egyik héján sincs 14 elektron

Tehát a feltételeknek egyedül a  $^{45}\text{Sc}$  nuklid felel meg.

b) Nézzük meg először az  $n = 4$  esetet. Ekkor a 4. héjon 4 elektron van, ha  $(N-P) = 1$ . Ez kizárt, mert ha csak eggyel több a neutronok száma, akkor eléggé kis rendszámú elemről lehet szó ( $^{39}\text{K}$  az utolsó ilyen).

$(N-P) = 2$  esetben a 4. héjon már 8 elektron van, ismét az a gond, hogy ezeknek az elemeknek (Kr, Rb, Sr) jóval nagyobb az  $(N-P)$  különbsége.

$(N-P) = 8$  esetben a 4. héjon 32 elektron van, ami az Yb és afölötti rendszámokra teljesül, de ezeknél már sokkal több neutron van az atommagban, mint proton, a különbség biztosan nagyobb 8-nál.

Könnyű belátni, hogy ha  $n = 5$ , tehát már van elektron az 5. héjon is, akkor még reménytelenebb a helyzet, hiszen ekkor az  $(N-P)$  különbség maximum 6 lehet ( $5 \cdot 6 = 30$ , de  $6 \cdot 6$  már 36, ennyi elektron pedig nem lehet az 5. héjon), viszont ilyen kis különbség csak a jóval kisebb rendszámú atomokat jellemzi.

Végeredményben tehát az okozza a problémát, hogy ha már egy atomnak van legalább 4 elektronhéja, akkor az  $(N-P)$  különbség mindig nagyobb lesz, mint a szóba jöhető kis egész számok.

*Nem sok versenyző próbálkozott a feladat megoldásával, amely valóban túlment bizonyos határokon. Viszont akik nekiveselkedtek, azok meg is találták a  $^{45}\text{Sc}$  nuklidot. A b) feladatrészben a meggyőző indoklás nehezebbnek bizonyult, de Németh Kolos és Simon János Dániel ezt a próbát is kiállta.*

(Zagyai Péter)

**K521.** A lehetséges összetevők közül  $150\text{ }^\circ\text{C}$ -on hevítve a vízmentes nátrium-karbonáttal nem történik változás, a kristálysóda elveszíti víztartalmát ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{ H}_2\text{O}$ ), míg a szódadikarbóna az alábbi reakcióegyenlet szerint bomlik:  $2\text{ NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ . A tömény kénsavas gázmosó a  $150\text{ }^\circ\text{C}$ -on távozó légnemű anyagok közül a vizet köti meg, a szén-dioxidot nem.

Az 1. minta esetén a minta tömegcsökkenése és a kénsavas gázmosó tömegnövekedése megegyezik, azaz csak vízgőz távozott a hevítés során. Ez alapján az 1. minta szódadikarbónát biztosan nem tartalmazott. A  $0,400\text{ g H}_2\text{O}$  anyagmennyisége  $0,0222\text{ mol}$ , mely tizedennyi, azaz  $0,00222\text{ mol Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{ H}_2\text{O}$  hevítése során keletkezett. Ekkor mennyiségű kristálysóda tömege  $0,635\text{ gramm}$ .

A maradék  $0,800\text{ g} - 0,635\text{ g} = 0,165\text{ g}$  vízmentes  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  volt. Az 1. minta tömegszázalékos összetétele:  $79,4\text{ m/m}\%$   $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{ H}_2\text{O}$  és  $20,6\text{ m/m}\%$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

A 2. minta esetén a tömegcsökkenés és a gázmosó tömegnövekedésének különbsége adja meg a távozó CO<sub>2</sub> tömegét, amely 1,419 g. Kiszámítható, hogy a távozó CO<sub>2</sub> anyagmennyisége (0,03225 mol) és a kénsav által megkötött 0,581 g H<sub>2</sub>O anyagmennyisége (0,03225 mol) megegyezik. Ez abban az esetben lehetséges, ha a hőbomlást szenvedő vegyületek közül a keverék csak szódabikarbónát tartalmazott, melynek anyagmennyisége  $2 \cdot 0,03225 \text{ mol} = 0,0645 \text{ mol}$ , tömege 5,42 gramm. A keverék maradék 1,58 grammja vízmentes nátrium-karbonát volt. A 2. minta tömegszázalékos összetétele: 77,4 m/m% NaHCO<sub>3</sub> és 22,6 m/m% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

A 3. minta esetén a távozó CO<sub>2</sub> tömege 0,044 gramm, anyagmennyisége  $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ , emellett keletkezett 0,011 mol H<sub>2</sub>O. Mivel CO<sub>2</sub> csak a NaHCO<sub>3</sub> bomlásakor keletkezik, ezért biztosan volt  $2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  szódabikarbóna (0,168 g NaHCO<sub>3</sub>) a keverékben, melyből keletkezett  $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  H<sub>2</sub>O is. A maradék 0,010 mol H<sub>2</sub>O  $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  kristálysóda (0,286 g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10 H<sub>2</sub>O) bomlása során keletkezett. Mivel ennek a két anyagnak a tömege összesen 0,454 g, a 3. minta össztömege pedig 0,666 gramm, ezért a minta tartalmazott 0,212 g vízmentes nátrium-karbonátot is. A 3. minta tömegszázalékos összetétele: 25,2 m/m% NaHCO<sub>3</sub>, 42,9 m/m% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10 H<sub>2</sub>O és 31,8 m/m% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

*A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 9,3 pont, hibátlan megoldást 9 tanuló küldött be.*

(Vörös Tamás)

**K522.** Az ammónium-hidrogén-karbonát bomlása a következő egyenlet szerint történik:



A tömény kénsavas gázmosó megköti a keletkező ammóniát is.

A 4. minta esetén a gázmosó tömegnövekedése ismét megegyezik a minta tömegcsökkenésével. Ha ammónium-hidrogén-karbonát lenne a mintában, akkor ez nem lenne lehetséges, hiszen a gázmosó nem köti meg a szén-dioxidot. Tehát ugyanaz a helyzet, mint az 1. minta esetén, a tömegszázalékos összetétel: 79,4 m/m% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10 H<sub>2</sub>O és 20,6 m/m% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

Az 5. minta teljes mennyisége gázzá alakul. Ez csak akkor lehetséges, ha a minta tiszta ammónium-hidrogén-karbonát. A gázmosó tömegnövekedése elvileg

$$0,8 \cdot \frac{M(\text{NH}_3) + M(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{NH}_4\text{HCO}_3)} = 0,354 \text{ g}$$

Ez nem felel meg a mérési adatnak, itt tehát hibáról lehet szó.

A 6. minta esetén bonyolultabb a helyzet. Legyen az egyes összetevők anyagmennyisége (mólban) a következő:

$\text{Na}_2\text{CO}_3$ :  $x$ ;  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ :  $y$ ;  $\text{NaHCO}_3$ :  $z$ ;  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ :  $v$

Az eltávozó gázok anyagmennyisége:

$\text{CO}_2$ :  $0,5z + v$

$\text{H}_2\text{O}$ :  $10y + 0,5z + v$

$\text{NH}_3$ :  $v$

A teljes tömegcsökkenés:

$$44(0,5z + v) + 18(10y + 0,5z + v) + 17v$$

A gázmosó tömegnövekedése:

$$18(10y + 0,5z + v) + 17v$$

Az összefüggések:

$$106x + 286y + 84z + 79v = 0,3$$

$$44(0,5z + v) + 18(10y + 0,5z + v) + 17v = 0,158$$

$$18(10y + 0,5z + v) + 17v = 0,070$$

Ez egy 4 ismeretlenes egyenletrendszer, de csak 3 független egyenletünk van: végtelen sok megoldás létezik. Kémiaileg reális eredményt (vagyis mindegyik ismeretlenre nemnegatív számot) akkor kapunk, ha  $v \leq 0,002$ . Ugyanis, ha 0,002 mólnál (0,158 g) több  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  van a keverékben, akkor a tömegcsökkenés 0,158 g-nál biztosan nagyobb lesz. Ha viszont ennél kevesebb  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  van jelen, akkor biztosan létezik olyan arány a másik három összetevőre, amelyből kijöhetnek a mért értékek.

A 7. minta esetén elvileg hasonló a helyzet, 3 egyenlet 4 ismeretlennel:

$$106x + 286y + 84z + 79v = 2$$

$$44(0,5z + v) + 18(10y + 0,5z + v) + 17v = 0,35$$

$$18(10y + 0,5z + v) + 17v = 0,1$$

Beláthatjuk azonban, hogy ennek az egyenletrendszernek nincs kémiai-lag reális megoldása, vagyis nem lehet  $x$ ,  $y$ ,  $z$  és  $v$  egyszerre nemnegatív.

A mérések szerint ugyanis 0,25 g  $\text{CO}_2$  keletkezett, ami 0,00568 mol. Ha ez kizárólag  $\text{NaHCO}_3$ -ból származik, akkor kell képződnie 0,00568 mol víznek is, ami 0,102 g. Ez pedig több, mint a gázmosó tömegnövekedése.

Ha kizárólag  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ -ból keletkezik a  $\text{CO}_2$ , akkor 0,00568 mol víznek és 0,00568 mol ammóniának kell még képződnie, nyilvánvalóan ez még nagyobb tömeget jelent. Bármilyen összetételű, 0,00568 mol össz-anyagmennyiségű keverékükből 0,100 grammnál nagyobb lesz a gázmosó tömegnövekedése.

Ez tehát szintén egy olyan eset, amely elvileg lehetetlen. Vendel talán csak az egyiknél gyanakodott hibára (az 5. minta esetén nagyon könnyen látszik ez), valójában azonban két olyan eset is van, amely a megadott mérési adatokkal elvileg lehetetlen.

*A legnehezebbnek a 7. minta elemzése bizonyult, maximális pontszámot egyedül Simon János Dániel ért el. Az átlagpontszám 6,6 lett.*

(Zagyi Péter)

**K524.** Ha a keletkező káliumsókban mólónként csak 1 mol K van, akkor a kérdéses sók moláris tömege:

$$M_1 = 124,2 \text{ g/mol}$$

$$M_2 = 142,2 \text{ g/mol}$$

Természetesen nem lehetetlen, hogy a moláris tömegek ezen értékek kétszeresei, de kiindulásként célszerű ezeket az eseteket vizsgálni, különösen azért, mert a feladat szövege szerint „viszonylag kis molekulájú” a két vizsgált vegyület.

Az első káliumsó 1 móljának oxigéntartalma 39,1 g-nál kisebb, ami 1 vagy 2 O-atomot jelent.

$$\text{A } C_pH_qO_2K \text{ képletben } p = 4; q = 5.$$

$$\text{A } C_pH_qOK \text{ képletben } p = 5; q = 9.$$

A második káliumsó 1 móljának oxigéntartalma 39,1 g-nál nagyobb, tehát legalább 48 g, ami minimum 3 O-atomot jelent.

$$\text{A } C_xH_yO_3K \text{ képletben } x = 4; y = 7.$$

A  $C_xH_yO_4K$  képletben  $x = 3$ ;  $y = 3$ .

Ezekből egyértelműen látszik, hogy a vizsgált vegyületek 4 szénatomosak.

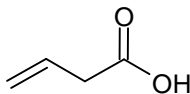
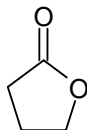
Érdeemes még észrevenni, hogy a két káliumsó moláris tömege között 18 g/mol az eltérés, ami megfelel 1 mol víznek.

Feltételezhetjük tehát, hogy mindkét kiindulási vegyület összegképlete  $C_4H_6O_2$ , de míg az egyikből egyszerű közömbösítéssel képződik  $C_4H_5O_2K$  képletű káliumsó, addig a másik vegyület KOH-val való reakciója:

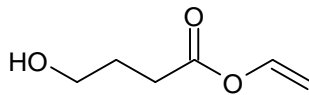
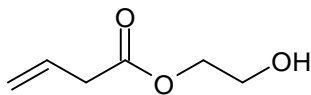


Ez akkor lehetséges, ha ez egy gyűrűs észter (lakton), amely a KOH-val lúgos hidrolízist szenvedve, gyűrűfelnnyílás közben alakul káliumsóvá.

Figyelembe véve a szerkezetükre vonatkozó információkat, a konstitúciók:



Több versenyzőnek is eszébe jutott az a lehetőség, hogy mindkét kiindulási vegyület észter. Az egyik a but-3-énsav észtere, a másik pedig a 4-hidroxi butánsavé. Pl.



Ezek is „viszonylag kis molekulájú, 200 °C körüli forráspontú” anyagok. Esetükben talán az az egyetlen szépséghiba, hogy a KOH-val való reakciójuk során nem csak a káliumsó keletkezik szerves terméként, tehát a „káliumsóvá alakulás” bátrabb értelmezését követelik meg. Ettől függetlenül elfogadtuk ezeket a megoldásokat is.

*Kiválóan teljesítettek a versenyzők, 7 maximális pontszám mellett 8,7 pont lett az átlageredmény.*

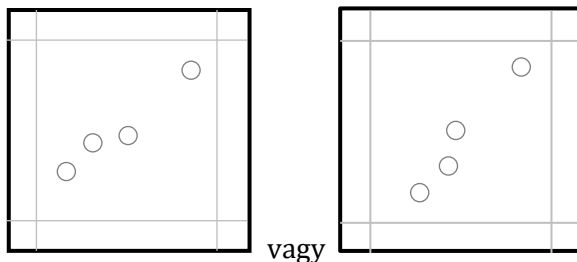
(Zagyi Péter)

**H421.** a) A bal oldali szürke vonalon lévő, vonalazott foltok.

b) A második elválasztás startvonalát a bal oldali szürke vonal jelzi, míg az első elválasztás során a felső szürke vonalig jutott az oldószer.

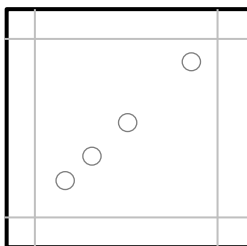
c) A második elválasztás során több komponensre vált szét a keverék, így az jobb elválasztásnak tekinthető. A vizsgált minta a foltok alapján legalább négy komponensű.

d)



Az első megegyezik az eredetivel, míg a második annak a bal alsó sarkot, a jobb felsővel összekötő átlóra vett tükörképe. A két eset csak az elválasztások (futtatások) irányában tér el egymástól. A bal oldali esetén a nevezetes vonalak megegyeznek az eredetivel. A jobb oldali esetén az első eluenssel végzett elválasztás alapvonala a bal oldali, míg a második – jobb elválasztást lehetővé tevő – eluens alapvonala az alsó szürke vonal. Az oldószerfrontok végső helyzetét jelölő vonalak a megfelelő alapvonalakkal párhuzamos vonalak.

e)

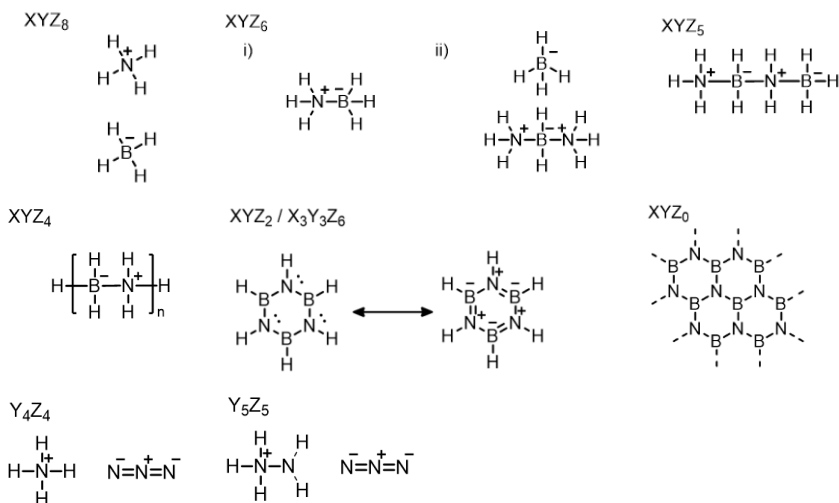


Az alakzatok a bal alsó sarkot a jobb felsővel összekötő átlón helyezkednek el, ugyanis mind a négy folt esetén az adott folt helyzetét leíró két retenciós faktor értéke egyenlő. A két alapvonal a bal oldali, illetve az alsó szürke vonal. Az oldószerfrontot jelölő vonalak a megfelelő alapvonalakkal párhuzamos vonalak.

f) Egy közös mintából (keverékből) nem választhatók szét az adott eljárással. Egy – esetleg elnyúlt – foltként jelennek meg az elválasztás végén. *A feladat, a szokatlan témája ellenére nem okozott nagy nehézséget. A medián pontszám 9 lett. A két leggyakoribb hiányosság a rajzokon szereplő nevezetes vonalak, valamint az első elválasztás utáni foltok jelölés nélküli megadása volt.*

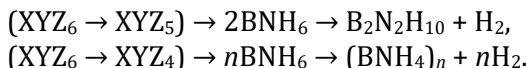
(Ficsór István Dávid)

**H422.** a) X: B, Y: N, Z: H. Így az említett anyagok szerkezete:



Az elemek megtalálása során talán a legnagyobb segítséget a b) feladat-rész leírása a  $XYZ_6$ -ról segíthette, hiszen az ammónia-borán különös szerkezete ismertebb. Többen hidrogén helyett klórral próbálkoztak. Bár  $X_3Y_3Z_6$ -hoz hasonló származék hidrogén helyett klóratommal is lehetséges lenne, azonban a már a szövegben lévő reakciók se tudnának akkor megtörténni. Így a klórt emiatt biztosan elvethetjük. Aki a bór és a nitrogénben nem volt biztos, nekik az XY azaz a bór-nitrid jelenthetett támpontot.

A szövegben említett két reakció pedig:

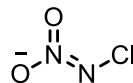
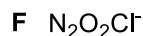
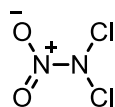
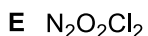
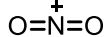
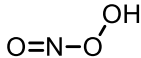
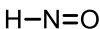
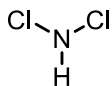


b) Az  $(XYZ_6/BH_3NH_3)$  ammónia-borán olvadáspontja azért meglepően magas moláris tömegéhez képest, mert molekulái között különleges másodlagos kölcsönhatás, úgynevezett dihidrogénkötés alakul ki. Ez a kötés akkor jön létre, amikor egy részlegesen pozitív hidrogénatom (amely a nitrogénhez kapcsolódik) kölcsönhatásba lép egy részlegesen negatív hidrogénatommal (amely a bórhoz kapcsolódik). Ez a kölcsönhatás erősebb, mint a szokásos van der Waals-erő, ezért stabilabb rácsot eredményez, ami így magasabb olvadáspontot jelent.

*A feladat könnyűnek bizonyult, több majdnem hibátlan megoldás érkezett. Kiemelkedő Elek János megoldása volt.*

(Nemeskéri Dániel)

**H423.** A keresett szerkezetek:



A specieszek nitrogéntartalma:

	A	B	C	D	E	F
w% (N)	16,3%	45,2%	22,2%	30,4%	21,4%	29,3%

A táblázat értékei összhangban vannak a fenti szerkezetekkel. Valójában, ha valaki az **A**-t meghatározta onnantól a tömegszázalékok mindössze ellenőrzésként szolgáltak, logikusan következtek a szerkezetek, a reakciók az előzőkből!

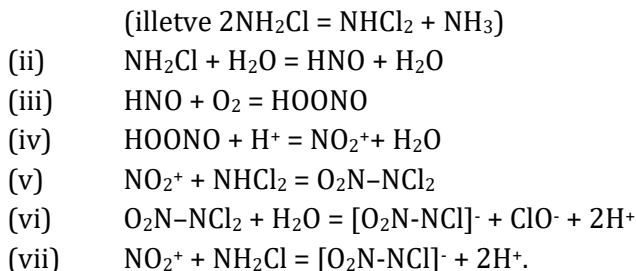
**A**-nak az összetételére pedig könnyen adódik a  $NHCl_2$ , mivel, ha feltételezzük, hogy nem dimer keletkezik, akkor:

$$M(A) = (14 \text{ g/mol})/0,16,3 = 85,9 \text{ g/mol.}$$

Ez az eredeti  $NH_2Cl$ -hez képest  $85,9 \text{ g/mol} - 51,5 \text{ g/mol} = 34,4 \text{ g/mol}$ . Amiből észrevehetjük, hogy egy hidrogénatom klórra való cseréje történt – körülbelül ekkor a moláris tömeg változása!

Az említett reakcióegyenletek:





A feladatot sokan hibátlanul oldották meg.

(Nemeskéri Dániel)

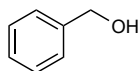
**H424.** a) Az acetecetészter nukleofillal először az észtercsoport szénatomján reagál, diketont eredményezve – a reakció a Grignard reagens feleslege esetén tercier alkoholt eredményez, ez is helyes, viszont az észtercsoport semmiképp sem marad érintetlen. A második kísérletben a várt termék difenil-metanol.



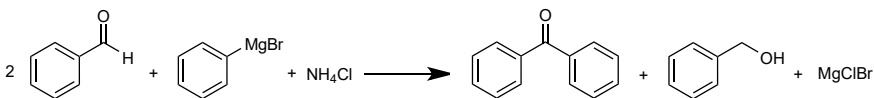
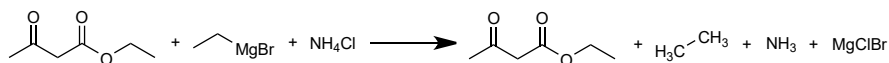
b) Az  $\text{NH}_4\text{Cl}$  a keletkező alkoholátion protonálásáért felelős, így felszabadul a semleges vegyület. A csapadék a hátramaradó  $\text{MgClBr}$ .

c) Az acetecetészter közepső, savas jellegű szénatomja deprotonálódik a nukleofil támadás helyett, emiatt etán pezseg ki az oldatból.

d) Benzil-alkohol.



e)



f) Grignard-reakciók esetében nem lehet a kiindulási anyagban savas proton, ugyanis az erős bázikus karakterű R-MgBr deprotonálja.

A második esetben Cannizzaro-reakció játszódott le: amennyiben van olyan molekula, amely jó hidridion-akceptor, akkor a közttermék difenil-metanolát egy hidridion távozásával stabilizálódik – a még jelenlévő benzaldehydet benzil-alkohollá redukálva.

*A feladat nehéznek bizonyult, ugyanakkor a beküldők kreatív megoldásokat javasoltak a problémákra. Az első reakció esetén díjaztunk minden lehetséges Grignard-reakciót, azonban az észter-részlet (vagy a keletkező félacetál) megmaradásáért csak részpont járt. A második reakció termékének többen a trifenil-metanolt javasolták. Az elgondolás helyes, ugyanakkor ahhoz, hogy a benzofenon képződjön (amiből aztán a trifenil-metanol keletkezne), valaminek redukálnia kell, amivel a beküldők nem számoltak el.*

(Varga B. Szilárd)

**H425.** a) A kálium-jodid feleslegének hatására a rosszul oldódó réz(I)-jodid képződése figyelhető meg. A reakció ellentétes irányban játszódik le a réz(II)-citrát komplexion kialakulása miatt, mely a csapadék oldódásához vezet.

b) Az ismeretlen vegyületben található részecskék közül azoknak a mennyiségét, amelyek képesek savas közegben jóddá oxidálni a jodidont, és amelyeket a nátrium-citrát nem képes indifferenssé tenni (maszkolni) ebben a redoxireakcióban.

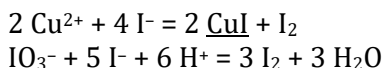
c) A végpont előtt a – híg oldatban kék, töményebb oldatban gyakorlatilag fekete színű – jód-keményítő komplex határozza meg az oldat színét. Ennek mennyisége a végpontban nullára csökken, így az oldat többi komponensének a színe lesz domináns. Az oldott anyagok közül egyedül a réz(II)-citrát komplexion színes, mely világos kék színű. Ennek koncentrációja azonban olyan alacsony, hogy a végpontban (és azon túl is) a vizsgált oldat gyakorlatilag színtelennek tekinthető.

d) A hozzáadott (20%-os) sósav hatására az oldat pH-ja csökken, mely a komplexion, illetve a szabad citrátion protonálódásához, valamint előbbi bomlásához, továbbá réz(I)-jodid csapadék, és jód keletkezéséhez vezet.

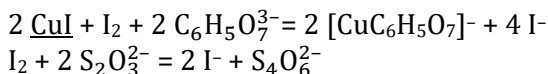
e) Erősen savas közegben a levegőben található oxigén képes oxidálni a jodidont. Ez a jelenség a kérdéses mérésben hibát okoz, hiszen az alapján tudjuk meghatározni a vizsgált vegyület réztartalmát.

f) A második mérés esetén feltételezhetjük, hogy a keletkező jód csakis a réz(II)ionok és a jodidionok közötti reakcióból származik. E megállapítás, valamint a második fogyás alapján az ismeretlen vegyület bemért mennyiségében 15,24 mg réz található. Mivel az első titrálás során is keletkezett jód, így az ismeretlen vegyületben a réz(II)ion mellett más részecske is képes oxidálni a jodidont. Amennyiben feltételezzük, hogy ezért a tulajdonságért egyetlen anion a felelős, és az ismeretlen vegyületben pontosan ez a két részecske található, úgy annak tömege 83,96 mg. Ezt felhasználva meghatározhatjuk az anion moláris tömegét, melyre egyszeres töltés esetén kapunk csak reális értéket (174,9 g/mol). Ez gyakorlatilag megegyezik a jodátion moláris tömegével. Ez az eredmény összhangban van a két titrálás során kapott fogyások arányával (12:1,0) is, vagyis az ismeretlen vegyület a réz(II)-jodát lehetett.

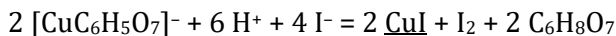
g) Az első lépés során a réz(II)-, és a jodátionok is reakcióba lépnek a jodidionokkal.



Ezt követően, de még az első mérés kezdete előtt maszkoljuk a réz(II)ionokat, majd nátrium-tioszulfát-mérőoldattal titráljuk meg az ismeretlen tartalmazó oldatot.



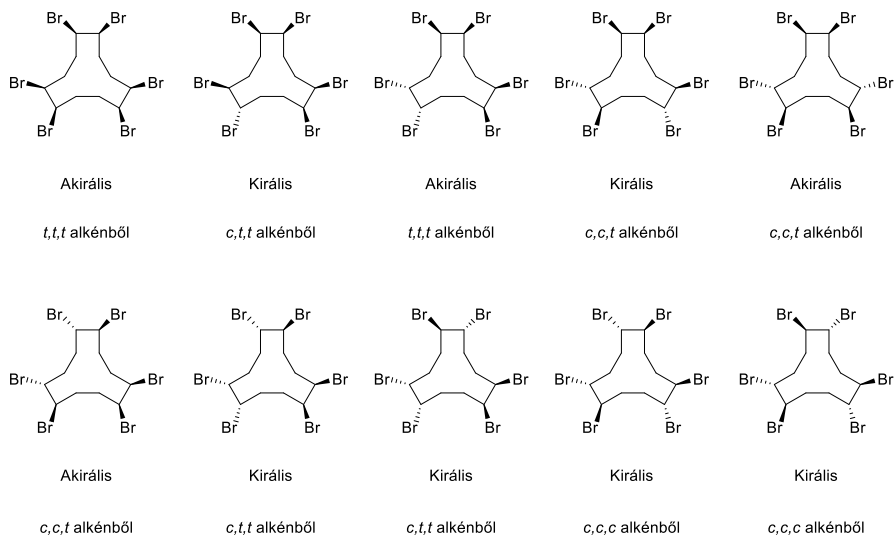
A második mérés kezdete előtt elbontjuk a kialakult komplexiont, és a fenti egyenletnek megfelelően elvégezzük ezt a mennyiségi meghatározást is.



*A feladat közepes nehézségűnek bizonyult. Az átlagpontszám 6 és 6,5, míg a medián pontszám 7 és 7,5 közé esett. A legnagyobb nehézséget az utolsó három kérdés teljes értékű megválaszolása jelentette.*

(Ficsór István Dávid)

**H426. a)** A HBCD-nek összesen 4 akirális és 12 királis sztereoizomere létezik, a tükörképi párok közül csak egyet-egyet felrajzolva ezek:



b) Az alkének brómozása a standard mechanizmus szerint anti terméket eredményez, tehát az egymás melletti szénatomokon található brómatomok állása gyűrűben: transz alkénből cisz dibromid, cisz alkénből transz dibromid keletkezik. Az a) ábrán az egyes izomerek alatt jelöltem, hogy az alkén melyik izomeréből keletkezhettek (*c* és *t* rövidítésekkel). A fel nem rajzolt enantiomerek természetesen ugyanazon izomerből keletkeznek.

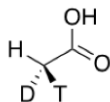
c) Mivel két alkén izomerből (*cct*, *ctt*) is 3 fő diasztereomer keletkezik, ennyi információ nem elég a kiindulási vegyület azonosításához.

*A feladat könnyűnek bizonyult, persze ennyi rajzolás közben előfordulnak hibák, de a legtöbbben jó pontszámot értek el. A c) feladatrészben volt, aki elszámolta a diasztereomereket a sok izomer között, erre figyeljetek!*

(Szobota András)

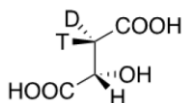
**H427.** a) Az eredeti munkában ozonolízissel hasították a kettős kötéseket, majd jodoform-reakcióval ( $I_2$ , KI és  $K_2CO_3$ ) a keton melletti metilcsoportot eltávolították. Más, analóg reakciókat is elfogadtunk.

b)

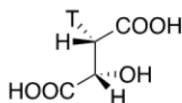


(S)-**B**

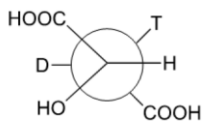
c) A malát-szintáz a glioxálsav aldehidcsoportjához kapcsolja a királis acetilcsoportot. Az új kiralitáscentrum (*S*) konfigurációjú, az acetilcsoport királis metilcsoportján pedig inverzió történik. A termékek kialakulása során egy hidrogénatom távozik a metiltől. Ez a leggyorsabban és legnagyobb mennyiségben  $^1H$  távozása esetén történik,  $^2H$  esetén negyedannyi,  $^3H$  esetén pedig nem kimutatható mennyiség adódik. Az alábbi konformáció a legstabilabb, benne a karboxilát-csoportok anti helyzetben vannak, de bármilyen konformáció elfogadható a szerkezet megadásakor. Az (S)-**B**-ből indulva:



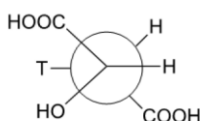
**D**



**E**

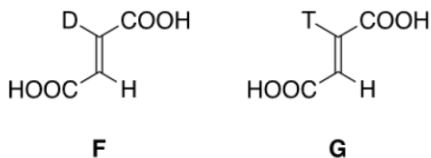


**D**



**E**

d) A Newman-projekció megmutatja, hogy melyik hidrogénizotóp van anti-periplanáris helyzetben a hidroxilcsoporttal ilyenkor. Ugyanis ezek eliminációját katalizálja a fumaráz. A nagyobb (négyeszeres) mennyiségű **D**-ből trícium, az **E**-ből könnyűhidrogén eliminálódik elsősorban erről a helyről, miközben a két jelölt fumársav keletkezik.



e) A reakciók során tehát a trícium-aktivitás 80% eltűnik a fumársavból,  $Z$  értéke 0,2 lesz az  $S$ -sztereoisomerből indulva. Belátható, hogy az  $(R)$ -sztereoisomerből indulva  $Z$  értéke 0,8 lesz

*A feladat kifejezetten nehéz volt, a sztereokémia sem volt egyszerű, amit az izotópokkal megbonyolított reakciók csak fokoztak. Egyetlen tökéletes megoldás sem született, bár minden részkérdésre érkezett jó válasz.*

(Magyarfalvi Gábor)

**H428.** a) A fullerén szénatomjai (a csúcsok) három másik szénatomhoz kapcsolódnak egy élen át. Az így leszámolható  $3n$  db él/kötés viszont két szénatomhoz tartozik, ezért az élek száma:

$$e = \frac{3n}{2}$$

A lapok száma ebből az Euler-összefüggéssel megkapható:

$$l = e - n + 2 = \frac{n}{2} + 2$$

A hatszögeknek ( $l_{\square}$  darab) hat csúcsa van, az ötszögeknek ( $l - l_{\square}$  darab) pedig öt. Így leszámolva minden csúcsot háromszor vesszünk sorra, hisz egy csúcs három laphoz tartozik.

$$n = \frac{6l_{\square} + 5(l - l_{\square})}{3} = \frac{l_{\square} + 5l}{3}$$

A hatszögek száma így megkapható:

$$l_{\square} = 3n - 5l = 3n - \frac{5n}{2} - 10 = \frac{n}{2} - 10$$

A lapok és a hatszögek számából látszik, hogy az ötszögek száma ( $l - l_{\square}$ ) mindenképp 12 lesz.

b) A feladatban közölt ábráról leolvashatók az egyes Goldberg-poliéderek lapszámai. A levezetett összefüggések segítségével könnyedén adódnak a további paraméterek.

$(a,b)$	$n$	$e$	$l$	$l_0$
(1,0)	20	30	<b>12</b>	0
(1,1)	60	90	<b>32</b>	20
(2,0)	80	120	<b>42</b>	30
(2,1)	140	210	<b>72</b>	60
(2,2)	240	360	<b>122</b>	110
(3,0)	180	270	<b>92</b>	80
(3,2)	380	570	<b>192</b>	180

Megjegyzést az első két poliéder érdemel. Az elsőnek (1,0) 12 oldala van, ami mind ötszög tehát. Ez a szénatomokból felépülő dodekaéder a nagy szögfeszültség miatt reaktív, de létezését már kísérletileg is kimutatták. A második sor a legismertebb, stabil és tisztán előállítható  $C_{60}$ -nak felelt meg.

*A feladat beküldőinek többsége hibátlanul dolgozott, 1-2 elnézés kivételével a többiek is megoldották a lényeges pontokat.*

(Magyarfalvi Gábor)

**H429.** a) A béta-tridimit elemi cellájában 16 oxigénatom található, azaz 8  $SiO_2$  egység. Erről meg lehet győződni a Si atomok leszámlálása segítségével is. Az ábrázolt cella csúcsain levő Si atomok 8 cellához, a lapközepein találhatóak 2 cellához tartoznak. A cella belsejében 4 Si atom van. Ez összesen:  $8(1/8) + 6(1/2) + 4 = 8$  Si atom cellánként.

b) A szilícium elemi cellája a jól ismert köbös gyémántrács, amiben a Si atomok ugyanúgy a csúcsokon, lapközepeken, és a nyolcadkockák felének közepén helyezkednek el, mint a tridimitben. Természetesen a szilícium esetén a szomszédos atomokat Si-Si kovalens kötések, a tridimit esetén Si-O-Si kapcsolatok kötik össze. A feladat szerzői által választott Si szerkezetet mutató ábra némileg félrevezető, mert a cellán kívüli atomokból is megjelenít néhányat.

Az analóg szerkezetek miatt a térfogatnövekedés megfeleltethető az elemi cellák térfogatnövekedésének.

A tridimit esetén egy Si-O-Si kapcsolat adja a testátló negyedét, így az elemi cella testátlója  $12,32 \text{ \AA}$ , éle pedig  $12,32/\sqrt{3} = 7,11 \text{ \AA}$ .

A két cella térfogataránya éleik arányából megkapható:

$$\left(\frac{7,11}{5,43}\right)^3 = 2,24$$

Tehát a térfogatnövekedés 124%-nyi.

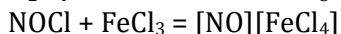
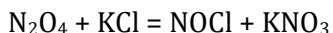
c) A valós szerkezetben az oxigénatomok nem a két Si atomot összekötő *A* tanév végére megmaradt kitartó beküldőknek a feladat nem okozott nehézséget. Az ügyetlen Si szerkezeti ábra csak egy embert, a százalékszámítás csak hármat zavart össze.

(Magyarfalvi Gábor)

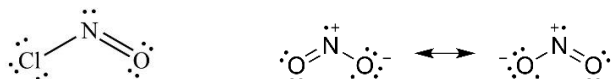
**H430.** a) A  $\text{FeCl}_3$ -ból keletkező vasvegyületben egy vasatomot feltételezve a moláris tömege  $227,66 \text{ mol/}$ . Ez  $65,46 \text{ g/mol}$ -al nagyobb, mint a  $\text{FeCl}_3$  moláris tömegénél. Ez a különbség lehet az **A** gáz moláris tömege 1:1 reakciót feltételezve. A gázban N, O, Na és Cl atomok lehetnek. Ezekből az atomokból kapható anyagokat tekintve a  $\text{NOCl}$  moláris tömege épp megfelelő.

**A** tehát  $\text{NOCl}$ , a barna **B** gáz nitrogén-dioxid lesz, ami a  $\text{N}_2\text{O}_4$ -ből keletkezik, miután az oszlopon végbement a reakció.

Az  $\text{NOCl}$  diszproporciós reakcióban kell, hogy keletkezzen, miután más oxidálható anyag nincs jelen. A reakció oxidált nitrogént tartalmazó termék, **C** tehát  $\text{KNO}_3$ . A **D** vasvegyületben a vas az anionban, a nitrogén a kationban található:  $[\text{NO}][\text{FeCl}_4]$ . A reakciók:



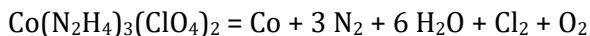
A két molekula esetén a Lewis-szerkezet a páratlan elektront tartalmazó  $\text{NO}_2$  esetén nem nyilvánvaló, hisz a modell elektronpárokkal dolgozik:



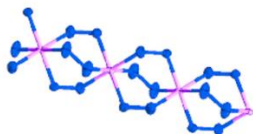
b) 3 óra alatt, 117  $\mu\text{l}$ /perc sebességgel az 1,44 g/ml sűrűségű folyadékból 30,326 g halad át. Eddig a pillanatig mind elreagál, és ugyanekkora anyagmennyiségű NOCl keletkezik, aminek a tömege 21,6 g. Az összesen 60,326 g reagenstömegből ez kivonva megkapjuk a szilárd anyag tömegét: 38,73 g.

c) Egy mol fémkobalt 353,54 g **X** bomlása során keletkezne. Perklorát, hidrazin és víz egységeket tekintve ez a moláris tömeg épp megfelel 3 mol hidrazinnak és két perklorátióknak a kobalt mellett.

Tehát **X** összegképlete  $\text{Co}(\text{N}_2\text{H}_4)_3(\text{ClO}_4)_2$ . A bomlás során keletkező gázok a víz forráspontja felett vannak, és kiszámítható, hogy 1 mol **X** 11 mol gázt fejleszt. Ez alapján a bomlás egyenlete a következő lehet:



A kationról tudni lehet, hogy hosszú láncokat alkot. Ez több módon is elképzelhető. A feladat szerzői szerint mindegyik hidrazin molekula két kobaltatomot köt össze, mint az ábrájukon, de természetesen a láncszerkezethez elég 1 vagy két hidrazinhíd is kobaltatomonként.



d) A nikkelanalóg **Y** moláris tömege 353,75 g/mol, aminek nikkeltartalma 16,6%.

*Az első rész a beküldők többségének nem jelentett nehézséget, de a szokatlan hidrazinkomplex csak a megoldások felében jelent meg.*

(Magyarfalvi Gábor)