



## 1. feladat

Hunor és Magor a csodaszarvas elfogyasztása után kémiai barkóbat játszott. A szabályok szerint egyiküknek egy kémiailag tiszta anyagra kell gondolnia, míg a kérdezőnek igennel vagy nemmel egyértelműen megválaszolható kérdést kell feltennie. Az anyagra rákérdezni csak egyszer szabad, ha a kérdező nem találja el, veszített. Elsőként Magor kérdezte Hunort:

1.	Elem?	Igen.
2.	Fém?	Nem.
3.	Szobahőmérsékleten szilárd?	Nem.
4.	Halogén?	Nem.
5.	Nemesgáz?	Nem.
6.	Éghető?	Igen.
7.	A hidrogén?	Nem.

Rögtön az első kör után összevesztek, ugyanis Magor meg volt győződve róla, hogy csak a hidrogén lehet a kérdések alapján a jó válasz, Hunor viszont a nitrogénre gondolt.

- Melyek az égés feltételei?
- Melyik feltétel nem teljesül általában a nitrogén esetében?
- Mi okozta a félreértést ketten közöttük?
- Hogyan tennétek fel másként a 6. kérdést, hogy arra a válasz nitrogén esetében is mindenképpen *igen* legyen?
- Milyen fizikai tulajdonságok jellemzik a nitrogént? Írjatok legalább hármat!

Miután rendezték a nézeteltéréseket, játszottak még egyet. Most Hunor kérdezte Magort:

1.	Elem?	Nem
2.	Ionvegyület?	Igen.
3.	Egy-egy kation és anion alkotja?	Igen.
4.	A kation egy fém ionja?	Igen.
5.	Ez a fém az s-mező eleme?	Nem.
6.	A d-mező eleme?	Igen.
7.	A 4. periódusban van?	Igen.
8.	A 8. csoportban van?	Nem.
9.	A 11. csoportban van?	Igen.
10.	Ebben a vegyületben kétértékű a kation?	Igen.
11.	Az anion halogén ionja?	Nem.
12.	Egy szervetlen sav savmaradék ionja?	Igen.
13.	Kétértékű ion?	Igen.
14.	4 oxigén atom van benne?	Igen.



---

A 14. kérdés után Hunor egyből eltalálta a megoldást.

- f) Melyik ionvegyületre gondolt Magor?
- g) Milyen fizikai tulajdonságok jellemzik ezt a vegyületet? Írjatok legalább négyet!
- h) Melyik savból származik az anion? Írjátok fel a sav reakcióját vízzel!
- i) Írjatok példát olyan savmaradék-ionra, amely kétértékű, de nem 4 oxigénatom van benne!
- j) Írjatok példát olyan savmaradék-ionra, amely nem kétértékű, de 4 oxigénatom van benne!

A vegyület kristályrácsába mólonként 5 mol víz is beépül, melyet kristályvíznek nevezünk. Jelölése  $XY \cdot 5H_2O$ , ahol XY a vegyület összegképlete.

- k) Hány g vizet tartalmaz 100 g kristály?
- l) Hogyan távolítanátok el a kristályvizet belőle?



## 1. feladat megoldása

- a) éghető anyag, gyulladási hőmérséklet, oxigén
- b) gyulladási hőmérséklet
- c) Bár a nitrogén extrém körülmények között éghető gáz (reagál oxigénnel), hétköznapi értelemben azt nevezzük éghetőnek, ami az égést táplálja.
- d) Ha úgy tesszük fel a kérdést, hogy "Oxigénnel reakcióba léphet?", arra a nitrogén esetében is igen lesz a válasz.
- e) színtelen, szagtalan, szobahőmérsékleten gáz halmazállapotú, vízben gyengén oldódik
- f) réz-szulfát ( $\text{CuSO}_4$ )
- g) kék színű, szagtalan, kristályos, szobahőmérsékleten szilárd anyag, vízben jól oldódik
- h) kénsav;  $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{H}_3\text{O}^+$
- i) karbonátion
- j) foszfátion
- k) 249,7 g (1 mol) kristályban 90 g víz van, tehát 100 g (0,4 mol) kristály arányosan 36 g kirstályvizet tartalmaz.
- l) A kristályvizet hevítéssel lehet eltávolítani.



## 2. feladat

Az oldódás szó sokféle jelentéssel bír. Használjuk konkrét és elvont értelemben is.

- Ismertessétek röviden az oldódás folyamatát!
- Az oldódás fizikai vagy kémiai átalakulás? Válaszotokat indokoljátok!

Az alábbi ábrán ionvegyületek oldhatóságát látjátok különböző hőmérsékleteken.

x g anyag / 100 g víz	0 °C	20 °C	50 °C	80 °C
<b>Konyhasó</b>	35,7 g	36,0 g	37,0 g	38,4 g
<b>Rézgálic</b>	14,3 g	20,7 g	33,3 g	53,6 g
<b>Kálium-nitrát</b>	13,3 g	31,6 g	85,5 g	169,0 g

Forrás: Kémia tankönyv 7-8., I. kötet, Szerkesztő: Kincses Ildikó, Oktatási Hivatal, 2021

- Melyik ionvegyület esetében a legkisebb az oldhatóság hőmérsékletfüggése?
- Melyik ionvegyület telített 20 °C-os oldata a legtöményebb?
- Melyik telített oldatnak a legnagyobb a molalitása 20 °C-on? Válaszotokat számítással indokoljátok!

molalitás: oldott anyag mennyisége/kg oldószer (mol/kg)

A kálium-nitrát (kálisalétrom) egy fehér, szobahőmérsékleten szilárd anyag. A feketelópor egyik összetevője, erélyes oxidálószer. Műtrágyaként is használják.

- Mit jelent az, hogy oxidálószer?
- Kálium-nitrát oldat előállítható egy lúg és egy sav közömbösítésével. Írjátok fel a reakcióegyenletet!
- Milyen a kálium-nitrát oldat kémhatása?
- 150 g 50 °C-os telített kálium-nitrát oldatot 20 °C-ra hűtünk. Hány g kálium-nitrát fog kikristályosodni?
- Összeöntünk azonos tömegű 20 °C-os és 80 °C-os telített kálium-nitrát oldatot, majd 50 °C-ra állítjuk be a hőmérsékletét. Hány g kálium-nitrát fog kikristályosodni?



## 2. feladat megoldása

- a) Az oldószer részecskéi körbeveszik az oldott anyag részecskéit, másodrendű kötéseket alakítanak ki, elkeverednek.
- b) Fizikai átalakulás, de kémiai átalakulást is kísérhet oldódás (ld. fémek oldása savakban).
- c) A konyhasó oldódásának a legkisebb a hőmérsékletfüggése.
- d) A konyhasó telített oldata a legtöményebb 20 °C-on.
- e) NaCl: 6,160 mol/kg; CuSO<sub>4</sub>: 1,297 mol/kg; KNO<sub>3</sub>: 3,125 mol/kg  
Tehát a konyhasó telített oldatának a legnagyobb a molalitása 20 °C-on.
- f) Redoxi reakciókban oxidálószerként viselkedik, elektront vesz fel.
- g)  $\text{KOH} + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- h) semleges
- i) Az 50 °C-on telített oldat 46,09 m/m%-os, 20 °C-on telített 24,01 m/m%-os. 50 °C-on 150 g telített oldat 80,86 g vizet és 69,14 g KNO<sub>3</sub>-ot tartalmaz, de 20 °C-on 80,86 g víz mindössze 25,55 g KNO<sub>3</sub>-ot tud feloldani.  
Kikristályosodik tehát  $69,14 - 25,55 = 43,59$  g KNO<sub>3</sub>.
- j) A telített oldat 20 °C-on 24,01 m/m%-os, 80 °C-on 62,83 m/m%-os, a kettőt azonos tömegben elegyítve a töménység a kettő számtani közepe lesz, tehát 43,42 m/m%.  
50 °C-on ez az oldat nem lesz telített, tehát 0 g KNO<sub>3</sub> fog kikristályosodni.



### 3. feladat

Albrecht egy régészeti feltárás során talált egy pecséttel ellátott, légmentesen lezárt vázát, amiben egy ismeretlen folyadék volt. A vázára festett ókori görög írás alapján abban biztos volt, hogy a folyadék egy ionvegyület vizes oldata. Először egy indikátor papírt mártott az oldatba, a színskála alapján az oldat pH-ja körülbelül 12 volt.

- Mennyi volt körülbelül az oldat  $H^+$  koncentrációja?
- Nevezetek meg egy tetszőleges indikátort és a színét 12-es pH-n!

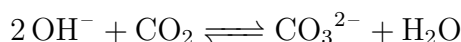
Ezt követően lángfestést végzett, a kation a jellegzetes szín alapján a nátriumion volt. Az oldat egy kis térfogatú mintájához  $AgNO_3$  oldatot cseppentett, barna csapadék képződött. Az anion ez alapján hidroxidion volt.

- Milyen színűre festi a lángot a nátrium?
- Írjatok két másik példát olyan nátrium sóra, amelynek vizes oldata lúgos kémhatású!

Ezután kivett három darab  $50,00\text{ cm}^3$ -es mintát a  $NaOH$  oldatból, és azokhoz addig csepegtetett egy bürettából sósavat, amíg a pH semleges nem lett. Ezt indikátor színváltozása jelzi, a folyamatot titrálásnak nevezzük. Albrecht  $0,100\text{ mol/dm}^3$ -es sósavat használt, a három mérésből adódó átlagos sósav fogyás  $7,566\text{ cm}^3$  volt.

- Mennyi volt a  $NaOH$  oldat koncentrációja?
- Mennyi volt pontosan az oldat pH-ja?

A titrálás után Albrecht megmérte az oldat tömegét, majd dolga végeztével hazatért. Az edényt azonban fedetlenül hagyta a laborban, így az szén-dioxidot vett fel a levegőből, az alábbi egyensúlyi folyamat szerint:



Az oldat tömege másnapra  $383,6\text{ mg}$ -mal nőtt meg, a térfogata nem változott.

- Hány  $\text{cm}^3$  standardállapotú ( $25\text{ °C}$ ,  $1\text{ bar}$ ) szén-dioxidot kötött meg az oldat?
- Hogyan változtatnátok meg a körülményeket, hogy még több karbonátion keletkezzen?
- Mennyivel változott meg oldat pH-ja, ha a hidroxidionok  $10\%$ -a egyesült a széndioxiddal, amíg kialakult az egyensúlyi állapot?

**A logaritmus függvényre jellemző algebrai azonosságok:**

$$\log_a(x \cdot y) = \log_a(x) + \log_a(y)$$

$$\log_a\left(\frac{x}{y}\right) = \log_a(x) - \log_a(y)$$



### 3. feladat megoldása

- a)  $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$ , tehát  $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$ . Az oldat  $\text{H}^+$  koncentrációja kb.  $10^{-12} \text{ mol/dm}^3$  volt.
- b) fenolftalein (rózsaszín), fenolvörös (vörös), metilnaracs (sárga), stb.
- c) A nátrium sárgára festi a lángot.
- d) gyenge savakkal alkotott sók:  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , stb.
- e) A lezajló közömbösítés egyenlete a következő:  $\text{NaOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ .

A közömbösített NaOH és HCl anyagmennyisége megegyezik, tehát felírhatjuk, hogy:

$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2,$$

az 1-es index a NaOH oldatot, a 2-es a sósavat jelöli. Ebből a NaOH oldat koncentrációja:

$$c_1 = c_2 \cdot V_2/V_1 = 0,01513 \text{ mol/dm}^3.$$

- f)  $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 + \lg[\text{OH}^-] = 14 + \lg(0,01513) = 14 - 1,82 = 12,18$
- g) 383,6 mg  $\text{CO}_2$  anyagmennyisége 8,718 mmol. Ennek a térfogata az egyetemes gáztörvény alapján  $V = nRT/p = 216,1 \text{ cm}^3$ .
- h) pH emelése, nyomás emelése ( $\text{CO}_2$  oldódás nő), hőmérséklet csökkentése (a Le Chatelier elv szerint)
- i) A kiindulási pH:  $\text{pH}_0 = 14 - \text{pOH}_0 = 14 + \lg[\text{OH}^-]$

Az egyensúlyi pH:  $\text{pH}_1 = 14 - \text{pOH}_1 = 14 + \lg(0,9 \cdot [\text{OH}^-])$

A pH változás:  $\text{pH}_1 - \text{pH}_0 = \lg(0,9 \cdot [\text{OH}^-]) - \lg[\text{OH}^-] = \lg(0,9 \cdot [\text{OH}^-]/[\text{OH}^-]) = \lg(0,9) = -0,0458$ .



#### 4. feladat

A boltban kapható kristálycukor egy tisztított (más szóval finomított) termék, egyáltalán nem hasonlít a kiindulási alapanyagra, azaz a cukorrépa vagy a cukornádra.

Ezen növényeket az általában az ültetvény közelében található elsődleges cukorfeldolgozóknak (vagy cukormalmoknak) aprítják, majd gépi erővel sajtolják. Az így kapott cukorlevet mésszel tisztítják, leüleptik, majd alacsony nyomáson addig párolják be, míg barna színű sűrűn folyó szirupot nem kapnak. Tovább párolva szilárd cukorkristályok jelennek meg, amelyeket egy centrifugában (a mosógépeinkben is alkalmazott, perforált lemezből álló, henger alakú dobban) szárítanak. A centrifugából kifolyó anyag a melasz, míg a benne maradó, barna színű, nedves kristályokat nyers cukornak nevezik. A kristálycukrot a nedves cukorból állítják elő, de a melaszt is hasznosítják (főleg takarmányozásban), tehát a melasz és a nedves cukor együttes cukortartalmát hasznosítható cukortartalomnak nevezhetjük.

- Milyen kémhatású anyagoktól tisztítható meg a cukorlé mész segítségével?
- Egy cukorfeldolgozóba szállítanak 4300 kg cukorrépat, melyből 160 liter melasz (sűrűsége 1,347 kg/l) és 725 kg nyers cukor képződik. A cukorrépa hány  $m/m\%$ -át alkotja a hasznosítható cukor, ha a nyers cukor 80  $m/m\%$ -a, míg a melasz 70  $m/m\%$ -a cukor?
- Milyen szennyezők miatt lehet barna színe a nedves cukornak?
- A cukorrépában többféle szénhidrát (cukor) is megtalálható, legnagyobb mennyiségben szacharózt tartalmaz. Mivel magyaráznátok, hogy a nedves cukorban csak szacharózkristályok találhatók?

A melasz sűrűn folyó folyadék, ezért belőle gazdaságosan a szacharóz nem nyerhető ki. A nyers, nedves cukrot az egészségügyi hatóságok emberi fogyasztásra alkalmatlan anyagként tartják számon. A boltban kapható kristálycukor a cukorfinomítóban éri el azt a tisztaságot, ami után már emberi fogyasztásra alkalmassá válik. Erre a célra leggyakrabban az átkristályosítást alkalmazzák, mégpedig egymás után háromszor.

Átkristályosítás során egy meleg, telített oldatot készítenek a szennyezett anyagból, azt átszűrik, majd a lehülés során kivált kristályokat kiszűrve megkapjuk a tiszta végterméket.

- Mennyi lehet a hatásfoka egy átkristályosítási lépésnek, ha tudjuk, hogy 85 °C-on készítenek telített oldatot (85 °C-on 100 ml víz 394 g cukrot old fel), amit 20 °C-ra hűtenek le (20 °C-on 100 ml víz 211 g cukrot old fel)?

Hatásfok: az előállított anyag és a(z elméletileg) maximálisan előállítható anyag hányadosa, százalékban kifejezve.

- 1000 g cukorból kiindulva mennyi háromszoros átkristályosítással tisztított kristálycukrot kapnak, ha csak a kapott kristályokat viszik tovább a következő lépésbe, és mindig tiszta vizet használnak az oldatkészítéshez?



kategória  
**K**  
9-12.  
osztályosok



## XVI. DÜRER VERSENY

Helyi forduló:  
2022. november 18.



**KÉMIA**  
MEGOLDÁSOK

- 
- g) Valójában a cukorfinomítókban egy átkristályosítási lépés átlagos hatékonysága 96 %. Mit gondoltok, milyen okos (kevesebb melléktermék képződésével járó) megoldás segítségével érhető ez el?
- h) A 725 kg nyers cukorból háromszori átkristályosítás során 524 kg tiszta kristálycukor keletkezett 96 %-os hatásfokkal. Ezek alapján hány tömegszázalékban tartalmazott szacharózt a nyers cukor?



#### 4. feladat megoldása

- a) A savas tulajdonságú anyagoktól lehet így megtisztítani a cukorlevet. (Főleg a vízben közepesen oldódó szerves savak, pl. almasav, borostyánkősav eltávolítása fontos.)
- b) A 160 liter melasz 215,5 kg-nak felel meg, melyben 70 m/m%, azaz 151 kg cukor található. A nyers cukor (725 kg) 80 %-a pedig 580 kg. Így összesen 731 kg cukor hasznosítható, ami a cukorrépa tömegének pontosan 17 %-a.
- c) élesztő- és penészgombák, baktériumok, talajrészecskék, növényi rostok
- d) Mivel a fő összetevő a szacharóz, ezért először arra válik túltelítetté az oldat, így az kezd kikristályosodni.
- e) 100 ml 85 °C-os vízben 394 g cukrot tudunk feloldani. Ha 20 °C-ra hűtjük, akkor már csak 211 g marad oldatban, tehát  $394 - 211 = 183$  g fog kristály formájában kiválni. Ezek alapján a hatásfok:  $183 \text{ g} / 394 \text{ g} = 46,4$  %-os.
- f) Az első átkristályosítás után 464 g cukrot kapnánk, amihez 118 ml víz kellene, hogy feloldjuk. Ebből 215,5 g cukor válna ki, amihez a harmadik lépésben 54,7 ml vizet kellene adni. Végül 100 g cukor válna ki a harmadik átkristályosítási lépésben. Ezt úgy is megkaphatjuk, ha a kiindulási tömeget a hatásfok harmadik hatványával szorozzuk. Tehát az összesített hatásfok mindössze 10 % lenne.
- g) A kristályok leszűrése után 20 °C-os, de cukorra nézve telített oldatot kapunk. Ha ehhez adjuk az átkristályosítandó, újabb adag cukrot és ezt melegítjük fel, akkor a visszahűtés után a már eredetileg is benne lévő cukor marad vissza. Így érhető el a 100 %-hoz nagyon közeli hatásfok.
- h) Ha 96 %-volt a hatásfoka egy lépésnek, akkor a 3 lépésnek összesen 88,5 % (a harmadik hatványa). Tehát az 524 kg cukrot 592 kg-ból tisztították meg. A nyers cukor 725 kg-jából tehát 592 kg volt cukor, ami 81,7 m/m%-os szacharóz tartalomnak felel meg.



## 5. feladat

Válaszoljátok meg az alábbi kérdéseket korábbi ismereteitek és a mellékelt cikk alapján!

- Definiáljátok az ionfolyadék fogalmát!
- Miért vezetnek az ionfolyadékok az elektromos áramot?
- Az ionfolyadékok egyik előnye a vegyületek változatos szerkezete. Hány különböző vegyület tudnátok alkotni az 1. ábrán látható ionokból, ha az (R-rel és R'-vel jelölt) szerves oldalláncok különbözőségétől eltekintünk?
- Miért említhették az ionfolyadékokat sokszor "zöld" oldószerként?
- Milyen toxikus oldószereket ismertek? Írjatok legalább 2 példát!
- Minél nagyobb egy folyadék gőznyomása, annál nagyobb koncentrációban van jelen a gáztérben. Hogyan nevezzük azt az állapotot, amikor a párolgás és a lecsapódás mértéke megegyezik és időben állandó?
- Soroljátok fel legalább 3 oldószert, amely illékony!
- Milyen kötések alakíthatnak ki az ionfolyadékok az oldott anyaggal?
- Miért oldódnak rosszul az ionfolyadékokban apoláris molekulák?
- Ismertessétek az átoldódás fogalmát egy gyakorlati példán keresztül!
- Mi a katalizátor szerepe egy reakcióban? Hogy működhet egy katalizátor?
- Fogalmazzátok meg röviden, mit jelent a viszkozitás! Miért lehet nehézkes egy nagy viszkozitású anyag kezelése?

A teljes cikk elérhető a [https://www.mkf.mke.org.hu/images/stories/docs/2021\\_3\\_4/mkf\\_2021-03-04\\_2.pdf](https://www.mkf.mke.org.hu/images/stories/docs/2021_3_4/mkf_2021-03-04_2.pdf) oldalon.



## 5. feladat megoldása

- a) Az ionfolyadékok nagy térkitöltésű szerves kationt tartalmazó, alacsony olvadáspontú sók.
- b) Szabadon mozgó, töltéssel rendelkező részecskéket tartalmaznak.
- c)  $5 \cdot 10 = 50$
- d) Nem bizonyultak egyértelműen toxikusak szemben pl. nagyon sok szerves oldószerrel. Az elmúlt évtizedben a kutatások rávilágítottak bizonyos szerkezet-toxicitás összefüggésekre, így egyes vegyületek károsak is lehetnek.
- e)  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{CHCl}_3$ , benzol, toluol, etanol, stb.
- f) Dinamikus egyensúly.
- g) izopropil-alkohol, dietil-éter, aceton, etil-alkohol, stb.
- h) H-kötés, dipólus-dipólus kölcsönhatás alakul ki (ezen felül kis mértékben akár diszperziós kölcsönhatás is kialakulhat az adott szerkezet függvényében).
- i) Az ionfolyadék részecskéi polárisak, apoláris molekulákat rosszul oldanak. Jólal hosszabb szerves lánc esetén (ld. szappanok) oldanának jól apoláris molekulákat.
- j) Kétfázisú rendszerekben az oldott anyag az öt jobban oldó oldószerben helyezkedik el. Például a jódot vizes oldatából át lehet oldani benzinbe.
- k) A katalizátorok a reakciókat a mechanizmus megváltoztatásával meggyorsítják. Az új mechanizmus lehet egy köztitermék kialakítása, vagy például egy jobb felület biztosítása.
- l) A viszkozitás (belső surlódás) azaz erőhatás, amely két vékony folyadék/gáz réteg egymáshoz viszonyított elmozdulásakor fellép. A nagy viszkozitású folyadékok lassan áramoltatásához, keveréséhez nagyobb erő kell.