

GONDOLKODÓ



Feladatok

Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Zagyi Péter

A megoldásokat 2024. január 15-ig lehet a pontversenybe benevezettnek feltölteni. A nevezésre a kokel.mke.org.hu honlapon volt és van mód; a nevezés után az egész tanévre érvényes részletes tájékoztatás érkezik a feltöltés módjáról.

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.

K468. Violetta három binér fém-karbid vegyületet szerzett (nem iskolája laborjából). Mindegyikben kétszeresen pozitív kationok vannak.

Az első vegyületnél a szén, a másodiknál csak a fém tömegszázalékát sikerült meghatározni. A harmadik esetében nem tudta pontosan meghatározni a tömegszázalékokat, csak intervallumot tudott megállapítani.

$m/m\%$	1.	2.	3.
Fém	?	62,5%	$55 < ? < 65 \%$
Szén	42,55%	?	$35 < ? < 45 \%$

Az első vegyületet vízbe helyezve, olyan gáz-halmazállapotú szénhidrogén keletkezik, amelynek 10 tömegszázaléka hidrogén.

a) *Határozd meg a fejlődő gáz képletét, számítással azonosítsd a fémet, majd írd fel a karbid képletét, illetve annak vízzel való reakcióját!*

A második karbidot használják a karbidlámpákban.

b) Írd fel a lámpában elégetett gáz képződésének és égésének egyenletét!

A harmadik karbidban lévő fém kémiája sokban hasonlít az alumíniumra. Például kloridjaikban klórhidak képződnek, azonban míg az alumínium kloridjából csak dimerek, addig az ismeretlen fém kloridjában polimer részletek (is) megfigyelhetőek.

c) Azonosítsd a harmadik karbidot, és írd fel vízzel való reakcióját! (A karbid semleges közegben vízzel csak lassan reagál.) Rajzold fel az említett polimer szerkezetét!

(Nemeskéri Dániel)

K469. Egy szervesetlen oxosav színtelen, kristályos vegyület, és erősebb oxidálószer, mint a tömény kénsav. Ugyanakkor a kénsavnál gyengébb sav, még ha vizes oldatban erős savként is viselkedik. Forró, tömény oldata az aranyat is feloldja. Az oldás során nem fejlődik gáz, hanem az oxosav központi atomja redukálódik.

A forró oldatból kiváló aranysó az eredeti oxosav anionját és aranyionokat tartalmaz. Aranytartalma 47,88%, oxigéntartalma 23,33%.

Írd fel az oldódás egyenletét!

(Borbás Réka)

K470. Egy ércként is előforduló vasvegyület 100,0 grammos mintáját standard légköri nyomású argon atmoszférába helyezték 25 °C-on egy 20,0 dm³-es tartályban, majd hosszabb ideig 1100 °C-on tartották. A tartályban lévő szilárd por tömege 62,02 g-ra csökkent. Visszahűtve a gázt, a tartályban levő kétkomponensű elegy nyomása 25 °C-on 208,3 kPa lett.

a) Mi a vasvegyület képlete? Írd le a tartályban zajló folyamat egyenletét!

A kísérletet megismételték, de ezúttal nem melegítették 730 °C-nál magasabb hőmérsékletre a tartályt. A nyomás megegyezett az előző mérés végén mérttel, de a szilárd anyag tömege 66,62 grammnak adódott.

b) Milyen folyamat zajlott a tartályban alacsonyabb hőmérsékleten?

A harmadik kísérletben 20,00 gramm mintát vizsgáltak, de a laboráns elfelejtette, hogy a hevítést argon atmoszférában kell végezni, így standard nyomású levegővel volt a tartály töltve a hevítés előtt.

c) *Milyen folyamat zajlott le ebben a kísérletben? Mi lett a gáz nyomása és a szilárd anyag tömege a kísérlet végén?*

(Borbás Réka)

K471. Az élő sejteken belül a kloridion koncentrációja 4 – 5 mmol/dm³. A sejtközi plazmában (vérplazmában) a kloridion koncentrációja 113 – 116 mmol/dm³. Az élő szervezetnek a sejtmembrán két oldalán fenn kell tartania ezt a nemegyensúlyi állapotot. A 7-es kromoszóma mutációja felborítja a kloridionok ezen eloszlását, ami komoly betegségekhez vezethet.

Egy embernek átlagosan 5 dm³ vére van, amelynek 60%-a plazma.

a) *Hány gramm kloridion van a vérplazmában oldva?*

b) *Ha az emberi szervezet 95 g kloridiont tartalmaz, akkor ennek mekkora százaléka van a vérplazmában oldva?*

Az ozmózisnyomás az oldatok egy olyan jellemzője, amelyet az oldott anyagok mennyisége szab meg. Ha két oldat egy, az oldószert áteresztő, de az oldott anyagokat visszatartó membránon át (mint pl. a sejtmembrán) érintkezik, akkor a nagyobb ozmózisnyomású helyre áramlik a víz a kisebb ozmózisnyomású helyről. Ha a két oldat izotóniás, azaz azonos az ozmózisnyomásuk, akkor a víz egyező sebességgel cserélődik ki a két oldat között, azaz egyik sem hígul meg. Az ozmózisnyomást az alábbi képlettel számolhatjuk ki:

$$p_{\text{ozmózis}} = cRT$$

ahol c az oldatban lévő oldott anyagok összes anyagmennyiség-koncentrációja SI mértékegységben kifejezve, R az egyetemes gázállandó, T az abszolút hőmérséklet. Az anyagmennyiség-koncentrációban az ionokra széteső vegyületek esetében az ionokat külön-külön számoljuk. Tehát a pl. a 0,1 mol/dm³ koncentrációjú MgCl₂-oldat össz-koncentrációja 0,3 mol/dm³.

A fiziológiás sóoldat 0,87 m/m%-os NaCl oldat, azaz izotóniás az emberi plazmával. Ennek az ozmózisnyomása megegyezik a sejtek és a plazma ozmózisnyomásával.

c) *A kloridionok a sejt plazma ozmózisnyomásának mekkora százalékáért felelősek?*

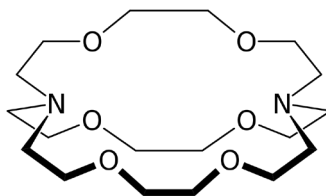
(Borbás Réka)

K472. A szimmetrikus szerkezetű ionok, molekulák, mint például a fo-cilabdára emlékeztető fullerén, mindig nagy érdeklődést keltenek. Friss hír, hogy oldatreakcióban először sikerült egy olyan szabályos szerkezetű ionos vegyületet előállítani, aminek szabályos test alakú anionjában nincsenek szénatomok, sőt az alkotó atomokra inkább kationként szokás gondolni.

A dodekaéder formájú anion csúcsain egyféle (A), a lapok középpontjain pedig egy másikféle atom (B) található. Az anion így leírható váza hat negatív töltést hordoz, és benne összesen 1974 elektron található. A test egy lapját alkotó atomokat magukban tekintve összesen 334 elektront tartalmaznak.

a) *Mi az anion vázáinak összegképlete?*

Az előállított vegyület kationjai olyan káliumionok, amelyeket az ábrán bemutatott szerkezetű szerves vegyület komplexál [képlete $N(CH_2CH_2OCH_2CH_2OCH_2CH_2)_3N$], azaz be vannak csomagolva egy apoláris vázba.



Az előállított vegyület „fém-fullerén” néven emlegetett anionjának bel-sejébe is volt még egy további ion csomagolva.

b) *Mi volt ez az ion, ha a vegyület moláris tömege 6915,64 g/mol?*

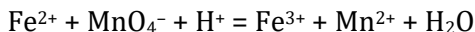
c) *Miért túlzó pontatlanság a „fém-fullerén” megnevezés?*

(Borbás Réka)

K473*. Egy porkeverék összetétele 47,0 m/m% vas, 35,0 m/m% vas(II)-oxid és 18,0 m/m% vas(III)-oxid. A keverék két egyenlő, 4,700 g tömegű mintáját vizsgálták.

Az egyik részletet híg kénsavat lassan adagolva, levegő kizárása mellett oldották. Ilyenkor az oldatba kerülő fémionok egyike viszonylag gyors szinproporciós reakcióban vesz részt, és csak ennek teljes lejátszódása után várható gázfejlődés.

A kapott kénsavas oldatot kiegészítették 200,0 cm³-re, majd az oldat 10,0-10,0 cm³ térfogatú részleteit 0,0196 mol/dm³ koncentrációjú kálium-permanganát-oldattal titrálták. A titrálás során lejátszódó reakció kiegészítendő ioneqnyenlete:



A porkeverék másik részletét hidrogénáramban melegítették, a kiáramló gázkeveréket kénsavas gázmosón vezették át, és mérték annak tömegnövekedését.

- Írd fel a színproporciós és a titrálási reakció rendezett ioneqnyenletét, valamint a hidrogénáramban történő melegítés során lejátszódó reakciók egyenletét!*
- Milyen mérési eredményeket várunk az első mintából keletkezett gáz térfogatára, a permanganátos titrálásra, ill. a második minta esetén a gázmosó tömegnövekedésére?*
- Ha nem ismertük volna a porkeverék összetételét, a mérési eredményekből meg tudtuk volna határozni? Válaszodat indokold!*
- Változott volna valamelyik mérési eredmény, ha az eredeti mintát nem kénsavoldatban, hanem sósavban oldották volna fel? Ha igen, milyen irányba?*

(Borbás Réka)

K474*. Egy binér hidrid (a hidrogén mellett csak egyféle kémiai elemet tartalmazó vegyület) vizes oldatban lényegileg egyértékű gyenge savként viselkedik. Egy közel telített vizes oldatának koncentrációja 7,000 g/dm³, benne a hidrogénion-koncentráció 3,273·10⁻³ mol/dm³. A pontosan 3-as pH-t az oldat 9,865-szoros hígításával lehet elérni.

Számolással azonosítsd a vegyületet!

(Borbás Réka)

K475*. Egy szénatomokból álló, sík téralkatú gyűrűs molekula aromás tulajdonságokat mutat, ha 4n+2 elektronja vesz részt „kettős kötésben”. Ezt nevezik a szerves kémikusok Hückel-szabálynak.

A benzol esetében n = 1 értékre a 6 elektron valóban delokalizálódik, és ez a legegyszerűbb aromás vegyület. Az n = 2 esetben két gyűrűvel a

naftalinhoz jutunk, amely szintén az aromás vegyületek közé tartozik. Az antracén és a fenantrén ($C_{14}H_{10}$) három gyűrűjén 14 elektron ($n = 3$) delokalizálódik, ezek a vegyületek is aromásak.

Az utóbbiakkal ellenben a ciklotetradekaheptaén ($C_{14}H_{14}$) egyetlen gyűrűben tartalmazza a 14 szénatomot, de nem síkalkatú, mivel a gyűrű belsőjében 4 hidrogénatom zsúfolódik össze. Így már a Hückel-szabály nem érvényesül, és a vegyület instabil, fény vagy levegő hatására el is bomlik. Ennek a „nagy testvére”, a ciklooktadekanonaén ($C_{18}H_{18}$) viszont már ismét síkalkatú, aromásnak tekinthető molekula.

A benzol, a naftalin, az antracén és a fenantrén egyaránt az aromás jellegüknek megfelelően szubsztitúciós reakcióba vihető klórral. A ciklotetradekaheptaén inkább addíciós reakcióba lép vele, és aromás jellege ellenére a ciklooktadekanonaén is addicionálja a klórt.

- a) *Rajzold fel a naftalin, az antracén és a fenantrén monoszubsztituált klórszármazékait! Elvben hányféle származék létezik?*
- b) *Rajzold fel a ciklotetradekaheptaén, illetve a ciklooktadekanonaén 1:1 arányú reakciójában várt terméket, ha*
- b1) *hidrogén-kloriddal;*
- b2) *klórral reagál!*
- Hányféle termék létezik elvben?*

(Borbás Réka)

H396. Két anyag reakciójában csak egy harmadik anyag keletkezik. A reakció körülményeit nem korlátozza semmi. Tekintsük a reagensek és a termék standard állapotú halmazállapotát.

Keress a lehetséges 18 eset közül minél többre példát, és írd fel a reakció egyenletét!

- a) *gáz + gáz = gáz, gáz + gáz = folyadék, gáz + gáz = szilárd*
- b) *gáz + folyadék = gáz, gáz + folyadék = folyadék, gáz + folyadék = szilárd*
- c) *folyadék + folyadék = gáz, folyadék + folyadék = folyadék, folyadék + folyadék = szilárd*
- d) *szilárd + gáz = gáz, szilárd + gáz = folyadék, szilárd + gáz = szilárd*

- e) szilárd + folyadék = gáz, szilárd + folyadék = folyadék, szilárd + folyadék = szilárd
- f) szilárd + szilárd = gáz, szilárd + szilárd = folyadék, szilárd + szilárd = szilárd

(Forgács József)

H397. Egy hosszú, hőszigetelt és egyik végén zárt csövet megtöltenek sztöchiometrikus etán–levegő eleggyel. Egy etán–levegő elegy akkor sztöchiometrikus, ha elégésekor nem marad feleslegben sem etán, sem oxigén.

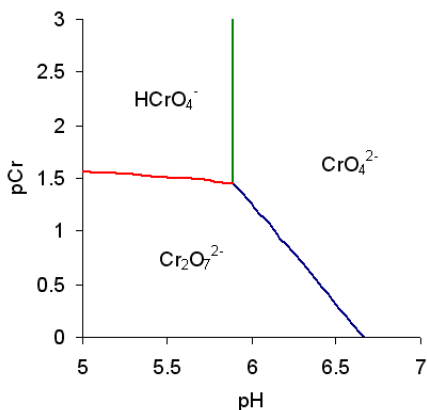
Ha a gázelegyet a cső nyitott végén gyújtják meg, akkor a lángfront terjedési sebessége a csőben $v = 0,38$ m/s. Ha az elegyet a cső zárt végén gyújtják meg (pl. egy gyújtógyertya szikrájával), sokkal gyorsabb lángterjedést tapasztalnak. Az eredeti gázelegy hőmérséklete 300 K, a lángfront áthaladása után pedig 2200 K. Mindkét gázelegy ideális gáznak tekinthető. A levegő összetétele 21% O_2 és 79% N_2 .

- a) Miért gyorsabb a láng terjedése, ha a cső zárt végén gyújtják meg a gázelegyet?
- b) Mekkora ebben az esetben a láng sebessége?

(Turányi Tamás)

H398. Az alábbi, ún. predominancia diagramról leolvasható, hogy az adott egyensúlyi rendszerben melyik speciesz koncentrációja a legnagyobb a kiválasztott körülmények függvényében. Ez a diagram a pH-függő kromát – dikromát dime rizációs egyensúlyt mutatja be.

Az x tengelyen a pH, az y tengelyen pedig az összes krómtartalomból kapható mennyiség, a pCr van feltüntetve.



$$pCr = -\log([Cr]_{\text{össz}}/(\text{mol}/\text{dm}^3))$$

- a) Írd fel az összes krómtartalmat a feltüntetett specieszek koncentrációjából kifejező egyenletet, és a specieszek közt lejátszódó egyensúlyi folyamatok egyensúlyi állandóját!
- b) Melyik állandóhoz tartoznak a tartományokat elválasztó vonalak? Melyeknek és hogyan becsülhető meg az értéke a diagram segítségével?

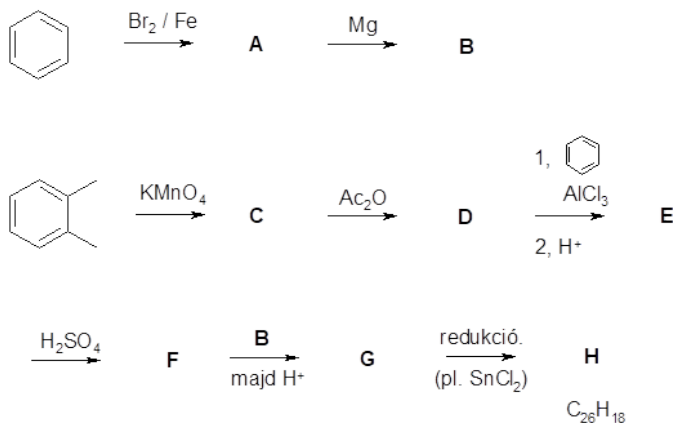
(Varga Szilárd)

H399. A 2-formilbenzoesav és a 3-formilbenzoesav piridinben malonsavval (teljesen azonos körülmények között) reagáltatva két azonos összegképletű ($C_{10}H_8O_4$), de különböző szerkezetű terméket ad.

Mi a szerkezete a két izomer terméknek és mi a magyarázata a két kiindulási anyag eltérő viselkedésének?

(Szabó András)

H400. Add meg az alábbi szintézis termékének és intermedierjeinek szerkezetét!



(Szabó András)