

GONDOLKODÓ



Feladatok

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

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat 2015. december 21-ig postára adva a következő címre várjuk:

KÖKÉL Feladatmegoldó pontverseny

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

A borítékon tüntesd fel a feladatsor betűjelét is!

Elektronikusan az olimpia.chem.elte.hu honlapon keresztül küldhetitek be a megoldásokat. Kérjük, minden feladatot külön pdf fájlban, feladatkód_beküldő.pdf fájlnevével töltsetek fel. Beszkennelt kézírás esetén figyeljete a minőségre és az olvashatóságra (tisztta fehér lapra jól látható tintával írjatok)!

A46. A boltok polcain fellelhetőek „E-szám-mentes” élelmiszerek, melyeknek címkéjén mintegy reklámként virít, hogy nem tartalmaz E-számmal jelölt anyagot. Természetesen, ha csak egy kódot látunk, fogalmunk sincs, hogy mit takarhat. Lehet akár ártatlan anyag is: például az E300, ami az aszkorbinsavat fedi, amelyet antioxidánsként adnak az élelmiszerekhez. Az L-aszkorbinsav pedig nem más, mint a C-vitamin. Nézzünk néhány élelmiszer-adalékot, amelyek rendelkeznek E-számmal!

Az egyik adalék egy gáz, amelynek 1,32 grammja 650 cm³ térfogatot tölt ki -10°C-on és 101 kPa nyomáson. Vízben oldódik savas kémhatást eredményezve, valamint az élelmiszeriparban hajtógázként is alkalmazzák.

a) *Melyik ez a gáz? Mi az E-száma?*

Egy másik adalék egy szerves sav, melynek moláris tömege 60 g/mol, széntartalma 40 m/m%, ezenkívül csak oxigént és hidrogént tartalmaz.

b) *Mi a sav összegképlete és E-száma?*

c) *Keletkezhet-e ez a sav szőlőcukorból (esetleg több lépésben)?*

Az harmadik anyag egy szerves sav alkálifémmel képezett sója, amely az alkálifémen kívül csak szenet, hidrogént és oxigént tartalmaz 75,00; 4,69; és 8,33 m/m%-ban, a fenti sorrendben. A vegyületet az élelmiszeripar citrusfélék felületének kezelésére mint gombaölőszert alkalmazza.

d) *Melyik alkálifém sójáról van szó?*

(Borbás Réka)

A47. Találtunk egy fehér szilárd anyagot tartalmazó porüveget a laborban. Az anyagot vízben oldva lúgos kémhatású oldatot kapunk. Lángfeszítést végezve a szilárd anyaggal, halvány ibolyaszínt láttunk. A szilárd anyag 3,00 grammját feleslegben vett 2,00 mol/dm³ koncentrációjú sósavban oldottuk, amíg gázfejlődést tapasztaltunk. A fejlődő gáz színtelen és szagtalan volt, és 25°C-on, standard légköri nyomáson 734 cm³ térfogatú. A gáz feleslegben lévő KOH-oldatban maradéktalanul elnyelődött, miközben a lúgodat tömege 1,319 grammal nőtt.

a) *Milyen gáz képződött?*

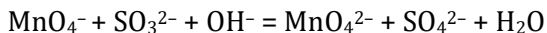
b) *Mi lehetett az üvegben?*

(Borbás Réka)

A48. A mangánnak különböző oxidáltsági fokú vegyületei eltérő színűek. Ha KMnO₄-ot oldunk vízben, az oldat lila színű lesz a permanganátionok (MnO₄⁻) jelenléte miatt. Ebben a vegyületben a mangán oxidációs száma +7. Ha az oldatot 0°C-ra hűtjük és 6 mol/dm³ töménységű NaOH-oldatot adunk hozzá, majd néhány csepp 0,5 mol/dm³ töménységű

ségű nátrium-szulfít (Na_2SO_3)-oldatot keverünk a meglúgosított oldathoz, az zöld színűvé válik a képződő manganátionok (MnO_4^{2-}) miatt. Ebben az ionban a mangán +6-os oxidációs számú.

a) *Rendezd a reakció ioneqyenletét!*



b) *A kísérlethez 5 cm^3 6 mol/dm^3 töménységű NaOH-oldatot készítünk. Hogyan járjunk el? Add meg a bemérendő NaOH tömegét és az oldáshoz használt víz térfogatát! Az oldat sűrűsége $1,22\text{ g/cm}^3$.*

A kísérlethez $1,00\text{ cm}^3$ $0,5\text{ mol/dm}^3$ töménységű nátrium-szulfít-oldatot használtunk el.

c) *Mekkora tömegű kálium-permanganát lép reakcióba ezzel?*

A hipomanganát-ionban (MnO_4^{3-}) +5-ös oxidációs számú mangán szerepel, ennek a színe kék. Van a mangánnak egy másik vegyülete, amelynek köznap neve barnakő (barna színe miatt).

d) *Melyik ez a vegyület? Mire használják ezt a laborban?*

(Borbás Réka)

A49. A pirofóros vas igen finom eloszlású elemi vas, fajlagos felülete kb. $3\text{ m}^2/\text{g}$. Nagyon látványos jelenség, mikor magasból leszórva felizzik és elég. Előállítani vas(II)-oxalátnak $[\text{Fe}(\text{COO})_2]$ hidrogénáramban történő hevítésével lehet. Hevítés hatására a vas(II)-oxalát vas(II)-oxidra, széndioxidra és szén-monoxidra bomlik, a keletkező vas(II)-oxid pedig a hidrogéngázzal reakcióba lép, és elemi vas képződik.

a) *Írd fel a két folyamat reakcióeqyenletét!*

b) *Ha $2,00\text{ gramm}$ pirofóros vasat szeretnénk előállítani, mennyi vas-oxalátból induljunk ki, és mennyi hidrogéngáz fog fogyni a reakcióban?*

(Borbás Réka)

A50. Vendel kissé babonás, és mivel ma átment előtte egy fekete macska, eldöntötte, hogy három oldat egymásba öntésével és ennek a fordítottjával elkerülheti a balszerencsét. Az első három oldat, ami a kezébe akadt a következő volt: $0,100\text{ mol/dm}^3$ töménységű HCl-oldat,

0,200 mol/dm³ töménységű NaOH-oldat és 0,300 mol/dm³ töménységű HCl-oldat.

Vendel a következőt tette:

Az első pohárba kitöltött 300 cm³-t a hígabb sósavból, a második pohárba 300 cm³-t öntött a nátrium-hidroxid-oldatból, végül a harmadik pohárba szintén 300 cm³-t a töményebb sósavból. Ezután az első pohár tartalmának pontosan egyharmadát beleöntötte a második pohárba, majd alaposan összekeverte az óramutató járásával ellenkező irányban. Az így kapott oldatból 100 cm³-t beleöntött a harmadik pohárba (alapos keverés az óramutatóval egyezően). Ezután megismételte a műveleteket visszafelé: a harmadik pohár tartalmából 100 cm³-t visszatöltött a másodikba, majd keverés után a második pohár tartalmából 100 cm³-t öntött az elsőbe.

Milyen anyagok vannak az így kapott három oldatban és milyen koncentrációban?

(Borbás Réka)

K236. A nátrium egy sóját, melynek nátriumtartalma 27,06 m/m%, oxigéntartalma 56,47 m/m%, nátrium-oxiddal 1:1 anyagmennyiség-arányban magas hőmérsékleten hevítve egy olyan vegyület keletkezik, amelynek moláris tömege 72,94%-kal nagyobb, mint az eredeti sóé. A keletkezett vegyület nedvességre és szén-dioxidra érzékeny: a szén-dioxiddal reakcióba lépve két vegyület képződik. A egyik keletkezett termék a kiindulási só, a másik moláris tömege pedig 24,71%-kal nagyobb ennél.

- a) *Melyik sóból indultunk ki? Milyen termék keletkezett a hevítés során?*
- b) *Melyik sav sója lehetne a hevítéssel keletkezett termék?*
- c) *Mi a szén-dioxid hatására bekövetkező változás egyenlete?*

(Borbás Réka)

K237. Vendel otthon talált egy üveg régebben felbontott, vérszegénység kezelésére is használt cseppet, amelynek eredetileg világoszöld színűnek kellett volna lennie, de nem ilyen volt. Felhasználni nem merte, viszont kísérletezni kezdett vele. Utánanézett az összetevőknek, és a következőt találta.

A készítmény hatóanyaga [1 ml – 18 csepp – vizes oldatban]:

Vas (Vas(II)-szulfát-heptahidrát formájában)	2,00 mg
Cink (Cink-szulfát-heptahidrát formájában)	2,23 mg
Magnézium (Magnézium-szulfát-heptahidrát formájában)	0,40 mg
Réz (Réz-szulfát-pentahidrát formájában)	0,25 mg
Fluor (Nátrium-fluorid formájában)	0,090 mg

A készítmény 30,0 cm³-ét kénsavval megsavanyította, majd 0,0500 mol/dm³ töménységű kálium-permanganát-oldattal reagáltatta. A titráláshoz 1,72 cm³ fogyott a KMnO₄-oldatból.

a) *Mely komponens(ek) léphetett (léphettek) reakcióba a kálium-permanganáttal?*

b) *Meg lehet-e határozni, hogy mennyire „romlott meg” a készítmény?*

(Borbás Réka)

K238. A diákok a tanár felügyeletével a kémiaszertárban nagytakarítást végeztek, és néhány régi üvegre találtak egy hátsó polcon. A tanár meglepetten vette észre, hogy egy korábbi évfolyam által készített oldatok voltak az üvegekben. Sajnos, az üvegek nem voltak gondosan lezárva, így több oldat is zavaros volt, vagy csapadék volt az alján. Az egyik üvegre gondosan feljegyeztek több adatot. A következőket lehetett olvasni a címkéjén:

100 cm³ 1,00 mol/dm³ Na₂CO₃-oldat

$\rho = 1097 \text{ kg/m}^3$

Üveg tömege üresen: 73,67 g. Készítette: Kis Vilmos, nov. 10.

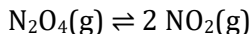
Az üvegben fehér só is látható volt, tehát biztosan párologott el belőle víz. Lemérték az üveg tömegét a benne lévő szilárd anyaggal és oldattal együtt: 104,85 grammnak adódott.

Mekkora tömegű szilárd anyag volt az üvegben?

A kivált anyag kristálysóda (Na₂CO₃·10H₂O), és a labor hőmérsékletén 100 g víz 30,72 g vízmentes nátrium-karbonátot old.

(Borbás Réka)

K239. A dinitrogén-tetroxid szintelen vegyület, de gyakorlatilag már olvadáspontja ($-11,2\text{ }^{\circ}\text{C}$) felett bomlásnak indul, nitrogén-dioxid keletkezik:



Egy 10 cm^3 térfogatú evakuált ampullába $9,2\text{ mg}$ szilárd N_2O_4 -ot töltünk, majd gondosan lezárjuk. Az ampullát ezután $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra melegítjük. Ezen a hőmérsékleten már csak gáz-halmazállapotú anyagok lesznek jelen; az elegy NO_2 -tartalmát pedig $77,7\text{ V/V}\%$ -nak méri.

- Számítsd ki a fenti reakció koncentrációkkal kifejezett egyensúlyi állandóját $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on !*
- Mi lesz az egyensúlyi nyomás az ampullában $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on?*
- Általánosságban igaz-e az az állítás, hogy $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on az egyensúlyi N_2O_4 - NO_2 elegy $77,7\text{ V/V}\%$ NO_2 -t tartalmaz? Válaszodat számítással indokold!*

(Borbás Réka)

K240. Négy óraüvegen az alábbi fekete porok vannak valamilyen sorrendben: ezüst, réz(II)-oxid, vas, vas(II)-szulfid.

- Javasolj egyetlen reagenst, amivel az anyagokat kémcsőben külön-külön reagáltatva a négy anyag megkülönböztethető egymástól. Ismerd a megfigyeléseket és a mögöttük álló folyamatokat!*

Négy óraüvegen az alábbi fehér porok vannak valamilyen sorrendben: alumínium-klorid, kalcium-karbonát, keményítő, réz(II)-szulfát.

- Javasolj egyetlen reagenst, amivel az anyagokat kémcsőben külön-külön reagáltatva a négy anyag megkülönböztethető egymástól! Ismerd a megfigyeléseket és a mögöttük álló folyamatokat!*

(Borbás Réka)

H236. Két $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$ összegképletű **A** és **B** izomert $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ és kénsav segítségével oxidálva, mindkettőből acetón, piroszőlősav és keto-borostyánkősav keletkezik. Ha az **A** és **B** vegyületeket katalitikusan izomerizáljuk, akkor az **A**-ból **C**, a **B**-ből **D** izomert kapjuk. A keletkezett vegyületeket

KMnO₄ és kénsav segítségével oxidálva **C**-ből **E**, **D**-ből **F** képződik. Mindkét termék összegképlete C₈H₆O₄. **F** molekulájának dipólusmomentuma nulla.

*Mi az **A** – **F** vegyületek képlete?*

(Forgács József)

H237. Az **A** szervesetlen folyadék 569,1 mg-os részletét 1,000 dm³ vízzel reagáltattuk. Ekkor 239,7 mg fehér porszerű, **B** szervesetlen vegyület válik ki. A vizes oldat századrészét metilvörös indikátor mellett megtráltuk 0,0100 mol/dm³ NaOH-oldattal: a fogyás 12,00 cm³-nek adódott. Egy másik 10,00 cm³-es részletet 0,0500 mol/dm³ AgNO₃-oldattal tráltuk és a fogyás 2,40 cm³ volt.

Az **A** vegyület ugyanekkora részletét tiszta oxigéngázzal reagáltattuk. Ebben az esetben is 239,7 mg **B** vegyület keletkezett és egy sárga színű gáz (**C**). A **C** gázt KI-oldatban nyeltük el, majd az oldat tizedrészében meghatároztuk a kivált jódot 0,1000 mol/dm³ Na₂S₂O₃-oldattal. A fogyás 12,00 cm³-nek adódott. A reakcióban felhasznált oxigén pontosan 36,75 cm³ metán (101,3 kPa, 25 °C) elégetéséhez elegendő.

*Milyen anyagokat jelölnek az **A** – **C** betűk? Írd fel a lejátászódó folyamatok egyenleteit!*

(Varga Szilárd)

H238. A tallium vegyületeiben +1-es vagy +3-as oxidációs számmal szerepel. Ennek megfelelően jól ismert a tallium(I)-klorid és a tallium(III)-klorid, de leírtak számos tallium(III)-klorokomplexet is: a tetrakloro-, a pentakloro- és a hexakloro- komplex mellett ismert a kétmagvú [Tl₂Cl₉]³⁻ is. A tallium(I)-nek trikloro- és tetrakloro-komplexe létezik.

Megfelelő körülmények között azonban előállíthatók váratlan sztöchiometriájú tallium-kloridok is.

Ha olvadt tallium(I)-kloridon klórgázt vezetnek át, a színtelen **A** vegyület keletkezik. A tallium(III)-klorid forró telített vizes oldatát tallium(I)-kloriddal telítve, lehűléskor a **B** anyag sárga kristályai képződnek. A keletkezett kloridok összetételét gravimetriás analízissel lehet igazolni.

Kén-dioxiddal végzett redukció után vizes oldatból kromáttal a talliumot, ezüsttel pedig a kloridot lehet gyakorlatilag kvantitatíven lecsapni, majd mérni a csapadék tömegét.

A mérési eredményeket soronként a következők táblázat mutatja. A két-féle csapadékot mindkét esetben azonos tömegű vegyületből kiindulva állították elő.

	kromátcsapadék	ezüstcsapadék
A	4,025 g	4,397g
B	0,788 g	0,646 g

- Határozd meg az **A** és **B** vegyület képletét!*
- Írd fel a lejátszódott reakciók egyenletét!*
- Hány gramm **A**, ill. hány gramm **B** vegyületből indultak ki a gravimetriás mérésben?*
- Milyen szerkezeti egységek szerepelhetnek a két vizsgált tallium-kloridban?*

(Zagyi Péter)

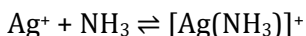
H239. Ha ezüst-nitrát-oldathoz ammóniaoldatot cseppentünk, akkor barna csapadék válik le, ami az ammónia feleslegében feloldódik. Előfordul azonban, hogy barna helyett fehér a kezdetben leváló csapadék színe. Okozhatja-e ezt a felhasznált ammóniaoldat kloridszennyezése? – tette fel a kérdést Vendel.

- Számold ki, hogy ha $1,0 \text{ cm}^3$ $0,1 \text{ mol/dm}^3$ ezüst-nitrát-oldathoz 1 csepp ($0,05 \text{ cm}^3$) ammóniaoldatot adunk, lehetséges-e olyan klorid-ion-koncentráció az oldatban, amely esetén levál a fehér ezüst-klorid!*

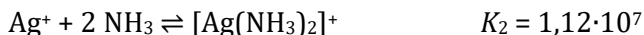
(Az ammóniaoldat koncentrációja lehet 2 mol/dm^3 , 5 mol/dm^3 , 10 mol/dm^3 .)

- Ha igen, mekkora ez a koncentráció?*

Az ammónia ezüstionokkal komplexeket képez, és az alábbi egyensúlyok alakulnak ki:



$$K_1 = 1,74 \cdot 10^3$$



Ezüstionokat és kloridionokat együttesen tartalmazó oldatból akkor válik le ezüst-klorid, ha az

$[\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-]$ szorzat értéke eléri az $1,77 \cdot 10^{-10}$ értéket.

$$K_b(\text{NH}_3) = 1,76 \cdot 10^{-5}$$

(Zagyi Péter)

H240. Az ozmózis jelenségét felhasználhatjuk vegyületek, így például makromolekulák moláris tömegének meghatározására: ez az ún. ozmometria. Ifj. Jacobus Henricus van 't Hoff (1852–1911), az első kémiai Nobel-díjas (1901) munkássága nyomán ismeretes, hogy minden anyag ozmózisnyomása megegyezik azzal a gáznyomással, melyet kifejtene ugyanazon a hőmérsékleten, ha az oldatban rendelkezésre álló terület gáz formájában töltene ki. E gondolat mentén az ún. van 't Hoff-egyenlet a következő alakot ölti:

$$\pi \cdot V = n \cdot R \cdot T,$$

ahol V az oldat térfogata, n az oldott anyag anyagmennyisége, R az egyetemes gázállandó, T az oldat hőmérséklete, π pedig az ozmózisnyomás. Ideális esetben használható ez az összefüggés.

a) *Mennyi a ricinolsav moláris tömege, ha 22 °C-on végezve a mérést, 0,005 g-jából készített 50 cm³ térfogatú oldata az egyszerű ozmóméterben 8,4 cm folyadékszint-emelkedést eredményez a kapillárisban? (Az oldat sűrűségét tekintjük 1 g/cm³-nek!)*

Polimerek moláris tömegének meghatározását általában nem tekinthetjük ideálisnak kémiai értelemben. A reális esetet azonban csak közelíteni tudjuk, erre az ún. viriálsorfejtés alkalmas. Ekkor a van 't Hoff-egyenlet az alábbi alakot ölti:

$$\pi = \frac{RT}{M} \rho_P + B \rho_P^2 + C \rho_P^3 + \dots,$$

ahol M a polimer moláris tömege, ρ_P a tömegkoncentrációja, B , C stb. pedig az ún. viriál-együtthatók. Már jó közelítésre tehetünk szert, ha a másodrendű tagot még figyelembe vesszük, de a harmadrendűtől kezdve már elhanyagolunk minden további komponenst. Így az egyenlet a következő alakra egyszerűsödik:

$$\pi = \frac{RT}{M} \rho_P + B \rho_P^2.$$

Polisztirol ozmózisnyomását mérték toluolban, 25 °C-on. Ekkor az alábbi értékeket jegyezték fel:

$\rho_P / (\text{g/dm}^3)$	π / Pa
2,60	28,1
3,95	47,0
5,50	76,5
8,00	136,0
8,90	160,2

b) *A viriálsorfejtést alkalmazó, de egyszerűsített egyenlet segítségével és az itt közölt adatsor kiértékelésével határozd meg a vizsgált polisztirol moláris tömegét, illetve add meg a B viriál-együttható értékét!*

(Varga Bence)