

## GONDOLKODÓ



### Feladatok

*Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Zagyi Péter*

A megoldásokat 2022. február 28-ig lehet a [kokel.mke.org.hu](http://kokel.mke.org.hu) honlapon keresztül feltölteni, vagy postára adás után regisztrálni. A formai követelmények figyelmes betartását kérjük. A postacím:

#### **KÖKÉL Gondolkodó**

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

A **K** feladatsorra beküldött megoldásokból a legjobb 5 feladatot számítjuk csak be fordulónként. A 11-12. évfolyamos diákok esetében a nehezebb (csillagozott) példák mindenképp bekerülnek az 5 közé.

**K412.** Vendel egyszer már készített kémiai titkosírást. (KÖKÉL 2018/4. K302.) Most az egyik kedvenc viccét (találós kérdését) írta fel titkosan. (Bár állítólag volt, aki egyáltalán nem találta viccesnek.) Annyit lehet tudni, hogy ismét vegyjelekből áll össze a szöveg, a számok valahogyan ezeket kódolják. Azt persze nem árulta el, hogyan. Sőt azt sem látjuk, hogy hol vannak a vegyjelek és a szavak határai.

*Fejtsd meg a szöveget!*

126281122832612628181892281818812628812818187286288126  
242862818187286? 28281832321522818322192128162.

(Zagyi Péter)

**K413.** Scrabble kémikus módra. Rakj le a Scrabble-táblára a magyar betűkészletből legfeljebb 40 betűt úgy, hogy minden szó egyértelműen kapcsolódjon a kémiához! A cél a lehető legnagyobb összpontszám elérése. A betűk lehelyezésénél és a pontszám kiszámításánál a Scrabble hivatalos szabályai a mérvadók: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Scrabble> Egy szónak (az „elsőként lerakott” szónak) fednie kell a középső mezőt. A szavak hossza tetszőleges lehet, tehát arra nem kell figyelni, hogy egy játékos a valóságban is le tudta-e volna rakni az adott szót. Így viszont a hét betű lehelyezéséért járó 50 pluszpont most nem érvényesíthető. További speciális szabályként engedjük meg, hogy a helyesen kötőjellel írandó szakkifejezéseket egybeírva le lehessen rakni a táblára.

Ha van Scrabble játékos, akkor a lefényképezett tábla és a számított összpontszám beküldése elegendő. Ha nincs, akkor kézzel vagy számítógépes programmal rajzolva vagy szerkesztve küldd be a megoldást, az összpontszámmal együtt.

(Zagyai Péter)

**K414.** Tarczy Lajos 1838-ban kiadott *Természettan az alkalmazott mathesissel egyesülve* című munkájából idézünk. „Fordítsd le” a szöveget mai magyar kémiai szaknyelvre!

Az életműves testek rothadásakor kifejlő gázok közt a' gyúló 's folytó egyesülvén húgyant képeznek. A' húgyag is gyúló 's folytó egyesülete azon különbséggel még is, hogy a húgyanyban a folytó egy térfogatos része a' gyúlónak 4 térfogatos részével van egyesülve, – a' húgyagban pedig egy rész hárommal. A' húgyag szintelen, erős saját szagú 0,59 viszonyos súlyú gáz, egyébiránt erős nyomás vagy nagy hűtés által szintelen ritka nedvvé sűrithető. Erős álkáli = égvény ize van. Tiszta savítóval öszvekevertetvén villanyszikra által meggyűjtható, mi által víz és fojtó származik. Zöldlő vízes húgyagon keresztül vezetettvén ezt szétbontja szalamiát képezve és fojtót, melly sustorgással megy el. Zöldlő gyulatsavanyos húgyant (Salamia) 2r. égetett mésszel öszvetöltvén légalakú húgyag fejlík ki, mellyet hígyanyn keresztül kell felfogni, minthogy azt a' víz nagy mértékben 's hirtelen benyeli. Egy rész víz 670r. illynemű leget vehet fel, 's ez által viszonyos súlya 0,875re nevedkedhetik. Ezen vízes húgyag olyan szagú mint a húgyag gáz; égető ízű, a' bőrön hólyagokat okoz, a' levegőn húgyagját elveszti. A húgyag szintűgy egyesül más testekkel, mint az elemek. Legnevezetesb egyesülete a Zöldlőhúgyany zöldlőgyulatsavanyos húgyag

szalamia. Ez vagy a két gáz egyesítése vagy a vizes húgyagnak sósavanyal betelése által származik. Egyiptomban tevé ganéjból, ná-lunk állati anyagokból szaruból, kőörömből, csontból készítetik. Csipős sós íze van, a vízben könnyen felolvad 's ezen olvadékból nyolc lapukban 's kockákban kristályosodik. Melegítés által felbomlatlan párolog el.

(Zagyi Péter)

**K415.** Keress olyan binér (két elemből álló) vegyületeket, amelyek képletében ( $A_xB_y$ ) felcserélve a számokat, szintén létező vegyület képletét ( $A_yB_x$ ) kapjuk!

(Zagyi Péter)

**K416.** Vendel szereti az olyan molekulaképleteket, amelyekben a számok egy számtani sorozatot alkotnak. Most éppen az oxigén- és/vagy nitrogéntartalmú szerves vegyületek körében próbálkozik. Azt szeretné, hogy minél többféle vegyülettípusból legyen ilyen anyaga.

*Keress a feltételnek megfelelő vegyületeket! A szerkezeti képletet és a szabályos nevet is add meg!* De csak olyanok jöhetnek szóba, amelyek tiszta állapotban is léteznek, mert Vendel kis üvegcsékben ki akarja tenni a polcra.

(Zagyi Péter)

**K417\*.** Vendel sokszor kiszárítja a sertéskarajt és a vaddisznószüzet sütés közben. Mostanában olvasott arról, hogy nagyobb húsokat az egészben sütés előtt érdemes néhány órára (akár egy napra) 6-8-10 m/m%-os sóoldatban pácolni annak érdekében, hogy több nedvességet őrizzenek meg. Ő azonban általában nem bajlódik a pontos számolással: ha x %-os sóoldatot kell készíteni, akkor 100 g vízre x g sót számol. Van, amikor csak 1 liter körüli mennyiség szükséges az oldatból, de legutóbb például, amikor egy egész libát sütött, akkor több, mint 4 litert kellett készítenie.

a) *Mikor véti a nagyobb hibát (mikor tér el nagyobb mértékben a kapott oldat tömegszázalékos sótartalma x-től): a hígabb vagy a töményebb, ill. a kisebb mennyiségű vagy a nagyobb mennyiségű sóoldat készítésekor?*

Egyszer nem volt otthon só. Volt viszont étkezési szóda bikarbóna és analitikai tisztaságú  $0,800 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú és  $3,80 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú sósav. Gondolta, ebből is összehozza a 3 liter 8 tömegszázalékos sóoldatot, amire szüksége volt. (Ékszerszerűen használt a méréshez, amely század grammot is kijelez. A hígabb sósav sűrűsége gyakorlatilag megegyezik a víz sűrűségével, a töményebbé  $1,06 \text{ g/cm}^3$ .)

b) *Hogyan készíthető el az oldat, ha a hígabb, és hogyan, ha a töményebb sósavból indul ki?*

Tételezzük fel, hogy a mérleg 1% pontossággal mér, vagyis a kijelzett érték 1%-kal kisebb vagy nagyobb is lehet a valóságosnál.

c) *Legfeljebb mennyire lehet savas az elkészített oldat (elvileg mi lehet a legkisebb pH-ja), ha feltételezzük, hogy a számításai helyesek, és csak a mérleg pontatlansága okozhatott hibát?*

(Zagyi Péter)

**K418\***. 2022 januárjától két újabb vegyület ivóvízbeli koncentrációjának fokozott ellenőrzését írja elő egy európai uniós szabályozás. Az egyik anyag a nonilfenol.

Ez valójában egy izomerelegy. A molekulákban egy fenolmolekula 2-es vagy 4-es helyzetű hidrogénatomját 9 szénatomos telített alkilcsoport helyettesíti. Kissé barátságtalan feladat lenne lerajzolni az összes 4-nonilfenol izomert (bár a kilenc szénatomos alkánmolekulákat tekintve,  $\text{C}_9\text{H}_{20}$  összegképlettel „csak” 35 konstitúció létezik, ill. 55 tényszerű). Viszont  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  összegképlettel mindössze 5 konstitúció lehetséges, tényszerű izomerek pedig nincsenek is.

*Hányféle konstitúciójú 4-hexilfenol (vagyis 4-es pozícióban  $\text{C}_6\text{H}_{13}$ -alkilcsoportot tartalmazó molekula) létezik? Hányféle molekula létezik, ha a tényszerűeket is tekintetbe vesszük?*

(Zagyi Péter)

**K419\***. A Nemzeti Tudománybonyolító Hivatal egy kivételesen lelkes munkatársa a nátrium-tioszulfát oldhatóságának hőmérsékletfüggését tanulmányozta a következőképpen.

100,00 g kristályvízmentes nátrium-tioszulfátot vízzel kevert, majd az oldószert addig hagyta párologni  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -on, amíg 20,00 g szilárd anyag

nem vált ki. Ekkor 112,68 g oldat maradt a szilárd anyag fölött, amelyet a további párolgás megakadályozása mellett 40 °C-ra hűtött. Ekkor újabb 72,73 g szilárd anyag vált ki. Az e fölött maradó oldat teljes mennyiségét a párolgás megakadályozása mellett 0 °C-ra hűtötte a munkatárs, így még 24,67 g szilárd anyag vált ki.

A 40 °C-on és 0 °C-on kapott szilárd anyag teljes mennyiségét a párolgás megakadályozása mellett 100 °C-ra melegítette vissza, így oldat is keletkezett 19,96 g szilárd anyag mellett. Ezen a hőmérsékleten bepárolta az elegyet, ekkor a szilárd fázis tömege 74,94 g-ra növekedett. Ehhez a szilárd anyaghoz 40,00 g vizet adott, majd 40 °C-ra hűtötte a rendszert, így 51,55 g szilárd anyag vált ki.

*Számold ki a nátrium-tioszulfát oldhatóságát 0, 40 és 100 °C-on g vízmentes só/100 g víz mértékegységben!*

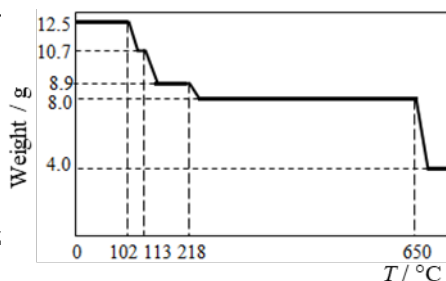
(Lente Gábor)

**H361.** A bronztárgyak az ősi kínai civilizáció kiemelkedő eredményei. A kutatások szerint már a késő neolitikumban (kb. 5300 évvel ezelőtt) is készültek. A bronzok fő összetétele Cu-Sn-Pb.

A bronzhulladék az alábbiak szerint dolgozható fel. Mérjünk 2,00 g bronzhulladékot egy bepárló tégelybe, és adjunk hozzá lassan 6,0 ml tömény salétromsavat fülke alatt. Az így kapott reakció során vörösesbarna színű gáz, **A** szabadul fel, és kékeszöld színű oldat marad vissza, benne a **C** fehér csapadékkal. Szűrjük le az oldatot, majd a szűrlethez adjunk 15,0 ml 3 mol/dm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-oldatot. Mindez a kék színű **D** oldatát és az **E** fehér csapadékot eredményezi.

a) Írd fel **A**, **C**, **D** és **E** képletét!

A megtisztított **D** terméken termogravimetriás elemzést végeztünk. A tömeg változását a hőmérséklet függvényében az ábra mutatja.



b) Írd fel annak a folyamatnak a kémiai reakcióegyenletét, ahol a szilárd anyag tömege 10,7 g-ról 8,9 g-ra változik! Milyen színű a minta, amikor a tömeg eléri a 8,0 g-ot?

A tisztított **D**-ből 1,005 g-ot lemérünk és 4,0 ml 2 mol/dm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-oldatban feloldjuk. Az oldatot átvisszük egy 50,00 ml-es mérőlombikba, hogy törzsoldatot készítsünk. A törzsoldatból 5,00 ml-t egy 150 ml-es jodometriás lombikba pipettázunk, majd 2 mL 1,00 mol/dm<sup>3</sup> KI-oldatot adunk hozzá. A rendszert 10 másodpercig rázzuk, és 10 percig fénytől védve reagálni hagyjuk, majd 10,0 ml vízzel hígítjuk, és az oldatot 0,1012 mol/dm<sup>3</sup> Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldattal titráljuk, amíg világossárga színt nem kap. Ekkor 1,00 ml 0,2%-os keményítőoldatot adunk a lombikba, majd 2 ml 10%-os KSCN-oldatot adunk hozzá. Ezt követően az oldatot Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldattal titráljuk, amíg a kék szín el nem halványul. A folyamat során összesen 3,86 ml Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldatot fogyasztunk el.

c) *Hány tömegszázalékos a kapott termék tisztasága?*

(kínai feladat)

**H362.** Az aminokarboxi ligandumok olyan, az oxigént és nitrogént koordinációs atomként tartalmazó reagensek, amelyek számos fémmel képesek stabil kelátokat képezni. Széles körben használják őket az analitikai kémiában és a biokémiában maszkolóanyagként, elválasztó reagensként és titrálószerként. Az etilén-bisz(oxi-etilén-nitrilo)-tetraacet-sav (EGTA, H<sub>4</sub>E) is egy ilyen reagens. Molekulaképlete C<sub>14</sub>H<sub>22</sub>N<sub>2</sub>O<sub>10</sub>.

Az EGTA molekula hatértékű sav lesz, miután két protont elvesz. Oldatában az alábbi specieszek létezhetnek: H<sub>6</sub>E<sup>2+</sup>, H<sub>5</sub>E<sup>+</sup>, H<sub>4</sub>E, H<sub>3</sub>E<sup>-</sup>, H<sub>2</sub>E<sup>2-</sup>, HE<sup>3-</sup> és E<sup>4-</sup>. Az első két disszociációs lépés erős sav, a négy további disszociációs állandó esetén a pK<sub>a3</sub>-pK<sub>a6</sub> pedig 2,08; 2,73; 8,93; illetve 9,53. Az EGTA képes kalciumionokkal és magnéziumionokkal kelátokat képezve koordinálódni. A kalcium-EGTA és a magnézium-EGTA kelátok stabilitási állandói: lgK<sub>CaE</sub> = 10,97 és lgK<sub>MgE</sub> = 5,21.

a) *Az oldott H<sub>4</sub>E hányad része lesz teljesen disszociált formában (α<sub>E(H)</sub>), ha a pH-t 10,00-re szabályozza egy puffer?*

Titráljunk 0,01000 M Ca<sup>2+</sup>-t 0,01000 M Mg<sup>2+</sup> jelenlétében 0,01000 M H<sub>4</sub>E-vel pH=10-re állított NH<sub>3</sub>-NH<sub>4</sub>Cl pufferoldatban. Eriokrómfekete-T (EFT) indikátort használva a szabad Ca<sup>2+</sup>-ionok koncentrációjának negatív logaritmusát a végpontban p<sub>Ca</sub> = 3,8.

b) *Számítsd ki a titrálási hibát százalékban!*

(kínai feladat)

**H363.** (A spektroszkópia, abszorbancia alapösszefüggései fellelhetőek itt: KÖKÉL 2009/5., 359. o.)

A nemesfémkolloidok több mint 5000 éves múltra visszatekintő ősi színezékek. A kolloid nanorészecskék típusával, méretével és diszperzitásával szorosan összefügg az anyagok fényvel szemben való viselkedése. Például természetes fényviszonyok mellett a képen látható kehely üvege zöld színű, de ha a fényforrást a kehely belsejébe helyezük, az piros lesz.



Az arany nanorészecskéket az analitikai kémiában széles körben alkalmazzák, ami annak köszönhető, hogy fényabszorpciójuk nagyon erős, szintézisük egyszerű és olcsó. Általában a kolloid arany előállítása a hidrogén-tetrakloro-aurát és redukáló anyagok (például C-vitamin) közötti redoxireakción alapul.

A reakciót 100 ml oldatban játszották le, 41 mg hidrogén-tetrakloro-aurát-trihidrátból indultak ki. Tételezzük fel, hogy az arany teljesen átalakult, mégpedig 10 nm átmérőjű kolloid részecskékké. Az arany sűrűsége  $19,3 \text{ g/cm}^3$ . A kapott oldat abszorbanciája 0,8.

a) *Hány aranyatomot tartalmaz egy nanorészecske? Mi a kolloid oldat moláris abszorpciós koefficiense?*

Egy növényi kivonatot használtak fel aranykolloidok szintézisére. 0,20 ml növényi kivonatot reagáltattak feleslegben levő hidrogén-tetrakloro-auráttal, és 10 nm szemcseméretű kolloid aranyoldat képződött. Az oldatot 1 ml-re hígítottuk vízzel, és a hígított oldat abszorbanciája 0,30 volt. Egy másik 0,2 ml-es növényi kivonatot ugyanakkora mennyiségű C-vitamin törzsoldattal ( $5,0 \mu\text{g/ml}$ ) kevertünk össze, és ugyanúgy, ugyanakkora szemcseméretű aranykolloidot állítottak elő vele. Az így kapott oldatot vízzel 1 ml-re hígítottuk, és a hígított oldat abszorbanciája 1,0 lett.

b) *Számítsd ki a növényi kivonat C-vitamin tartalmát!*

(kínai feladat)

**H364.** A vízgáz  $\text{H}_2(\text{g})$  és  $\text{CO}(\text{g})$  1:1 mólarányú keveréke. Teljes elégéséhez a szükséges mennyiség kétszerese kell levegőből (21%  $\text{O}_2$  és 79%  $\text{N}_2$ ). Az alábbi táblázat 298 K hőmérsékleten mutatja a reakcióban részt vevő specieszek képződési entalpiáit és fajhőit:

	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{CO}(\text{g})$	$\text{N}_2(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$
$\Delta_f H_m^\circ$ (298 K) ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )	-241,83	-110,52			-393,51
$C_{p,m}^\circ$ ( $\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ )	33,58	29,14	29,12	29,36	37,13

298 K hőmérsékletű, optimális összetételű vízgáz-levegő keveréket gyújtunk meg. Tételezzük fel, hogy a fajhő hőmérsékletfüggetlen, és az égés adiabatikus.

*Mekkora hőmérsékletet tud elérni a rendszer?*

(kínai feladat)

**H365.** A természet tele van színes anyagokkal, és néhányan a kémia szó hallatán ezekre is asszociálnak. Ma már jól tudjuk, hogy az anyagok színét a róluk a szemünkbe jutó fény fotonjainak energiája határozza meg.

$$E_{\text{foton}} = h\nu$$

Itt  $h$  a Planck-állandó,  $\nu$  a fény frekvenciája. Ez az energia pedig azon múlik, hogy az anyagokban található elektronok csak bizonyos energia-állapotokat tudnak felvenni. Ezen energiaszintek közti átmenetek kisugárzással vagy elnyeléssel történnek meg gyakran, mégpedig fotonok formájában.

A színes anyagok közül a lineárisan konjugált  $\pi$ -elektronrendszereket tartalmazók viselkedését lehet egy rendkívül egyszerű modellel, a dobozba zárt elektron modellel jellemezni. A modell szerint a molekula  $\pi$ -elektronjai szabadon, kölcsönhatás nélkül mozognak a molekula gerince mentén egy dimenzióban, és onnan kilépni nem tudnak. Az elektronok számára elérhető állapotok energiáit a modellben az alábbi összefüggés adja meg:

$$E(n) = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$$



Itt  $n$  egy pozitív egész szám,  $m$  az elektron tömege,  $L$  a molekula hossza, amit durván azzal közelítünk, hogy szénatomonként  $1,4 \text{ \AA}$ . Az elektronok esetében ugyanúgy érvényes a Pauli-elv és az energiaminimum elve, mint a többelektronos atomoknál. Vizsgáljuk a páros számatomszámú, maximális konjugációval rendelkező egyenes láncú szénhidrogéneket!

a) *Adj meg általános képletet a  $p$  szénatomszámú molekula esetén a legmagasabb betöltött és a legalacsonyabb betöltetlen pályák energiájára!*

Tételezzük fel, hogy ez az átmenet meghatározó a polién színe tekintetében.

b) *Mely poliének lesznek színesek a modell szerint?*

(Sajósi Benedek)

## Megoldások

Technikai okokból a 2021/4. szám megoldásai és javításai nem jelenhetnek meg a jelen számban. Őszintén elnézést kérünk a beküldőktől, akiket személyesen értesíteni fogunk, amint a munkáik értékelése elkészül.