

KERESD A KÉMIÁT!

Szerkesztő: Keglevich Kristóf



Kedves Diákok!

Itt a Keresd rovat 2019/2020. évi harmadik feladatsora. Egy speciális, de közismert kristálytani kérdéssel foglalkozik, valamint a mintegy száz éve divatba jött, erősen sugárzó rádiumvegyületeket tartalmazó kozmetikumokkal. Az új feladatok kitűzése után a 2019. évi 4. és 5. számban szereplő idézetekhez kapcsolódó kérdések megoldásai olvashatóak.

Megoldásaitokat szokott módon a <http://kokel.mke.org.hu> honlapra feltöltve küldhetitek be, illetve esetleg – ha ezt a tényt a honlapon jelzitek – postai úton is: Keglevich Kristóf, Fazekas Mihály Gimnázium, 1082 Bp. Horváth Mihály tér 8.

Beküldési határidő: 2020. február 17.

Sikeres munkát, jó versenyzést kívánunk mindenkinek!

6. idézet: eltérő rácsszerkezetek (12 pont)

„– Többféle útja-módja van annak – kezdte magyarázatát dr. Breed –, ahogy bizonyos folyadékok kristályosodhatnak – megfagyhatnak –, többféle útja-módja van annak, ahogy az atomjaik szabályosan, mereven halmozódhatnak és összekapcsolódhatnak.

A májfoltos kezű öregember ösztökélt: gondoljak a többféle útra-módra, ahogyan ágyúgolyókat felhalmozhatunk a törvényszéki palota kertjében, a többféle útra-módra, ahogy a narancsot csomagolhatják a narancsos-ládába.

– Így áll a dolog a kristályokban található atomokkal is; és azonos anyag két különböző kristálya merőben különböző fizikai tulajdonságokkal rendelkezhet.”

(Kurt Vonnegut: Macskabölcső [1963] – Borbás Mária fordítása)

Kérdések:

- Az idézet arról szól, hogy ugyanazon kémiai anyag részecskéi különböző kristályszerkezeteket is alkothatnak. Hogyan nevezik ezt a jelenséget elemek, és hogyan vegyületek esetében?
- Sorold fel legalább öt különböző ásvány nevét, amelynek képlete SiO_2 !
- Írj legalább három példát olyan elemre, és hármat (az SiO_2 -n kívül) vegyületre, amelyek esetén előfordul ez a jelenség!
- Legalább egynél említs meg olyan fizikai tulajdonságot, amely a két módosulat esetében nagyon különbözik!

(Lente Gábor)

**7. feladat: a rádium 1933-ban (18 pont)**

„Rendes egyhónapos, nyári szabadságát Hévízen töltötte, ott pihent, s a kellemest a hasznossal összeegyeztetve, egészségét ápolta. Fürdött a forró, rádiumos tóban, melynek sötét tükrén buja, óriási, indiai lótuszok libegnek, elnyúlt a pocsolyában, magára lapátolta a kénes iszapot, különösen bal felső karjára, melyben utóbb szaggatást érzett.”

(Kosztolányi Dezső: Esti Kornél c. 1933-ban megjelent novella-füzetéből)

Francia plakát 1933-ból. A Tho-Radia márkanévű púdert különösen sugárzó archörrel reklámozták. Összetétele a következő volt: 0,01 mikrogramm rádium-bromid, 0,10 gramm tórium-szulfát, 4,00 gramm titán-dioxid

Kérdések:

- a) Valóban tartalmaz a hévízi gyógyvíz rádiumot vagy más radioaktív anyagot, illetve ként? Ha igen, milyen részecske formájában?
- b) A radonos gyógyvizek lehetnek gyógyító hatásúak, de a rádium komoly mérgezést is okozhat. Ez történt pl. a rádiumlányokkal, akik az 1920-as évek Amerikájában (New Jersey) a radiolumineszcencia fölhasználásával készítettek sötétben világító óraszámlopokat és mutatókat. Nézz utána, mit jelent a radiolumineszcencia! Milyen anyagok voltak szükségesek hozzá?
- c) A számlapok kézi festése kivételesen jól fizetett, könnyű munka volt Amerikában a 20-as években. Ebből is sejthető, hogy a vezetők tisztában lehettek a veszélyekkel, noha a festést végző fiatal lányokat úgy utasították, a finom ecsetet az ajkaik között sodorják hegyesre. A *Scientific American* magazin 1920. áprilisi száma szerint addigra már 4 millió karórát és faliórát gyártottak radiolumineszcens festéssel. A „rádiumlányok” azonban hamarosan mérgezés tüneteit tapasztalták magukon, sokan meg is haltak. Milyen tünetek, elváltozások léptek fel a dolgozóknál? Legalább ötfélét említs!
- d) A legkülönbébb rádiumos kozmetikumok, testápoló szerek az 1920-as évektől egészen az 1950-es évekig forgalomban voltak. Fiatalító, energetizáló hatást tulajdonítottak a rádiumnak. Mindenhatónak gondolták, csak mert daganatos betegségek esetében esetenként tényleg hatásosnak bizonyult. Nézz utána, milyen (kozmetikai) termékeket „dúsítottak” rádiummal! Írj 3 példát!
- e) Ma is árulnak karórákat radiolumineszcens számlappal, ám festés helyett a mutatón és a számlap körül parányi üvegcsövecskék világítanak. Ezekben a 0,5 mm átmérőjű kapillárisokban tríciumgáz van leforrasztva, belső falukra vékony lumineszcens festékréteget vittek föl. (Pl. cink-szulfidot, amit a radioaktív sugárzás gerjeszt, vö. lentebb, 2. feladat megoldása.) A tríciumos órák 20–30 évig is világítanak éjjel-nappal. A trícium β -sugárzó. Mennyi a felezési ideje? 25 év múlva az üvegcsövek tartalmának aktivitása kb. hányad része lesz a mainak?
- f) Mivel azonos a β -részecske?
- g) Miért kell a festéket a kapilláris *belső* falára felvinni?

(Horváth Judit)

A 2019/4. és 5. számban kitűzött feladatok megoldása

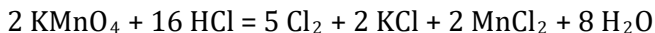
A megoldásokat olyan formában teszem közzé, hogy annak számára is tanulságos olvasmány legyen, aki nem küldte be a feladatsort.

1. idézet: a hipermangán kapcsolata a kokainnal és Hitlerrel

A kálium-permanganát (KMnO_4) erős oxidálószer. Emiatt nagyon híg oldata **fertőtlenítő**. Aranyér esetén ülőfürdőként, szülés után a gátseb tisztítása, néhány évtizede még a babák fürdővize gyanánt is használták. KMnO_4 -oldattal átitatott gézzel felületi seb is tisztítható.

Miután Magyarország csatlakozott az Európai Unióhoz, a 195/2005 (VIII. 16.) számú kormányrendelet a hipermangánt II. kategóriájú kábítószer-prekürzornak minősítette. Forgalma korlátozottá vált, már a patikákban is csak receptre kapható. Ennek oka, hogy a **kokain** előállításakor is szerepet játszik. A kokacserje szárított, őrölt leveleiből petróleum és mész segítségével kivonják az apoláros hatóanyagot, majd az így keletkezett kokainpasztát folyamatos keverés közben híg kénsav- és kálium-permanganát-oldattal kezelik, hogy a jelen lévő szennyezések oxidálódjanak. A vényköteles hipermangán helyett pl. Neomagnol (hatóanyaga: klorogén, azaz N-klór-benzolszulfonamid-nátriumsó) ajánlható.

A hipermangán a laboratóriumban oxigén és klór előállítására használható. Hevítve hőbomlást szenved, ha tömény sósavat öntünk rá, oxidálja a kloridionokat.



Egy-két megoldásban fölmerült, hogy a hipermangánból tömény kénsavval mangán-heptaoxid, ennek bomlásakor pedig ózon képződik. A Mn_2O_7 azonban túlságosan reaktív (robbanékony) ahhoz, hogy ez a reakció a gyakorlatban használható legyen.

A KMnO_4 a hidrogén-peroxid bomlását is katalizálja. Ezt a reakciót használta ki Wernher von Braun német tudós **Hitler csodafegyvere**, az 1944 őszén bevetett **V-2** tervezése során. A V-2 hajtóművének tüzelőanyaga etanol és víz keveréke volt, oxidálószerként – hidrogén-peroxid kálium-permanganátos oldattal történő bontásából származó –

oxigént használt. A H_2O_2 bomlása során keletkező hő a bomlástermékből gőzt fejlesztett, ez hajtotta azt a turbószivattyút, amely az oxigént és az alkohol-víz keveréket a hajtómű égésterébe szállította.

Ha a lakások ivóvízszerelése esetén rézcsöveket használnak, a réz maga is antiszeptikus (fertőtlenítő) hatású. További előnyei: nem korrodeálódik, könnyen újrahaznosítható.

2. idézet: a sátán kutyája, a foszfor és Sherlock Holmes

Arthur Conan Doyle *The Hound of the Baskervilles* c. regényének címadója egy sátáni kutya, amelynek sötétben sziporkázó pofája dr. Watson szerint foszforral van bevonva. Ez kémiai szempontból lehetetlenség, mivel a foszfor két közismert allotrópjá közül a fehérfoszfor egy élőlény bőrére kerülve súlyos mérgezést okoz (azonkívül kellemetlen szaga van, nem beszélve arról, hogy csak forrón, vízgőz jelenlétében világít zöldes fénnel), a vörösfoszfor pedig nem képes ilyesfajta **kemolumineszcenciás reakcióra**.

Fájó annak kimondása, hogy a fehérfoszfor nem foszforeszkál, hanem kemolumineszkál: oxidációja során a hő mellett / helyett elsősorban fényt emittál. A **foszforeszkálás** és a **fluoreszkálás** fizikai jelenség. A fluoreszkáló anyag elnyel (abszorbeál) valamilyen hullámhosszú elektromágneses sugárzást, gerjesztődik, majd az alapállapotba visszakerülve még a gerjesztés alatt a bejövő sugárzástól eltérő hullámhosszú (energiájú, színű) fényt bocsát ki. A foszforeszkáló anyag kvantummechanikai okokból nem azonnal sugározza ki azt az energiát, amelyet korábban abszorbeált, hanem másodpercekkel-órákkal később, ennek megfelelően alacsonyabb intenzitású fényt ad. A foszfortartalmú ásványok közül az apatit $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}/\text{OH}/\text{Cl})]$ fluoreszkál. A fogzománc kb. 90 %-a hidroxilapatit, 2-3 %-a pedig fluorapatit.

A legtöbb beküldő nem hangsúlyozta válaszában, hogy a '*phosphorus*' angol szó foszfort jelent, a '*phosphor*' pedig a lumineszkáló, azaz nem hő hatására fényt kibocsátó anyagok általános neve. Ezért szerencsés lett volna, ha Sherlock Holmes helyesbíti dr. Watsont, miszerint a kutya bőrét '*phosphor*'-ral vonták be.

A Sátán kutyája mocsaras vidéken játszódik. Ilyen környezetben **lidércfény** is létrejöhet. A jelenség lényege, hogy a különféle szerves anyagok rothadása során redukív környezetben (pl. a mocsárban) éghető gázelegy keletkezik, aminek egyik fő összetevője a metán. Ez a gázelegyben lévő öngyulladó difoszfén (P_2H_4) hatására gyullad be.

3. idézet: Zsigmond király (1387–1437) és az arany

Az aranyat az ezüستől elválasztó „víz” a **választóvíz**, azaz a salétromsav. Tömény oldata az ezüstöt a következőképpen oldja:



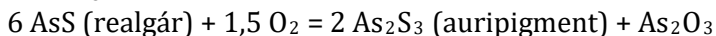
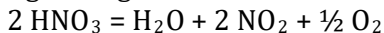
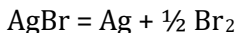
A salétromsavat a középkorban salétrom (KNO_3) és kénsav (H_2SO_4) reakciójával vagy salétrom és timsó ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$) desztillációjával állították elő, elsőként az arab alkímisták a 9. században. Korábban más módon választották el az aranyat az ezüстől. A megolvasztott aranyérchez ólmot és egy kevés nátrium-kloridot vagy antimonitot (Sb_2S_3) adtak, majd hevíteni kezdték. Az ólom ólom(II)-oxiddá alakult, ez elsalakosította (magába oldotta) az ércben lévő nem nemes fémeket. A klorid vagy a szulfidsó pedig az ezüstöt alakította át olyan vegyületté, amely szintén a salakanyagba, azaz más fázisba került, mint az arany. A salak elválasztása után ezért színarany maradt vissza. Ezt az ún. **kupellációs eljárást** az ókortól tulajdonképpen napjainkig használják az aranyötvözetek tisztaságának meghatározására.

Az arany karikagyűrűk anyaga nem teljesen tiszta (24 karátos) arany, hiszen az túl puha lenne. Jellemzően fehéraranyból: arany és ezüst ötvözetéből (utóbbit palládium vagy nikkel is helyettesítheti) vagy vörösaranyból: arany és réz ötvözetéből készülnek.

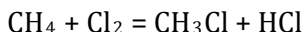
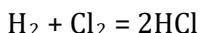
4. idézet: karácsonyi kémia és kultúrtörténet

Az **adventi idő** a nov. 30-ához legközelebb eső vasárnap kezdődik, utolsó napja mindig dec. 24. Így a lehetséges legrövidebb advent 22 napos (ha dec. 25-e hétfőre esik, advent első vasárnapja emiatt dec. 3-a), a leghosszabb pedig (karácsony napja vasárnap, ilyenkor nov. 27-e, vasárnap az advent első napja) 28 napos. A számok a Ti, illetve a Ni rendszámának felelnek meg.

Endoterm, a **fény energiáját hasznosító kémiai folyamatok** pl.:

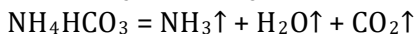


Bizonyos exoterm folyamatok is csak fény hatására indulnak be, pl. az alábbi két esetben a kék fény vagy UV-sugárzás az aktiválási energia leküzdéséhez – a klórmolekulában lévő kötés felszakításához – kell:



A **forralt bor** alkoholtartalma kevesebb, mint az alapanyagául szolgáló boré, ugyanis az alkohol-víz oldatot forralva az alkohol (pontosabban a 96 V/V% alkoholt tartalmazó, ún. azeotróposhoz közelítő összetételű alkohol-víz elegy) távozik belőle.

Kémia a konyhában: a beigli, a mézeskalács stb. tésztáját többféle anyaggal tehetjük „könnyűvé”. Különböző süteményeknél az élesztő mellett a **sütőpor** két fajtája: a szódabikarbóna és a szalalkáli a legelterjedtebb:



A **gyertyák** régen viaszból (pl. méhviasz) vagy faggyúból (állati zsír) készültek, ma inkább paraffinból. Az előbbi kettő nagy szénatomszámú karbonsavak észtereinak keveréke, a paraffin a kőolaj feldolgozásának egyik terméke, nagy szénatomszámú szénhidrogének amorf keveréke.

A **csillagszórók** mindenekelőtt tartalmaznak egy éghető fémeket (Fe, Mg, Al) kellően elporított állapotban. Ezen kívül az égést szabályozó, lassító anyagra: kén, szén is szükség van. Harmadszor van bennük oxidálószer (nagy oxigéntartalmú anyagok, pl. KNO_3), végül pedig valamiféle éghető ragasztóanyag (dextrin, enyv) is, hogy a masszává gyúrt anyagot fel lehessen vinni a fémszállra. Ha zöld szikrákat szeretnénk, ezt báriumvegyületek (BaCl_2) hozzáadásával biztosíthatjuk.

Az eredeti karácsonyfadíszek – mások mellett – **foncsorozott üveg-gömbök** voltak. Az üveggömb belső felületére az ezüstréteg többféle módon vihető föl, pl. fémgőzöléssel, flokkolással, ezüsttükörpróbával vagy galvanizálás révén. A galvanizálás során a gömb belsejében a

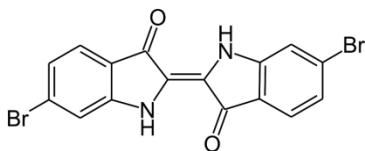
gömb falát katódnak kapcsolva ezüst-nitrát-oldatot elektrolizálnak, így az ezüst vékony rétegben kiválik (az előzetesen vezető lakk felvitelével vagy kémiai redukcióval leválasztott igen vékony fémréteggel vezetővé tett) üvegfületre.

5. feladat: szárnyasoltár karácsonyi részlete, pigmentek

A kisded Jézus a napkeleti bölcsektől aranyat, tömjént és mirhát kapott. Mi ez a három anyag természettudományos szempontból és mit szimbolizálnak a Biblia szövegében? Az **arany** egy nemesfém, mely jellemzően terméselemként fordul elő. Jézus királyságára utal. A **tömjén** egyes közel-keleti fafajták kérgéből kivont és megszáritott gyanta, mely szublimál, ezért füstölőszerként használják. Jézus istenségét jelképezi. A **mirha** a mirhafa vagy szomáliai balzsamfa mézgája, a belőle készített kenőcsöt az ókorban halottak balzsamozására használták. Jézus emberségét (majdani halálát) szimbolizálja. (Az egyszerű biblikus szimbolikát az interneten nehéz megtalálni, helyette az első találatok dezinformálják az olvasót.)

Az ókorban – a Római Birodalomban, Krisztus születése, azaz időszámításunk kezdete táján – legalább hét fémeket ismertek: Au, Ag, Cu, Sn, Pb, Fe, Hg és lehetséges, hogy a Zn-et is. A nemfémek közül a C és a S volt elemi formában ismert.

Az elemzett oltárképen az egyik napkeleti bölcs bíbor színű kesztyűt és sarut visel. Az ókorban a **bíbor** rendkívüli ára miatt az uralkodók kiváltságos színe volt. A Földközi-tengerben élő bíborcsiga testnedvéből volt minimális mennyiségben kinyerhető. Paul Friedländer német vegyész 1909-ben 12 ezer bíborcsigából kiindulva a klasszikus módszerrel 1,4 g színezéket vont ki, majd meghatározta összetételét és szerkezetét: az antikbíbor kémiailag 6,6'-dibrómindigó, szerkezete nagyon közel áll a nagy tömegben előforduló, olcsó indigóéhoz.



A pontos képlet vagy a molekula neve helyett sok beküldő csak annyit írt (a wikipédia nyomán), hogy a festékanyag fő összetevője az indigó „brómderivátuma”. Ez nem pontos válasz, minthogy nem egyértelmű.

A középkori festők – többek között – a következő színyanyagokból készítettek **festéket**:

ólomsárga (ólom(II)-kromát): PbCrO_4 ;

ólomfehér (bázisos ólom(II)-karbonát): $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$;

cinóber (higany(II)-szulfid): HgS ;

okkerek: $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, FeO(OH) , MnO_2 különböző arányú és színű keverékei;

azurit (bázisos réz(II)-karbonát): $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$;

zöldföld (szeladonit): $\text{K(Mg/Fe}^{2+})(\text{Fe}^{3+}/\text{Al})\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ – színe a Fe^{2+} -iontól van.

*

Meg kell jegyeznem, hogy a beküldött válaszok között meglehetősen furcsák is előfordultak. Pl. akadt, aki szerint az ezüst az aranytól a következőképpen választható el: „lópata, számárpata és kecskeszarv darabkáit két napon át trágyával lefedve kell tartani, majd ezt követően szalmiáksó oldatához adni és az ezüsttel együtt desztillálni”. Érdeemes az alkímiai receptet elkülöníteni a valóban működő régi eljárásoktól (salétromsav vagy kupelláció, ld. fentebb). Mások a *‘phosphorus’* angol szó fordításának a kétségkívül ugyanezen a néven forgalmazott homeopátiás gyógy(?)szert tartják.

*

A beküldött megoldások közül kiemelkedett Cseke Juliannáé, Horváth Lilláé, Lelkes Máté és Lovas Miklóse. Örültem a – tavalyhoz hasonlóan – szép számú soproni versenyzőnek. A következő eredmények születtek:

	Név	1.	2.	3.	4.	5.	Σ
1.	Aszódi Réka (9.)	8,5	5,5	5	16	9,5	44,5
2.	Bali Zsófia (9.)	8	8	4,5	15,5	7,5	43,5
3.	Bittó Eszter (12.)	9,5	7	7	12	7	42,5
4.	Bodnár Mária (9.)	9	7	7	17	8	48
5.	Cseke Julianna (9.)	11	10	8	17	7	53
6.	Fehér Flóra (10.)	5	5	3			13
7.	Gabnai Márta (10.)	10	8,5	5,5	12,5	11	47,5
8.	Gaján Réka (11.)	9	4,5	2			15,5
9.	Horváth Lilla (10.)	11	7	6	17,5	10	51,5
10.	Kovács Borbála Irma (10.)	8	7,5	4,5	9,5	7	36,5
11.	Kovács Lídia (10.)	6	3	2			11
12.	Lajtai Livia (10.)	8	5	7	11	10	41
13.	Lelkes Máté (9.)	11	8	8	19	9	55
14.	Lovas Miklós (11.)	11,5	8,5	8	16	10	54
15.	Mócza Levente András (11.)	10	9	5	16	8,5	48,5
16.	Pap Richárd (10.)				13,5	6,5	20
17.	Pető Annamária (9.)	9	7,5	6			22,5
18.	Reichart Virág (10.)	3,5	7,5	2	10	6	29