

GONDOLKODÓ



Feladatok

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

A megoldásokat 2019. március 11-ig lehet a 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

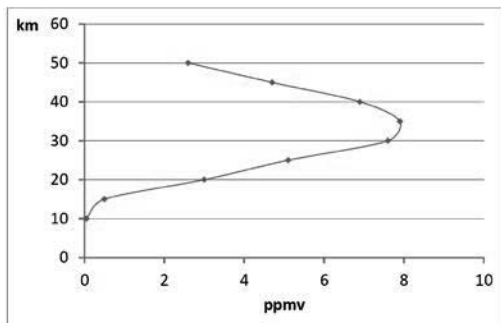
A **K** feladatsorra beküldött megoldásokból a legjobb 5 feladatot számítjuk csak be fordulónként. A 11-12. évfolyamos diákok esetében a nehezebb (csillagozott) példák mindenképp bekerülnek az 5 közé.

K315. Vendelnek van egy visszatérő rémálma. Röpdolgozatot írnak kémiából, a rövid feladat pedig így szól: *100 g kémiai elem db protont tartalmaz. Mi ez az elem?* (A pontok helyén egy konkrét szám szerepel, de azt sosem tudja megjegyezni.) A feladat könnyű, sikerül is megoldania, pontosan kijön az eredmény. A következő órán kiosztják a dolgozatot: egyes. De hiszen kijött! Csakhogy ő az Avogadro-állandó szokásos $6 \cdot 10^{23}$ számértékével dolgozott, a tanár viszont a pontos értékkel való számolást várta volna el. És olyan pechje volt, hogy a kerekített értékkel is kapott megoldást, de nem azt, amit a tanár várt.

Lehetséges ez? Ha igen, milyen szám szerepel a pontok helyén?

(Zagyi Péter)

K316. Arra a kérdésre, hogy hol található az ózonréteg a Föld légkörében, gyakran mutatnak be az alábbihoz hasonló ábrát. Ezen azt látjuk, hogy átlagosan a levegő hányad része ózon egy bizonyos tengersizint feletti magasságon. (A ppmv milliimod térfogatrészt jelent.) Ebből arra is következtethetnénk, hogy kb. 35 km-es magasságban figyelhető meg a legnagyobb „ózonűsülés”.



Valójában azonban az UV-elnyelés szempontjából fontosabb információ az ózonomolekulák koncentrációja egy adott térfogategységben.

Vázold fel az ózonkoncentráció-magasság görbét! Hozzávetőleg milyen magasságban a legnagyobb az ózonkoncentráció?

A számításhoz a következő átlagos hőmérséklet- és nyomásértékeket használd:

magasság/km	p/Pa	$T/^\circ\text{C}$
10	26200	-50
15	12040	-56
20	5475	-56
25	2511	-51
30	1172	-47
35	559	-36
40	278	-22
45	143	-8
50	76	-3

(Zagyai Péter)

K317. A szerves vegyületek csoportosításának szempontjai a kívülállók számára nem tűnnek mindig logikusnak. Vizsgáljuk meg a következő két nagy vegyületcsaládot:

(1) Egy darab oxigénatom épül be egyszeres kötésekkel egy telített szénhidrogén molekulájába.

(2) Egy darab nitrogénatom épül be egyszeres kötésekkel egy telített szénhidrogén molekulájába.

Mutasd be a két vegyületcsalád szokásos csoportosítását! Mutass rá az eltérésekre és keress magyarázatot az eltérő csoportosítási szempontokra!

(Zagyai Péter)

K318. Rembrandt festményeinek különleges hangulatát a művész egyedi festékhasználata alapozza meg. Sokáig nem tudták kideríteni, hogy milyen újításokat valósított meg e téren. A közelmúltban alapos műszeres vizsgálatnak vetettek alá több festményének felső, ún. impasztó rétegéből vett mintákat, és egy igen ritka ásványt, a plumbonakritot $[\text{Pb}_5(\text{CO}_3)_3\text{O}(\text{OH})_2]$ azonosították. Ebből arra következtettek, hogy Rembrandt másféle összetételű impasztót használt, mint legtöbb kortársa, talán ő maga dolgozott ki újfajta eljárást.

A korban igen elterjedt volt az ólomfehér nevű pigment. Ez lényegében cerusszit $[\text{PbCO}_3]$ és hidrocerusszit $[\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2]$ keveréke. Úgy állították elő, hogy ólomlemez helyezett ecetet is tartalmazó edénybe, és a napok alatt képződő fehér bevonatot időnként lekaparták. (Az ecetsav lényegében csak katalizátorként szolgál, a levegő összetevői vesznek részt a reakcióban.)

A kutatók úgy vélik, hogy Rembrandt litargitot (PbO) tartalmazó lenolajat használhatott (sőt a keveréket huzamosabb ideig melegen is tartotta). Kísérletek igazolták is, hogy magából a litargitból plumbonakrit keletkezik a levegőn, de az ólomfehér mindkét összetevője is képes levegőn reakcióba lépni a litargittal, és e reakciókban plumbonakrit keletkezik.

a) *Írd fel az ólomfehér összetevőinek előállítását leíró reakcióegyenleteket!*

b) *Írd fel a plumbonakrit keletkezésének reakcióegyenletét*

- litargitból
- litargitból és cerusszitból
- litargitból és hidrocerusszitból!

(Zagyai Péter)

K319. Az ammóniát sokáig nem tekintették jelentős légszennyező anyagnak, az utóbbi időben azonban egyre több kutatás foglalkozik vele. Ellentétben más szennyező gázokkal, az ammóniakibocsátás fő forrása a mezőgazdaság.

a) *Konkrétan milyen folyamatok révén kerülhet ammónia a légkörbe az intenzíven művelt mezőgazdasági területekről?*

Kínában, amely az egyik legnagyobb kibocsátó, kutatások bizonyították, hogy az ammónia mérsékli a csapadék savasságát (vagyis némiképp ellensúlyozza a savas esőt okozó gázok hatását), ugyanakkor épp e folyamat révén jelentősen növeli a légköri aeroszol koncentrációját. (Aeroszolnak a levegőben lebegő apró szilárdanyag-szemcséket nevezik.)

b) *Reakcióegyenletek felírásával támaszd alá ezeket a tényeket!*

A közelmúltban műholdas mérések segítségével térképezték fel az ammóniakibocsátást a Földön. A Kínai-alföld bizonyos területein évi átlagban $7 \cdot 10^{13}$ ammóniamolekula/cm²/perc emissziót mértek, miközben Kína teljes ammóniakibocsátását 12 Tg (teragramm) NH₃ / évre becsülik. *Hányszorosa az említett kínai-alföldi érték az országos átlagnak?*

(Zagyai Péter)

K320. 2019 a Periódusos Rendszer Éve. Tervezzetek társasjátékot, amelynek játéktere a periódusos rendszer! (Lehet rögzített, de változtatható elrendezésű is.) A játékmenetben ne csak a szerencse játsszon szerepet, legyen szükség kémia tudásra is. A játék részletes leírását (a játékszabályt) küldjétek be!

(Zagyai Péter)

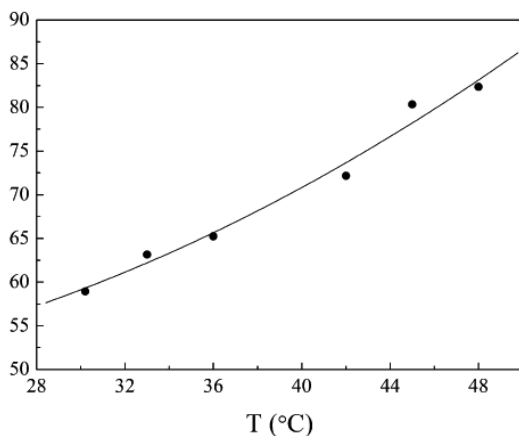
K321.* Ha telített aszkorbinsav (C-vitamin)-oldatba lassan lítium-karbonátot adagolunk a pezsgés megszűnéséig, majd az oldatot

lehűtjük, színtelen lítium-aszkorbát-dihidrát kristályok képződését tapasztaljuk.

200 g 50 °C-on telített aszkorbinsavoldatból kiindulva hány °C-on várható a kristályok megjelenése az oldatban?

Az aszkorbinsav oldhatósága vízben 50 °C-on 69,5 g / 100 g víz. A lítium-aszkorbát oldhatóságának hőmérsékletfüggését a következő grafikon mutatja. (A pontok konkrét mérési eredmények.)

A reakció során az aszkorbinsav egyértékű savként viselkedik.



A lítium-aszkorbát oldhatósága vízben (g/100 g víz egységben) a hőmérséklet függvényében

(Zagyai Péter)

K322.* A lutécium-gallium-gránát ($\text{Lu}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$) egy olyan összetett oxid, amely – noha biztosan nem tekinthető tisztán ionvegyületnek – leírható úgy, hogy a megfelelő egyszerű ionok foglalják el az egyébként bonyolult elemi cella adott pozícióit.

a) Mik ezek az ionok a vizsgált vegyület esetén?

Ha a lutéciumionok egy részét kalciumionokkal, más részét pedig Cr^{4+} ionokkal helyettesítjük, egy szép rózsaszínű anyaghoz jutunk. Egy ilyen mintában 0,3799 m/m% kalciumtartalmat mértek.

b) A lutéciumionok hány százalékát helyettesítik kalciumionok a vizsgált anyagban?

(Zagyai Péter)

Szokás szerint a jelen feladatsor a 2019. évi Nemzetközi Kémiai Diákolimpia gyakorlóiból tartalmaz példákat.

H301. A szőlőlében levő glükóz fermentációja alkohollá a bortermelés legfontosabb lépése.

a) Írd fel az alkoholos erjedés egyenletét! Mekkora a reakcióhő? Számítsd ki a reakciópartnerek képződéshőjéből!

A borok etanoltartalma széles határok között mozog. Egy könnyű német rizlingben lehet csak 7 vegyesszázalék, míg egy dél-francia testes vörösboré 14% felett is lehet. A következő mérést végezték el. A bort desztillált vízzel 50,0-szeres térfogatra hígították. Ezt az oldatot csepegtették 0,0050 M kálium-dikromát 100 cm³ kénsavas (0,10 M) oldatába. Az ekvivalenciapont 15 ml-nél volt.

b) Írd fel az etanol és a dikromátion reakcióját! Mi volt ezek szerint a bor térfogatszázalékos alkoholtartalma?

c) Mekkora volt a kromátoldat pH-ja a csepegtetés előtt és az ekvivalenciapontban? Tekintsd a kénsavat erős, egyértékű savnak! Lehetne az ekvivalenciapontot a pH követésével figyelni?

A feladat egy másik változata a kénsavat erős kétértékű savnak tekintette. Tudjuk, hogy a második disszociáció pK_s értéke 1,92.

d) Mekkora eltérést okozott az, és mekkora hibát okoz a jelenlegi közelítés a valódi pH értéktől 0,10 M kénsavoldat esetében?

A borászati gyakorlatban az alkoholtartalom pontos mérését desztilláció előzi meg, valamint a dikromátos reagenst is feleslegben használják.

e) Milyen problémákat küszöbölnék így ki?

(francia feladat)

H302. Egy Franciaországban is fellelhető, látványos ásvány összegképlete $A_5(PO_4)_3B$. Kristályának elemi cellája hexagonális, a térfogatát a $V = abc \sin 120$ adja meg. Az élek hossza $a = b = 0,999$ nm, $c = 0,733$ nm. Egy cellában a képlet kétszeresének megfelelő számú atom van.

Az ásvány 1,000 g tömegű mintáját tömény salétromsavban teljesen feloldották, majd KOH-dal kb. pH 5-re semlegesítették. 1,224 g kálium-

jodid volt szükséges 1,700 g élénksárga csapadék mennyiségi leválasztásához.

a) *Mi volt az ásvány képlete? Mi történt volna, ha a jodidot feleslegben használták volna?*

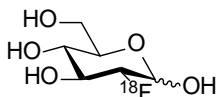
Bizonyos esetekben az ásványt a **C** kation nem elhanyagolható mértékben szennyezi. Az **A** atomtömege a **C** atomtömegének 3,98-szorosa. Egy így szennyezett ásvány 1,00 grammját salétromsavban feloldották. Az oldathoz Na_2SO_4 -ot adva fehér csapadékot szűrtek le. A szűrletet ammóniaoldattal kezelve, a levált $\text{C}(\text{OH})_3$ csapadékot kénsavban visszaoldották. Ezt a kénsavas oldatot Ag^+ katalizátor mellett $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ -tal hosszasan forralták, majd $100,00 \text{ cm}^3$ törzsoldatot készítettek belőle. Ennek $10,00 \text{ cm}^3$ -es részletéhez $10,00 \text{ cm}^3$ $1,00 \text{ M}$ savas $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ -oldatot adtak, és az elegyet $9,44 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ KMnO_4 -oldattal titrálták. A fogyás $15,0 \text{ cm}^3$ lett.

b) *Micsoda C? Hány százaléka volt a mintának? Írd fel az analízis reakcióegyenleteit! Mi a kiindulási só képlete?*

c) *Az így kitűzött feladat ugyan megoldható, de a szerzők megfélekeztek valamiről, és a leírásnak megfelelően nem lehetne az analíziseket elvégezni. Miről feledkeztek meg?*

(francia feladat)

H303. A pozitronemissziós tomográfia (PET) olyan orvosi képalkotó módszer, amelyben a szervezetbe radioaktív, pozitronokat kibocsátó izotópokat visznek be, és ezek eloszlását követik. Az egyik leggyakoribb ilyen izotóp a ^{18}F (felezési ideje 109,74 perc). A legnépszerűbb jelölt molekula a 2-deoxi-2- ^{18}F -fluoro-glükóz (^{18}F -FDG).



^{18}F -FDG

a) *Írd fel a fluorizotóp radioaktív bomlásának egyenletét! Rajzold fel a bomlástermékként keletkező hexóz szerkezetét!*

Az izotóp radioaktivitását számszerűleg az aktivitással szokták jellemezni, amelynek mértékegysége a becquerel, Bq, a másod-

percenkénti bomlások száma. Ez nyilván arányos az izotópmagok számával: $A = \lambda N$, ahol λ az ún. bomlásállandó. A radioaktív magok száma exponenciális függvény szerint csökken:

$$N(t) = N(0) e^{-\lambda t}$$

A PET mérés előtt beadott fluorizotópot tartalmazó injekció aktivitása 370 MBq. A képképző vizsgálatig egy órát várnak.

b) *Mekkora lesz az FDG-ből származó radioaktivitás a vizsgálatkor, illetve a beadás után 4 órával?*

A jelölt cukorszármazékot aránylag összetett szintézisben, $K^{18}F$ -et használva állítják elő. Az eljárás hozama nem több, mint 75% és legalább 30 percig eltart. A reakciósorban a fluorid beépítésekor [2.2.2]kriptand segédanyagot is használnak (ld. 2019/1. szám, 3. oldal, 1. ábra).

c) *Hány gramm $K^{18}F$ -ből szükséges kiindulniuk legalább? Mi lehet a kriptand funkciója a kérdéses reakciólépésben?*

(francia feladat)

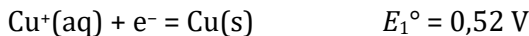
H304. A 0,0100 M réz-nitrát-oldat pH-ja 4,65.

a) *Add meg a hidratált réz(II)-ion savas disszociációjának egyenletét! Számítsd ki a folyamat savi disszociációállandóját!*

A réz(II)-hidroxid oldhatósági szorzata $1 \cdot 10^{-20}$.

b) *Milyen pH-n kezdene leválni a réz-hidroxid a fenti oldatban? A hidratált rézionok hány százaléka deprotonálódott ekkor?*

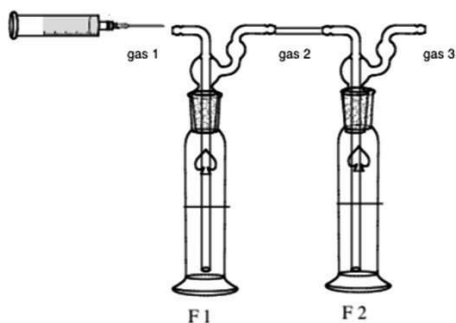
A réz(I)-ion vizes oldatban diszproporcionálódik. A folyamat jellemzésére felhasználhatóak a Cu^+ -ion redoxifolyamatainak standard potenciáljai.



c) *Írd fel a diszproporció egyenletét! Az egyes folyamatokra felírható Nernst-egyenletek segítségével számítsd ki a diszproporció egyensúlyi állandóját! Mi lesz a különféle rézspeciesszek egyensúlyi koncentrációja egy olyan oldatban, amiben 0,0100 M réz(I)-sót oldottak fel?*

(francia feladat)

H305. A vegyipar által használt hidrogéngáz nagy részét földgázból állítják elő. Ez esetben a gázt minél tökéletesebben kénteleníteni kell, hogy a katalizátorokat a kén ne szennyezze el. A földgáz esetében a gáz savas alkotóelemeit (hidrogén-szulfid és szén-dioxid) egyébként is el kell távolítani, hogy a csővezetékek ne korrodálódjanak. Ezt a leggyakrabban amintartalmú oldatokban történő elnyeletéssel érik el. Bizonyos aminok oldatai minden savas gázt megkötnek, mások szelektívek a H_2S és CO_2 megkötődésének eltérő reakciósebességei miatt. Az alábbi kísérlet ezt modellezi, a szénhidrogének helyett nitrogéngázt használva. Az alábbi berendezésben végezték a kísérleteket, egyszer monoetanolamin (MEA), máskor pedig metil-dietanolamin (MDEA) nagy feleslegét használva.



Az F1 edény kezdetben 100 ml 0,5 M aminoldatot, az F2 100 ml 0,5 M NaOH-oldatot tartalmazott. Egy gázkeverék adott térfogatú mintáját (benne n_1 mmol CO_2 , n_2 mmol H_2S és n_3 mmol CH_3SH) nitrogéngáz áramával áthajtanak a rendszeren. A kilépő gázban már nincs savas komponens, az aminok és a NaOH egyaránt nagy feleslegben vannak.

Ezek után a két edény tartalmát 1,0 M sósavoldattal titrálják. A titrálás során az oldatok pH-ját és vezetőképességét is rögzítik.

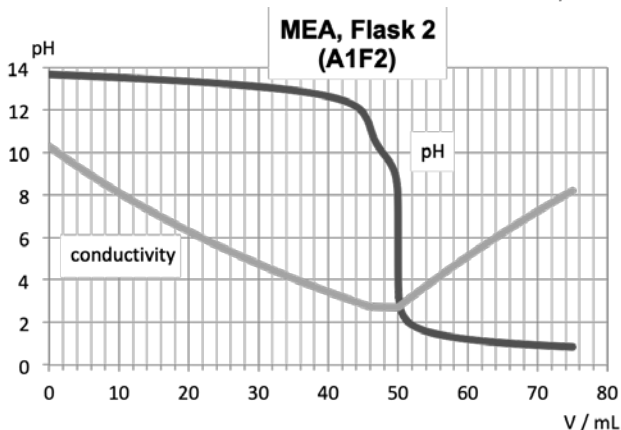
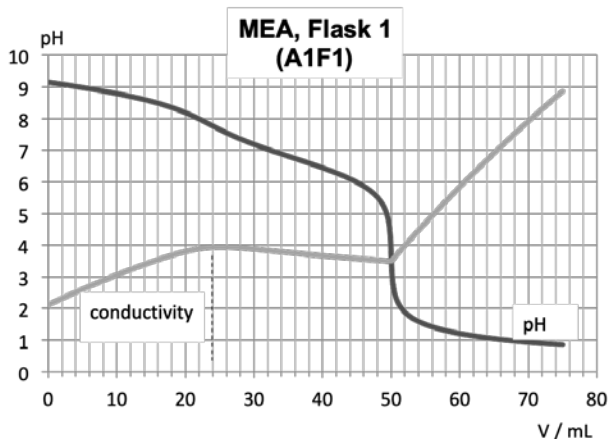
Az anyagok savi disszociációállandói:

Aminok: MEAH ⁺ /MEA; MDEAH ⁺ /MDEA	$\text{p}K_s = 9,5$
$\text{CO}_2(\text{aq})$	$\text{p}K_{s1} = 6,4$; $\text{p}K_{s2} = 10,3$
H_2S	$\text{p}K_{s1} = 7,0$; $\text{p}K_{s2} = 13,0$
CH_3SH	$\text{p}K_s = 10,3$

a) Mely reakciók esetében várható, hogy teljes mértékben végbemennek az egyes gázkomponensek i) amin- és ii) NaOH-oldatba vezetésekor?

Ezek után a két edény tartalmát 1,0 M sósavoldattal titrálják. A titrálás során az oldatok pH-ját és vezetőképességét is rögzítik.

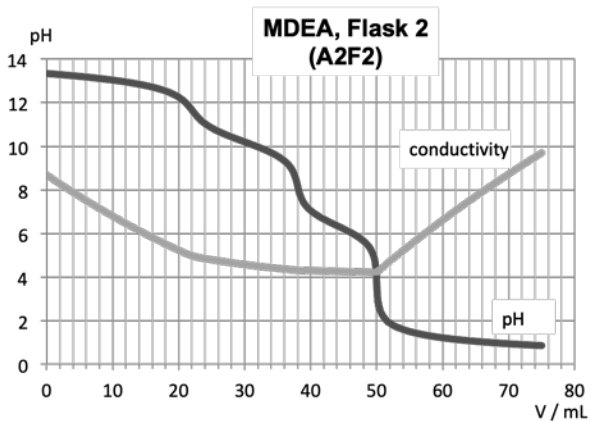
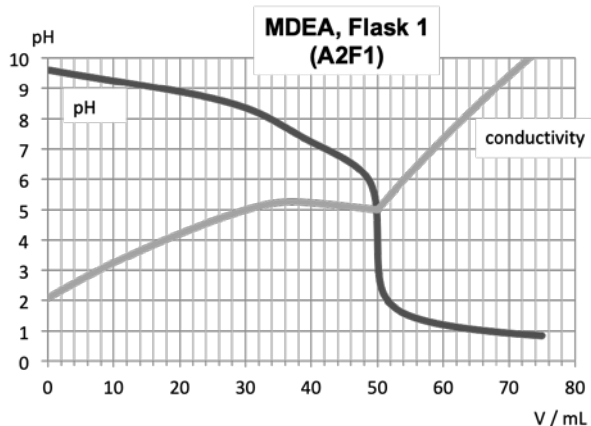
A MEA esetében nincsenek szokatlan reakciósebességek. A következő görbéket rögzítették a két oldat titrálásakor:



b) Hány mmol volt jelen az egyes specieszekből az F1 edényben a titrálás előtt? Az n_1 , n_2 és n_3 mennyiségek függvényében adj meg erre egy kifejezést! Melyik vegyület(ek) volt(ak) jelen az F1 edényből

távozó gázban? A görbék alapján milyen mennyiségekre lehet következtetni?

A MDEA csak az egyik savas speciesszel reagál, a másikkal a reakció elhanyagolhatóan lassú. A kísérletet MDEA-val végezve a következő görbéket rögzítették a két oldat titrálásakor:



c) Hány mmol gáz kötődött meg az MDEA oldatban? A görbék alapján melyik komponens volt ez? Számítsd ki a használt gázkeverék összetételét!

(francia feladat)