

GONDOLKODÓ



Feladatok

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

A megoldásokat 2021. február 25-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.

K380. Jelölje általánosan az $a A(g) + b B(g) \rightleftharpoons c C(g)$ egy egyensúlyra vezető kémiai reakció egyenletét. A kiindulási anyagok sztöchiometrikus mennyisége esetén 20 %-os átalakulás mellett az egyensúlyi koncentrációk: $[A] = 4 \text{ mol/dm}^3$, $[B] = 2 \text{ mol/dm}^3$, $[C] = 1 \text{ mol/dm}^3$.

- Határozd meg az a , b , c együtthatók értékét! Mondj egy valóságosan lejátszódó reakciót, ami megfelel az általános egyenletnek!
- A kezdeti gázelegyenek mi a térfogatszázalékos összetétele?
- Határozd meg az adott hőmérséklethez tartozó koncentrációkkal kifejezett egyensúlyi állandó értékét!

(Tóth Albertné)

K381. 250 gramm 100 °C-on telített AgNO_3 -oldat 50 °C-ra történő hűtésekor $\Delta m_1 = 118,19$ g só kristályosodik ki. 250 g 50 °C-on telített AgNO_3 -oldat 0 °C-ra történő hűtésekor $\Delta m_2 = 153,25$ g AgNO_3 kristályt kapunk.

a) *Hány g AgNO_3 válik ki az oldatból, ha 250 gramm 100 °C-on telített oldatot 0 °C-ra hűtünk le?*

A telített oldat 100 °C-ról 0 °C-ra való hűtésével az oldott anyag $w = 87,95$ %-a termelhető ki.

b) *Mennyi ez alapján az AgNO_3 oldhatósága 0 °C-on?*

c) *Szövegezz meg egy ugyanilyen típusú feladatot, de az oldott anyag ne AgNO_3 , hanem ZnSO_4 legyen, és a kikristályosodó anyag pedig $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$! Milyen számok szerepelnek ekkor Δm_1 , Δm_2 , w értékeként?*

(Tóth Albertné)

K382. Egy szénhidrogént 20,0%-os oxigénfeleslegben elégetve olyan 180 °C-os füstgázt kapunk, amelynek 37,5 térfogatszázaléka szén-dioxid.

a) *Mi a vegyület képlete? Mi a térfogatszázalékos összetétele a keletkezett füstgáznak?*

b) *Mi a füstgáz összetétele ilyen hőmérsékleten, ha 20,0 %-os levegőfeleslegben történik az égetés? Tekintsük a levegőt 21 V/V% oxigén és 79 V/V% nitrogén elegynek. Mennyi a füstgáz sűrűsége – az ugyanolyan állapotú– levegőre vonatkoztatva?*

c) *A levegőben való égetés során kapott füstgázból mintát vettünk, és azt KOH-oldaton vezettük át. Hány %-os az eltérés a be- és a kilépő gáz tömege között?*

(Tóth Albertné)

K383. Az általánosan használt periódusos rendszert nem jelöljük „atomok periódusos rendszere” vagy „elemek periódusos rendszere” megkülönböztetéssel. Fontos üzenete van annak, hogy akár az atomok elektronszerkezetét véve alapul, akár a Mengyelejev-féle szempontrendszert alkalmazva ugyanazt az elrendezést kapjuk. A következő feladatban mégis ezt a két nézőpontot kell alkalmazni (külön-külön).

Két 3×3 -as részletet keresünk a periódusos rendszerben, ahol a sötét színnel jelzett körök egy-egy atomot, illetve elemet jelentenek. Az alább felsorolt információk alapján határozd meg melyik lehet ez a kérdéses öt, és a megfejtés birtokában válaszd meg a további öt-öt kérdést!

•		•
	•	
•		•

Az „atomok periódusos rendszeréből” vett részlet esetén:

- az öt atom atommagját összesen 100 proton alkotja;
- az öt atom vegyértékelektronjainak száma összesen 30;
- van olyan atom közöttük, mely rendelkezik telített d alhéjjal;
- nincs a keresett atomok között olyan, melynek f alhéján lenne elektron;
- az egyik atom elektron felvétellel [Ar] nemesgáz-szerkezetet ér el.

- A megoldásban hogyan hasznosítottad a 30-as számadatot? Add meg az egyenletet és az eredményt!*
- Mennyi a legkisebb rendszámú atom atomsugara [méterben]?*
- A kérdéses atomok közül kettő is van, amelyeknek csak egy természetes izotópja van, azaz monoizotópos. Melyik ez a két atom?*
- A felsorolt különböző atomok között van-e példa kémiai kötés kialakulására? (Állításod igazold példákkal!)*
- Melyik atomnak van a legtöbb ismert oxidációs száma? Ezeket az értékeket mutasd be 1-1 példán!*

Az „elemek periódusos rendszeréből” vett részlet esetén:

- valamennyi elemnek van kénnel alkotott vegyülete, ezek XS vagy X_2S összetételűek;
- a legkisebb rendszámúhoz hasonló ferromágneses elemek a kérdéses elemmel azonos periódusban találhatóak;
- az egyik elem olvadáspontja a szobahőmérsékletnél alacsonyabb;
- a kérdéses elemek közül háromnak pozitív a standard elektród-potenciálja;
- a legnagyobb rendszámú elem vegyületeiben kétféle iontöltésű lehet, így standardpotenciálja is kétféle értéket vesz fel.

- f) *Fehér – vörös – fekete. Mely elemek szulfidjainak van ilyen színű módosulata?*
- g) *Az öt elem szulfid vegyületei közül melyiknek a legkisebb a kéntartalma? Ez hány tömegszázalék?*
- h) *Az egyik elem elterjedt gyakorlati alkalmazásának oka, hogy az elem hőtágulási együtthatója megegyezik a laboratóriumi üvegével. Melyik ez az elem?*
- i) *Az itt szereplő elemek között van-e olyan, amellyel H_2 gáz fejleszthető?*
- j) *A felsorolt elemek ionjai „hajlamosak” komplexképződésre. Írj mind-egyikre 1-1 példát (névvel együtt)!*

(Tóth Albertné)

K384. *Keress 1-1 olyan szervetlen vegyületet, amelyben az alkotó kémiai elemek anyagmennyiség-aránya*

- a) 1:1:1
b) 1:2:3
c) 1:2:4
d) 1:3:5
e) 1:1:1:1
f) 1:2:3:4
g) 1:3.5:7
h) 1:2:4:8

(Zagyai Péter)

K385.* Egy kémiatanár nehéz feladatot adott diákjainak, mely így szólt: „Egy elágazásmentes szénláncú, telített, egyértékű észter lúgos hidrolízise során a kapott nátriumsó tömege 46,5%-kal kisebb, mint a kiindulási észteré. Melyik észterről van szó?”

A dolgozat begépelésekor azonban véletlenül „46,5%-kal nagyobb” került a szövegbe. A diákok nem is értették, elírásra gyanakodtak. A tanár azonban nem akarta beismerni, hogy hibázott, és rövid számolás után rájött, hogy érdekes módon a feladat így is megoldható – jóval nehezebb, de megoldható. Ezért aztán nem korrigálta a szöveget, és biztatásképpen közölte a diákokkal, hogy aki nem tudja megoldani, az nem egy, hanem

két elégtelent kap. (Magában pedig megállapította, mekkora mázli, hogy véletlenül azt is kihagyta a szövegből, hogy *nyílt láncú.*)

Mi lehetett a feladat eredeti megoldása, és mi jön ki az elrontott szöveg alapján?

(Zagyai Péter)

K386.* Japán gazdag olyan kéntartalmú ásványokban, mint a réz, a vas és az ólom szulfidjai. A kalkopirit (CuFeS_2) feldolgozása során az ércet tiszta kvarchomokkal (SiO_2) hevítik, miközben kén-dioxid, Cu_2S és FeSiO_3 keletkezik. A kapott Cu_2S megfelelő mennyiségű oxigénnel fém-rezet és kén-dioxidot ad.

a) *Írd fel a két reakció egyenletét! Hány kg réz és hány liter kén-dioxid (1,00 bar és 25 °C) keletkezése várható 100 kg kalkopiritből?*

Egy 50,0 literes hő- és nyomásálló tartályba 7,00 mol kén-dioxidot és 3,00 mol oxigént töltöttek. Katalizátor jelenlétében 350 °C-on az egyensúlyi nyomás 8,60 bar lett.

b) *Hány mol kén-trioxid keletkezett?*

A kén-dioxidot általában katalizátor segítségével tovább oxidálják, és kénsavat gyártanak belőle. A kén-trioxidot tömény kénsavban nyeletik el, és a kapott óleumot hígítva állítják elő a kívánt koncentrációjú kénsavat.

c) *Hány kg 60 m/m%-os kénsavra van szükség, ha 20,0 kg 32 m/m%-os óleumot (32 m/m% SO_3 és 68 m/m% H_2SO_4) hígítanak 98 m/m%-os kénsavvá?*

Ha 1 mol H_2SO_4 -at n mol vízzel hígítanak, akkor a fejlődő hő mennyiségét a következő tapasztalati összefüggés adja meg:

$$Q_0[\text{J}] = \frac{7,47 \cdot 10^4 \cdot n}{n + 1,80}$$

d) *Mennyi hő fejlődik, amikor 8,0 kg 98 m/m%-os kénsavat vízzel 60 m/m%-osra hígítanak? Hány fokkal emelné meg ez a hő 10 kg víz hőmérsékletét?*

(japán feladat)

K387.* Az **A** biner vegyület egy kristályos szilárd anyag. Az X^{n+} fémkationot tartalmazza és a színe szürkésfehér. Szobahőmérsékleten **A** vízzel lassan reagál és a vízben nagyon rosszul oldódó **B**-t adja. A reakció során gázfejlődés figyelhető meg. Hevítés során **B** vízvesztést mutat 350 °C környékén, és a fehér **C** vegyület keletkezik, amelynek a tömegszázalékos oxigéntartalma 39,7%. Az **A** hevítése az anyag 7,6 tömegszázalékának megfelelő gáz fejlődik, és az **X** fém marad vissza.

Az **X** fém m tömegű mintáját nitrogénatmoszférában hevítve egy sárgászöld vegyület keletkezik, amiből víz nagy feleslegével a **D** keletkezik. A **D** anyagmennyisége 120 ml gáznak felel meg 1 bar nyomáson és 25 °C-on.

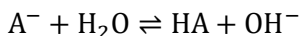
- a) *Add meg a betűvel jelölt anyagok képletét!*
 b) *Írd fel **X** nitrogénnel való reakciójának és **D** keletkezésének egyenletét! Mi volt az m tömeg?*

(japán feladat)

H341. Egy tetszőleges egyértékű sav esetén a következő reakcióegyenletet írhatjuk fel:



A sav egy sójának általános képlete legyen BA, a hidrolízis egyenlete pedig:



Az általános Brönsted-egyenlet néven emlegetett kifejezés a pH kiszámítására szolgál ilyen egyértékű sav-bázis rendszerekre vonatkozóan. Az egyenlet három alapvető pillére az anyagmegmaradás, a töltésmegmaradás és a tömeghatás törvénye. Ezeket felírva levezethető az egyenlet. Az általunk használt általános forma egy általános HA savra és annak általános BA sójára vonatkozólag (a sav egyensúlyi állandója K_s):

$$K_s = \frac{(c_{BA} - [OH^-] + [H^+]) \cdot [H^+]}{c_{HA} - [H^+] + [OH^-]}$$

A kifejezésben a K_s a savi disszociációs állandó ($K_{ecetsav} = 1,86 \cdot 10^{-5}$), c_{HA} és a c_{BA} a HA összegképletű egyértékű sav (pl.: sósav, ecetsav, hanyagasav stb.), illetve a BA képletű só (melyben az A^- a savmaradék-anion) bemérési koncentrációi,

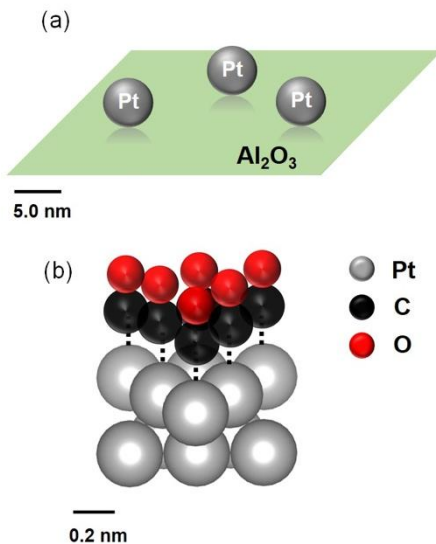
$[H^+]$ és $[OH^-]$ a hidrogénion és hidroxidion egyensúlyi koncentrációja.

Alkalmazd az általános egyenletet az alábbi konkrét példákra! Ezt úgy célszerű végezni, hogy a megadott adatokon kívül csak egy ismeretlen, a hidrogénionok koncentrációja maradjon! Minden elhanyagolást, átalakítást röviden indokolj meg! Ezután számítsd ki az oldatok pH-ját két tizedesjegy pontossággal!

- 1 mol/dm^3 a bemért ecetsav koncentrációja;
- 1 mol/dm^3 az ecetsav és $0,1 \text{ mol/dm}^3$ a nátrium-acetát kezdeti koncentrációja;
- $0,01 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósavat mérünk be;
- 10^{-7} mol/dm^3 koncentrációjú sósavat mérünk be.

(Borzsák István Mihály)

H342. A szén-monoxid (CO) és a fémek közötti koordinációs kötések segíthetnek abban, hogy megbecsüljük a katalizátorhordozón (például az Al_2O_3) elhelyezett fém nanorészecskék méretét. A sematikus ábra az autópárhuzamban is használt platina/alumina katalizátort (Pt/Al_2O_3) mutatja. Az (a) rajzon az egyforma méretű fémrészecskék látszanak a hordozón, a (b)-n a Pt felületén adszorbeált CO molekulák.



1,0 g Pt/Al₂O₃ katalizátort készítettek, amely 0,010 g Pt fémet tartalmaz. CO gázzal érintkezve 0,55 ml (1,0 bar, 273 K) CO-t adszorbeált 1,0 g katalizátor. Az Al₂O₃-on lévő Pt fémrészecskék gömb alakúak, és felületük úgy tekinthető, hogy platinaatomok borítják. és az egyes Pt atomok által elfoglalt terület $8,0 \cdot 10^{-2}$ nm². Amint azt az ábra is mutatja, egy felületi Pt atomhoz egy CO molekula kapcsolódik. A Pt fém sűrűsége $21,45 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

- Számítsd ki, hogy a Pt fémrészecskék atomjainak hány százaléka van a részecskék felszínén!*
- Hány CO molekulát tud 1,0 g Pt fémrészecske adszorbeálni?*
- Hány négyzetméter 1,0 g Pt fémrészecske felülete?*
- Mi a Pt nanorészecskék átmérője?*

(japán feladat)

H343. Japán vulkanikus ország, és közkedveltek a sok helyen fellelhető hévforrások. A források vize sok tekintetben változatos (hőmérséklet, pH, szín és szag), de elsősorban kémiai összetevőik szerint osztályozzák őket. Nem meglepő módon sok vulkanikus területen fakadó forrás tartalmaz kénvegyületeket.

Egy hőforrás vizében (sűrűség: $1,00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) a kéntartalmú specieszek a tiosulfátionok és a hidrogén-szulfid. A víz 100 ml-es mintájához feleslegben kadmium-acetátot adtak, és a keletkező csapadékot (9,50 mg) leszűrték. Kis mennyiségű keményítő indikátort adtak a szűrlethez, és cseppenként I₂/KI oldattal titrálták ($2,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ a I₂ effektív koncentrációja). 7,30 ml hozzáadása után jelent meg a jód okozta elszíneződés.

- Számítsd ki a gyógyvíz kéntartalmát $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ egységben!*

Kénes forrásoknak nevezik azokat a vizeket, amelyeknek 1,00 kg-ja 2 mg-nál több, a H₂S, HS⁻, S²⁻ és a S₂O₃²⁻ specieszekből származó ként tartalmaz. Egy vízminta sűrűsége $1,00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, a pH-ja 8,000. 5,90 mg tiosulfátion van 1,00 kg vízben, és a [S²⁻] $1,00 \cdot 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ benne.

A hidrogén-szulfid első és második savi disszociációs állandója $K_1 = 9,50 \cdot 10^{-8}$, $K_2 = 1,30 \cdot 10^{-14}$.

- Számítsd ki a minta kéntartalmát $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ egységben!*

Egy vulkáni gáz 10,0 l mintájának hidrogén-szulfid és kén-dioxid tartalmát vizsgálták. A gázt 500 ml vizes I₂/KI oldatban (effektív I₂

koncentráció: $2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$) nyelették el. A kapott elemi ként kiszűrték, és a szűrlet térfogatát vízzel $1,00 \text{ dm}^3$ -re kiegészítették. A törzsoldat két, 100 ml -es részletét vizsgálták tovább. Az egyikhez bárium-kloridot adtak, amíg további csapadék képződése már nem volt tapasztalható. A kapott elegyből $41,5 \text{ mg}$ szintelen csapadék volt kiszűrhető.

A másik részletet $2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ nátrium-tioszulfát-oldattal titrálták, indikátorként keményítőt használva. A jód okozta elszíneződés után tűnt el, miután $73,0 \text{ ml}$ -t adagoltak az oldatba. Tételezzük fel, hogy a vulkáni gáznak nincs más kéntartalmú összetevője, mint a hidrogén-szulfid és a kén-dioxid, és hogy a fent leírt kísérletek során a kis koncentrációban jelen lévő hidrogén-szulfid és kén-dioxid nem reagál közvetlenül.

c) Számítsd ki a hidrogén-szulfid és a kén-dioxid koncentrációját a vulkáni gázban $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ egységben!

(japán feladat)

H344. A vízben rosszul oldódó gázok esetében egyenes arányosság áll fenn a vízben oldott gáz parciális nyomása, P , és móltörtje, x között (Henry törvénye):

$$P = k_{\text{H}}x$$

Itt k_{H} a Henry-állandó, ami nitrogén 25°C -os vízben oldásakor $8,57 \cdot 10^4 \text{ bar}$. A következő kérdésekben a víz nyomás hatására mutatott térfogatváltozását figyelmen kívül lehet hagyni.

Ha egy bűvár hosszabb időt tölt nagy mélységben, a nagy nyomásnak köszönhetően nitrogén oldódik a vérben. Túl gyors felszínre emelkedés esetén az oldott nitrogén buborékokat képez, amelyek károsítják az ereket és a szöveteket. Ez a kesztonbetegség.

25°C -os hőmérsékleten $5,00 \text{ l}$ vizet (kb. egy felnőttről vett vérenek térfogata) töltöttek egy dugattyús tartályba, és a tartályt nitrogénnel töltötték fel. Ezután a nitrogén nyomását megnövelték, hogy elérje a $20,0 \text{ m}$ mélységben mérhető értéket, és hagyták, hogy a gáz-folyadék egyensúly beálljon. A tengervíz sűrűsége $1,00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 1 kg tömeg súlya $9,81 \text{ N}$, és a légköri nyomás $1,00 \text{ bar}$. A dugattyút kihúzva a nyomást $0,800 \text{ bar}$ -ra csökkentették (ez megfelel a nitrogén parciális nyomásának levegőn), és ismét megvárták az egyensúly kialakulását.

a) *Hány mol nitrogén oldódott fel a vízben a nagyobb nyomáson? Hány liter gáz szabadult fel a nyomáscsökkentés hatására?*

A Henry-törvény a szénsavas üdítőitalok viselkedését is jól jellemzi. Egy 570 ml térfogatú edénybe 500 ml vizet és fölé 50 atm nyomású széndioxidot töltöttek 10 °C-on, majd megvárták az oldódási egyensúly kialakulását. A CO₂ Henry-állandója 10 °C-os víznél $0,104 \cdot 10^4$ atm, és a CO₂ vízzel mutatott reakcióját figyelmen kívül lehet hagyni.

b) *Hány atm lesz a nyomás az edényben és hány mol szén-dioxid került oldatba?*

c) *Hogyan változnak meg ezek a mennyiségek, ha a rendszert 50 °C-ra melegítjük? A CO₂ Henry-állandója 50 °C-on $0,283 \cdot 10^4$ atm.*

(japán feladat)

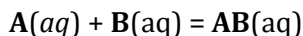
H345. Az oxigén és az argon Henry-állandója 25 °C-on $4,42 \cdot 10^4$ bar és $4,02 \cdot 10^4$ bar. A víz oxigénmentesítését vizsgálva egy 2,0 l térfogatú edényben 1,0 l vizet levegőn állni hagytak 1 bar nyomáson és 25 °C-on. A levegő oxigéntartalma legyen 21%.

a) *Hány mg oxigén oldódik a vízben? Mi lesz az oldatban az oxigén móltörtje?*

A lezárt edény gáztartalmát 1,0 bar nyomású argonra cserélik, és megvárják az egyensúly beálltát. A víz párolgásától tekintsünk el!

b) *Mi lesz a kapott oldatban az oxigén móltörtje? Hányszor kell ezt az eljárást megismételni, hogy az oldat oxigéntartalma 1 ppt alá csökkenjen?*

Tekintsük egy olyan gázkeverék (**A** és **B**) oldódását, ahol a komponensek oldódását Henry-törvénye egymástól függetlenül jól leírja, azaz a gázfázisban nincs köztük kölcsönhatás. Az oldott molekulák viszont egymással reagálnak, és az **AB** komplex keletkezik.:



Legyen x_i ($i = \mathbf{A}, \mathbf{B}, \mathbf{AB}$) a specieszek móltörtje és $K_{\mathbf{AB}}$ a fenti reakció egyensúlyi állandója:

$$K_{\mathbf{AB}} = \frac{x_{\mathbf{AB}}}{x_{\mathbf{A}}x_{\mathbf{B}}}$$

Egy 2,00 literes edénybe 1,00 liter vizet és gázkeveréket töltünk 25 °C-on. **A** és **B** Henry-állandói $1,0 \cdot 10^4$ bar és $2,0 \cdot 10^4$ bar, $K_{AB} = 500$.

- c) *Mi lesz a gázok egyensúlyi parciális nyomása a gáztérben, és móltörtje az oldatban, ha a két komponens kiindulási parciális nyomása a gáztérben egyaránt 2,0 bar?*
- d) *Az előbbi érték hány százaléka lesz a **B** móltörtje az oldatban, ha az **A** kiindulási parciális nyomása 2 helyett 10 bar?*

(japán feladat)