

GONDOLKODÓ



Feladatok

Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Zagyi Péter

A megoldásokat 2025. január 14-ig lehet a kokel.mke.org.hu honlapon keresztül feltölteni. A formai követelmények figyelmes betartását kérjük.

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.

K501. A műtrágyák vízzoldható komponensei gyakran savasabbá teszik a talajt, ami károsíthatja a termőtalaj minőségét. A szakirodalomban a „lime index” vagy mészigény megmutatja, hogy hány kilogramm mészkő kell 100 kg műtrágya közömbösítéséhez.

Az ammónium-nitrát esetében a fenti index-szám 60, az ammónium-szulfát esetében 100.

Milyen egyenletek írják le a közömbösítés folyamatát az ammónium-szulfát és ammónium-nitrát műtrágyák esetében?

(Borbás Réka)

K502. A pétisó magyarban márkanevből lett köznév; a nemzetközi irodalomban CAN, kalcium-ammónium-nitrát néven találkozhatunk a műtrágyával. A pétisó a leírások szerint 7,0 tömegszázalék CaO-dal egyenértékű kalcium-karbonátot, 5,0 tömegszázalék MgO-dal egyenértékű magnézium-karbonátot tartalmaz dolomit adalékként az ammónium-nitrát hatóanyag mellett, melynek különös előnye, hogy egyszerre tartalmazza a lassan és gyorsan felszívódó nitrogént nitrátió és ammóniumion formában.

A műtrágyák hatóanyagtartalmát a nitrogén tömegszázalékában szokták megadni.

a) *Hány kilogramm talajjavító dolomit van 1,00 tonna pétisóban?*

b) *Mennyi a pétisó N hatóanyagtartalma?*

A dolomitot 40 mikrométer átmérőjű gömböcskék formájában viszik be a műtrágyába, melyet az ammónium-nitráttal keverve végül 2,5-6,3 mm átmérőjű granulátummá préselnek.

c) *Hány mol dolomitgömböcske kell 1,00 tonna pétisó gyártásához? (A dolomit sűrűsége 2,84 g/cm³.)*

(Borbás Réka)

K503. Egy robbanószernek, melynek tömegszázalékos összetétele 16,00 m/m% C, 64,00 m/m% O, 18,67 m/m% N, és ezen kívül csak hidrogént tartalmaz, több izomerje is ismeretes, melyek tulajdonságai jelentősen eltérnek egymástól. Az izomerek olvadáspontjai $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -tól $147\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig változnak. A legalacsonyabb olvadáspontú izomer folyadék halmazállapotú és jó rakétahajtóanyag. A három másik izomer is felülmúlja robbanóerőben a TNT-t.

a) *Add meg a vegyületcsalád tapasztalati képletét!*

b) *Határozd meg az összes izomer szerkezetét, ha a vegyületek szénatomjai négytagú gyűrűt alkotnak, és csak egyféle funkciós csoportot tartalmaznak!*

c) *Írd fel a rakétahajtóanyagként használható izomer égésének egyenletét! Alkalmas hajtóanyag lehet-e űrszondák számára? Válaszod indokold!*

(Borbás Réka)

K504. Jól tudjuk, hogy a réz salétromsavban való oldódásakor a nitrózus gázok összetétele attól függ, hogy milyen tömény a salétromsav. A 25 m/m%-os salétromsavban a réz oldódása már nagyon lassú.

a) *Mennyi rezet lehet feloldani 100 g 35,0 tömegszázalékos salétromsavban, ha feltételezzük, hogy csak NO keletkezik az oldódás során, és ha a salétromsav töménysége 25,0 tömegszázalék alá csökken az oldatban, akkor az oldódás megáll?*

A réz salétromsavban való oldódásának kinetikáját és töménységtől függően a keletkező gáz összetételét vizsgálták egy kísérletsorozatban. Az egyik kísérletben $10,0 \text{ cm}^3$ $8,00 \text{ mol/dm}^3$ töménységű salétromsavat mértek egy mintatartóba, amely fölött $50,0 \text{ cm}^3$ gáztér volt, melyből előzőleg kiszivattyúzták a levegőt. A salétromsavba $3,292 \text{ g}$ rézgranulátumot tettek, majd mérték a gáztér nyomását és a keletkező gázok összetételét. A nyomás $17,82 \text{ kPa}$ lett az első perc végére, és a NO és NO_2 anyagmennyiség-aránya $0,761$ volt. A N_2O és más összetevők mennyisége, valamint a gázok oldódása elhanyagolható. A reakció exoterm volta miatt a kezdeti közel szobahőmérsékletű tartály hőmérséklete $31,6^\circ\text{C}$ -ra melegedett fel.

b) *Mennyi réz oldódott fel az első perc végére?*

(Borbás Réka)

K505. Az elektromos lámpák megjelenése előtt gyakran használt világítóeszköz volt a karbidlámpa. A lámpa használata során kalcium-karbidot szórnak a lámpatestbe, majd egy gázkivezető csővel ellátott, de minden más helyen légmentesen záró fedelet helyeznek rá. A világítás megkezdéséhez egy fecskendőszerű eszköz segítségével vizet csöpögtetnek a karbidtérbe. A fejlődő gázt a csappal ellátott csövön kivezetve, szabályozható erősségű, kormozó lángot kapunk.

A karbidtérbe csöpögő víz hatására meginduló reakció jelentős hőfejlődéssel jár.

a) *Írd fel a reakció rendezett egyenletét vízfelesleg esetén!*

Összeállítottunk egy karbidlámpát a fentebb leírtak szerint. A használati utasítás szerint 50 g kis mennyiségű inert anyaggal szennyezett kalcium-karbidot tehetünk bele. A víz számára kialakított edénybe 50 cm^3 folyadékot kell töltenünk.

b) *Ha a teljes vízmennyiséget belecsöpögtetjük, akkor melyik reagens lesz feleslegben?*

Egy karbidlámpa esetén azt kívántuk meghatározni, hogy mennyi ideig képes fényt sugározni a berendezés. Ehhez összeállítottuk a fényforrást, majd a víz adagolásával megkezdtuk a gáz fejlesztését. Rövid ideig vártunk, majd a keletkezett gázt a csap kinyitásával egy csövön keresztül kiveztük a karbidtérből, ahol elégettük azt. Világítás közben a lámpa

teljes tömegét bizonyos időközönként megmértük. Ezeket a mérési eredményeket láthatjuk az alábbi táblázatban.

t / min	0	10	20	30	40	50
m / g	590,26	587,67	584,80	581,93	579,06	576,19

- c) Mikor gyújtottuk meg a lámpát?
 d) A mérési eredmények alapján 1 g tiszta kalcium-karbidból fejlődő gázzal mennyi ideig világít a lámpa?

(Ficsór István Dávid)

K506*. A nehézvíz kizárólag deutériumot tartalmaz hidrogén helyett. A nehézvíz fizikai tulajdonságai eltérnek a közönséges víztől, ami a nagyobb moláris tömeggel magyarázható. Például a D_2O sűrűsége 25°C -on $1,1056 \text{ g/cm}^3$ szemben a H_2O $0,9982 \text{ g/cm}^3$ sűrűségével. A folyadék sűrűségmaximuma is a közönséges víz $3,96^\circ\text{C}$ -ához képest $11,6^\circ\text{C}$ -ra tolódik el.

Érdekes módon a nehézvíz öndisszociációja sem ugyanolyan mértékű, mint a víznek. A H_2O ionszorzata 25°C -on $1,01 \cdot 10^{-14}$, a D_2O esetében ez az érték $1,12 \cdot 10^{-15}$.

Hányszorosa a H_2O disszociációfoka a D_2O disszociációfokának?

(Borbás Réka)

K507*. Az oldatok koncentrációjának megadására korábban használt egyik mennyiség a *normalitás* (N) volt. Ennek eredeti definíciója a *grammegyenérték-súlyhoz* volt kötve. 1 N (1 normál) az az oldat, amelynek 1 dm^3 -ében az oldott anyag tömege megegyezik az anyag grammegyenérték-súlyával. Legegyszerűbb alkalmazása a sav-bázis reakciók leírásakor nyílik, ugyanis egy 0,1 N savoldat teljes disszociációja esetén $\text{pH}=1$ lesz a sav értékűségétől függetlenül.

- a) Egy 1 M molaritású (mol/dm^3 -ben vett koncentrációjú) kénsavoldatnak mekkora a normalitása? Milyen normalitású az az azonos térfogatú KOH-oldat, amellyel közömbösíthető? Mennyi a kénsav grammegyenérték-súlya?

A definíció szerint a normalitás megkapható a molaritás és az anyagra jellemző ekvivalenciafaktor hányadosaként.

b) *Mennyi ez az ekvivalenciafaktor a kénsav esetében? És a trifoszforsav esetében?*

Zoli nátrium-hidroxid-oldat karbonátosodását vizsgálta, ezért feloldott három, azonos tömegű szilárd NaOH pasztillát vízben. Két hét elteltével sósavval titrálva a változatlanul 500,0 ml térfogatú oldatot azt kapta, hogy az oldat NaOH-koncentrációja 0,323 N és az összes karbonáttartalma Na_2CO_3 -ban kifejezve 0,097 N volt.

c) *Mennyi fogyott metilvörös mellett a 0,2 N sósavból, ha az eredeti oldat 10 cm³-es részletét vizsgálta? Mekkora tömegű volt egy pasztilla? Mekkora térfogatú, standard légköri nyomású szén-dioxidot „kötött meg” az oldat összesen?*

d) *Milyen általános összefüggés fogalmazható meg a mérendő és a mérőoldat normalitása, illetve a bemérési térfogat és a fogyás között?*

A normalitás redoxireakciók koncentrációviszonyainak leírására is használható, ekkor azonban figyelembe kell venni a körülményeket is. Ez esetben az ekvivalenciafaktor megegyezik az adott reaktáns oxidációszám-változásával. Azonban a d) pontban leírt összefüggés itt is alkalmazható.

Zoli 1 dm³, 0,1 N NaOCl-oldathoz 1 dm³ KI-oldatot öntött. Savas közegben I₂, semleges vagy lúgos közegben KIO₃ képződött, a hipoklorit mindkét esetben kloriddá redukálódott.

e) *Írd fel a reakciók ionegyenletét! Mennyi volt a KI-oldat normalitása és molaritása a két esetben, ha a két reagens éppen sztöchiometrikus arányban volt jelen?*

Az IUPAC a *Narancs Könyv (Analitikai nevezéktan kompendiuma)* 1997-as kiadásában már a normalitás használatának mellőzésére szólított fel.

f) *Mi lehetett ennek az oka?*

(Viczkó Csaba)

K508*. A szén-dioxid megkötése az üvegházhatás elleni küzdelem egyik fő irányvonala. Így gyakorta jelennek meg újabb megoldási lehetőségek, gyakran csak a szén-dioxid jól ismert kémiai tulajdonságaira építve. A közelmúltban egy olyan eljárást dolgoztak ki, amely során porózus szén üregeiben elektrolízissel hidroxidionokat állítanak elő, melyek a szilárd szén hordozóhoz tapadnak, és itt köti meg a szén-dioxidot. A módszer előnye a kis áramerősségű és feszültségű elektrolízis használata, illetve

hogy a hordozó már 90-100 °C-on regenerálható. Egyértelműen bizonyították, hogy nem csak az aktív szén felületén való fizikai megkötődés, hanem kemiszorpció, kémiai reakció is végbemegy a folyamat során.

A kísérletekben az aktív szenet katódként használva 4,00 órán át 0,565 V feszültséggel elektrolizálták az oldószert is tartalmazó rendszert, hidroxidionokat állítva elő. Az aktív szén fajlagos felülete 920 m²/g volt, és a kísérletek során az anion segítségével 0,260 mmol szén-dioxidot sikerült az adszorbens 1,00 grammjának felületén megkötni.

a) *Mekkora áramerősséget használtak az elektrolízishez?*

b) *Átlagosan hány hidroxidiont képeztek az aktív szén 1,00 nm² felületén?*

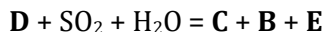
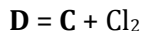
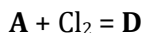
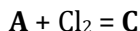
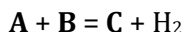
(Borbás Réka)

H416. Egy két vegyértékű fém jodidjának 1,000 g tömegű mintáját oxigéngázban hevítve 0,2470 g szilárd anyag marad vissza. Ezt az anyagot hidrogén-jodid tömény oldatával reagáltatva 0,2740 g elemi jód képződik, miközben a kiindulási fém-jodid keletkezik.

Számítással határozd meg a fém-jodid képletét és írd fel a lejátszódó reakciók egyenletét!

(Zagyi Péter)

H417. A következő reakciósémában szereplő kémiai reakciók némelyike nem szobahőmérsékleten játszódik le.



Ismert, hogy **D** bomlása (4. egyenlet) során a keletkező **C** anyag tömege 73,6%-a a kiindulási **D** anyagnak (teljesen végbemenő reakció esetén.)

Állapítsd meg a betűvel jelölt anyagok képletét, írd fel a rendezett egyenleteket és add meg a reakció körülményeit!

(Zagyi Péter)

H418. Az ezüst-jodid oldhatósági szorzatát az alábbi galvánelem elektromotoros erejéből határozzuk meg:

$-\text{Ag(s)} | 0,01 \text{ M KI} + 2 \text{ csepp AgNO}_3 || 0,01 \text{ M KCl} + 2 \text{ csepp AgNO}_3 | \text{Ag(s)} +$
(Vagyis: egy főzőpohárba 50 cm^3 $0,01 \text{ M}$ -os KCl -oldatot öntünk, egy másik főzőpohárba ugyanennyi $0,01 \text{ M}$ -os KI -oldatot. Mindkét oldathoz $2-2$ csepp $0,1 \text{ M}$ -os AgNO_3 -oldatot cseppentünk és mindkettőbe ezüstlemez helyezünk. (A 2 csepp AgNO_3 -oldat a KI - ill. KCl -oldat koncentrációját csak elhanyagolható mértékben változtatja meg!)

A két főzőpoharat KNO_3 -os agar-agaros U-csővel összekötjük, majd megmérjük az így kialakított galvánelem elektromotoros erejét: 374 mV -ot kapunk. Az AgCl oldhatósági szorzatát ismerjük: $L = 1,8 \cdot 10^{-10}$

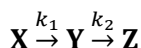
Mennyi az AgI oldhatósági szorzata? Milyen reakciók játszódnak le az elektródokon az elem működése közben?

(Dénesné Rác Krisztina)

H419. Egy egyszerű elsőrendű reakció esetén a kiindulási anyag koncentrációja (c) exponenciális módon csökken.

$$c = c_0 \exp(-kt)$$

Itt k a reakció sebességi állandója. Egymást követő elsőrendű reakciók esetén (a radioaktív bomlási sorok is ilyenek) a közttermékek koncentrációja változatos lefutást mutathat. Tekintsük a következő kétlépéses reakciót, két elsőrendű sebességi állandóval:



Az Y koncentrációja az első reakciólépés indulása után az alábbi időtartam elteltével éri el maximumát:

$$t_{\max} = \frac{\ln \frac{k_2}{k_1}}{k_2 - k_1}$$

- Mi a végtermék koncentrációjának időfüggése, ha az első lépés jelentősen gyorsabb, mint a második?*
- Mi a két sebességi állandó aránya, ha a közttermék maximális koncentrációja akkor következik be, amikor a kiindulási anyag fele átalakult?*

c) Ha a második lépés jelentősen gyorsabb, akkor a köztitermék koncentrációja végig alacsony marad. Becsüld meg ezt a koncentrációt!

(Magyarfalvi Gábor)

H420. A szerves kémiai kísérletek során szükségünk lehet izotópjelölt molekulákra. Ebben a feladatban ilyen vegyületek szintéziséről lesz szó. Az esetleg ismeretlen reagensek, reakcióknak utána lehet nézni Varga Szilárd diákolimpiákra készített ábragyűjteményében:

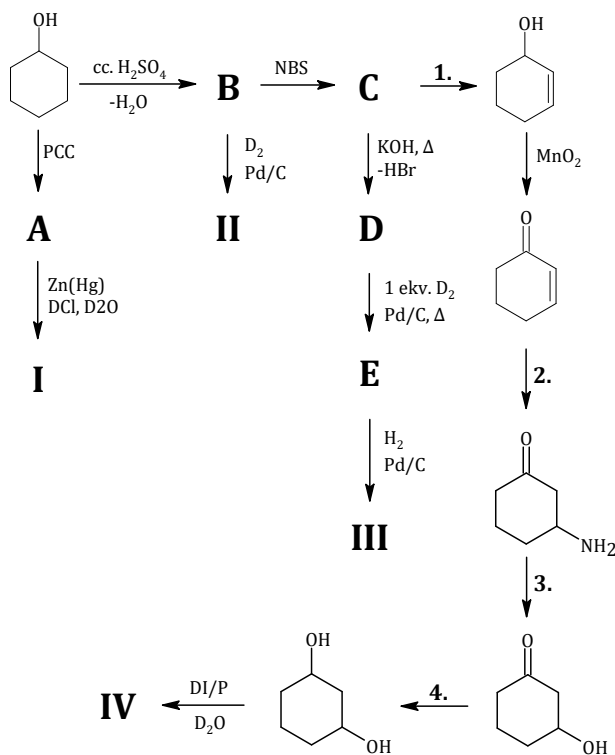
http://olimpia.chem.elte.hu/aktual/szerves_abra20140408.pdf

a) Milyen vegyületeket jelölnek az **A-E** betűk, illetve az **I-III** számok?

b) Milyen körülményeket, reagenseket jelölnek az **1-4.** számok?

c) Milyen vegyületet jelöl a **IV-es** szám?

d) Milyen viszonyban állnak az **I-IV-gyel** jelölt molekulák?



(Ficsór István Dávid)