

KERESD BENNE A KÉMIÁT!

Szerkesztő: Keglevich Kristóf



Kedves Diákok!

A „Keresd!” rovat harmadik feladatsorában egy színdarab és egy regényrészlet kémiai vonatkozásait kell feltárnotok. A kérdésekre adandó válaszok egyszerűek, még akkor is, ha némi internetes nyomozást igényelnek. Ügyeljete, hogy pontosan és tömören válaszoljatok, a fölteszt kérdésekre adjatok választ! (Mindre!) A rész kérdésekre adott pontszámok jelzik, milyen terjedelmű vagy hány elemből álló választ várunk.

A feladatmegoldásokat szokott módon a <http://kokel.mke.org.hu> honlapon található linken keresztül lehet beküldeni.

Beküldési határidő: 2026. február 17.

Az új feladatok kitűzését követően olvashatóak a 2025/4. szám feladatainak megoldásai.

Sikeres munkát, jó versenyzést kívánunk mindenkinek!

*

7. idézet: Szophoklész, kentaurvér, gyapjú (14 pont)

*„Abból, amit a kentaur mondott, amikor
A fájdalmas nyíl átverte oldalát,
Mit se feledtem – úgy emlékszem arra, mint
Ha ércbe vésnék volna minden egy szavát.
Nos, így rendelkezett és így tettem én:
A bűvös szert ne érje napfény és a tűz
Ne férjen hozzá, védett zúgba rejtsem el,
Mindaddig, míg a friss kenésre sor kerül.
Meg is fogadtam. S most, hogy rákerült a sor,
Juhnyájamból szerezve jó gyapjúcsomót,*

*A szert a házban titkon feldörzsöltem és
A köntöst összehajtva, mint tudjátok is,
Hogy nap ne érje, ládikába zártam el.
De szó azt el nem mondja, ember-ész soha
Nem éri föl, mit visszatérve láttam ott.
A gyapjukócot én a dörzsölés után
Eldobtam, és véletlenül épp úgy esett,
Hogy nap sütött rá; ott a gyapju áthevült
És semmivé lett; elporlott a padlaton;
Akár fűrészpör szítál le, amikor
Gerendát fűrészelnek szét az emberek.
Ilyesmi lepte ott a földet; és ahol
Hevert, nyüzsgöve szállott föl a búborék
Mint hogyha ősszel földre loccsan sűrű must,
Mely Bakkhosz isten kéklő fürtjein fakadt.”*

*(Szophoklész [Kr. e. 5. sz.]: Trakhiszi nők – Kardos László fordítása
[1983])*

Kérdések:

A fenti idézetben Déianeira, Héraklész felesége írja le a Nesszosz (a szóban forgó kentaur) vérének égető és mérgező tulajdonságát. Nem sokkal később a kentaurvérrel átítatott köntös okozta Héraklész halálát, ugyanis a napsütéstől meggyulladt és elviselhetetlen kínokat okozott neki. Nesszosz vérének modellezzhetjük tömény kénsav és kálium-permanganát keverékével, amely igen erős oxidálószer, sűrűn folyik, vérvörös színe van, a gyapjú már viszonylag alacsony hőmérsékleten is meggyullad benne, és a reakciót – a fenti idézetnek megfelelően – buborékképződés kíséri. Persze a valóságban aligha léteztek kentaurók, még kevésbé valószínű, hogy bármely élőlény vére kénsav és kálium-permanganát elegye lenne, ám a Szophoklész drámájában leírtak ilyen értelemben alapulhattak a valóságban megfigyelt jelenségeken, mivel mind a kénsav, mind a hipermangán ismert lehetett az ókori görög poliszokban.

- a) Melyik az a nagyon robbanékony vegyület, amelyik a kénsav és a kálium-permanganát reakciójában keletkezik? (1 pont)

- b) Az emberi vér vörös színét a hemoglobin okozza. Milyen fém ionjait tartalmazza kötve ez a molekula? Milyen töltésűek ezek a fémionok? (1 pont)
- c) Sorolj fel legalább négy, vörös színű, kémiaiilag tiszta anyagot nevük és képletük megadásával! A válaszok között legyen szilárd, folyékony és gáz-halmazállapotú is! (2 pont)
- d) Sorolj fel négy fényérzékeny anyagot nevük és képletük megadásával! (2 pont)
- e) Írd föl annak a reakciónak az egyenletét, amely eredményeképp „nyüzsögve száll fel a buborék a sűrű mustban”! (1 pont)

A gyapjűszövetből készűlt textíliák (amelyek előnye, hogy megfelelően szellőznek és jól tartják a hőt) csak langyos vízben, semleges kémhatásű mosószerrel moshatók, és csak nedves állapotban, alacsony hőmérsékleten vasalhatók.

- f) Melyik fehérje a gyapjú fő alkotója? (1 pont)
- g) Mi jellemző ennek a fehérjének a térszerkezetére (másodlagos szerkezetére)? Ki az a tudós, aki éppen a gyapjú fehérjéjét tanulmányozva fedezte föl ezt a szerkezetet? Nevez meg még két fogalmat, melynek bevezetése ugyanezen tudós nevéhez fűződik, és a magyarországi középiskolai kémiail tananyagban is előfordul! (4 pont)
- h) Milyen reakció következhetik be, ha a fehérjéket (oldatukat vagy szilárd formájukat) savas oldatban főzzük? (2 pont)

(Lente Gábor)

8. idézet: Kalle Blomkvist, az ifjú mesterdepektív és az arzén (16 pont)

„– De hát honnan lehet tudni, hogy valóban arzén van-e benne? – kérdezte az elképzelt hallgató, és tehetetlenűl, tanácstalanul bámult a csokis sütire.

– Egy kis próbát csinálunk – mondta nyugodtan a mesterdepektív. – A Marsh-féle arzénpróbát. Ezt akarom most elvégezni. [...]

– Mindenekelőtt egy hidrogéngáz-szerkezetre van szükségűnk – mondta tanárosan. – Ilyesmim van. Egész egyszerűen egy tégely, és ebbe a tégelybe beleteszek két cinkdarabot kénsavba. Ekkor hidrogéngáz képződik. Érti, kérem? Hamármost valamilyen formában arzént társítunk hozzá, olyan gáz képződik, amelynek a neve arzénhidrogén, AsH_3 . A gázt ezen az

üvegcsövön kivezetjük, továbbengedjük, és egy csőben vízmentes kalcium-kloriddal megtisztítjuk, és aztán továbbmegy ezen a keskeny csövön. A spirituszégővel felmelegítjük a gázt, pontosan itt a szűkületnél. És akkor, érte kérem, a gáz különválik hidrogénre és szabad arzenikumra, és az arzenikum lecsapódik az üvegcső falaira, mint egy tükröző szürkésfekete lepedék. Ez az úgynevezett arzenikumtükör. Remélem, hallott már róla, ifjú barátom? [...]

Most már meleg az üvegcső. A csokoládé egy darabkáját porrá zúzta, és egy tölcséren keresztül beöntötte a hidrogéngáz-szerkezetbe. Azután visszafafojtott lélegzettel várt. Jóságos Isten, ott van! Az arzéntükör! Iszonyú bizonyítéka annak, hogy igaza van.”

(Astrid Lindgren: Az ifjú mesterdetektív. Veszélyben a Nagymufti Kincse [1951] – Lontay László fordítása)

Kérdések:

- 1) Mi lenne a jobb, pontos megnevezés magyarul az idézetben szereplő „hidrogéngáz-szerkezet” helyett? Írd fel a fémcink és kénsav közötti reakció egyenletét! (2 pont)
- 2) Írd fel a hőbomlás egyenletét, mely a szövegben szereplő arzéntükört eredményezi! (1 pont)

Az arzén-trioxid kimutatásán már a kémia atyja, Robert Boyle is fáradozott a 17. században. Az arzénsav arzénhidrogénné alakításának módszerét Scheele dolgozta ki a 18. században.

- 3) Írd fel az arzénsav és hidrogéngáz közötti reakcióegyenletet! (1 pont)

Marsh módszerét megelőzően az arzénhidrogént jellegzetes szaga alapján azonosították.

- 4) Milyen szagú az arzénhidrogén (mire hasonlít)? (1 pont)

Arzén-trioxidot az 1900-as évek elején még lehetett patkányméregként vásárolni a gyógyszertárban.

- 5) Mire kell ügyelni exhumált maradványokból történő arzénkimutatásnál? (Erre Orfila párizsi orvos hívta fel a figyelmet 1840-ben.) (1 pont)

- f) Melyik nagyműszeres módszerrel sikerült Napóleon hajtincsében arzént kimutatni? Ki volt az Nobel-díjas kutató, aki kidolgozta ennek az analitikai módszernek az alapjait? A vizsgálat végül nem döntött az arzénmérgezés ténye felől. Nézz utána, milyen más lehetőség jött szóba! (4 pont)
- g) Magyarország mely tájegységén „arzénes” a víz? Hány mikrogramm literenként az ivóvizekre megállapított határérték az EU-ban (így Magyarországon is)? Évente hány gramm „arzén megy át” valakinek a szervezetén, ha naponta 1,5 litert fogyaszt olyan vízből, melynek arzénkoncentrációja a jelenlegi határértéken van? Hány arzénatomot tartalmaz az ilyen víz 1 cseppje (1 csepp = 0,1 milliliter)? (A határérték elemi arzénre vonatkozik.) (4 pont)
- A penicillin felfedezéséig rendkívül jelentős szerepet játszott, életeket mentett egy arzéntartalmú szer (arzfenamin, dihidroxi-diamino-arzeno-benzol-hidroklorid). Ez volt az első vegyület, mely módszeres tudományos kutatás révén került a gyógyításba. A 606-dik! megvizsgált arzénvegyület volt. Innen számítjuk a kemoterápia elnevezést is.*
- h) Ki/kik találták meg a szóban forgó medicinát és mikor? Milyen néven vált a gyógyszer ismertté? Melyik betegség kórokozójára volt hatásos? (2 pont)

(Horváth Judit)

*

A 2025/4. számban kitűzött feladatok megoldása

1. feladat: 19. századi, kémiát magyarázó költemény

Szily Kálmán *Chemiai versemény* című, 1865-ben, feltehetően a kor jeles vegyésze, Wartha Vince doktori székfoglalójára írott verse néhány évvel korábbi, mint a Mengyelejev-féle periódusos rendszer megalkotása (1869). Így nem csoda, ha a benne szereplő fémek száma sokkal kisebb, mint amennyit ma ismerünk, és egymásutánosságuk is eltér a modern kémiakönyvek tárgyalási sorrendjétől. A versben szereplő tizenkét nemzetség nyilvánvalóan a fő- és mellékcsoportokat (a mai periódusos

rendszer oszlopait) jelenti. Ennél a válasznál a legtöbb megoldó sajnos nem elég pontosan fogalmazott.

Érdekes, hogy Szily az egyes fémek mely tulajdonságait említi különféle költői képek formájában. A nátrium „gyakran jár a konyhára”, hiszen a nátrium-klorid a legtöbb étel része. Többen csak megnevezték a konyhasót, de nem indokolták, honnét ered versbéli megnevezése. A nátrium és a kálium öccsei a rubídium és a cézium, amelyeket 1860 körül Gustav Robert Kirchhoff és Robert Wilhelm Bunsen – ő a versben említett, Kirchhofftól különböző Róbert – fedezett föl a színeképelemzés segítségével. Szily a lítiumhoz kárminvörös lángfestését rendeli ismertetőjegyként, a magnézium kapcsán egyik sója, a keserűsó (MgSO_4) kerül szóba, továbbá régi magyar neve – kes(e)reny – is keserű ízére utal. Többeknél nem volt elég konkrét a válasz, ugyanis nem csak a magnézium sói lehetnek keserűek, ez több fémre is jellemző. A kalcium, a stroncium és a bárium előállítása Davy nevéhez fűződik, Volta találmánya (a Volta-oszlop) szolgáltatta elektromos egyenáram segítségével, olvadékelektrolízis révén vált lehetségessé. A bárium-szulfát (ásványtani nevén barit vagy súlypát) könnyen állítható elő kis szemcseméretű csapadékként, ezt a finom eloszlású, fehér, nagy sűrűségű port a papíripar a papír pórusainak tömítésére használja, így átlátszatlanabbá, fényesebbé és nehezebbé teszik a papírt.

Hibátlan, 9 pontos megoldást küldött be Kiss-Husztai Iván és Németh Kólos. A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 7,8 pont.

(Filipszki László)

2. feladat: Kosztolányi és a vas az Ásványok beszédéből

A Kosztolányi-idézetben szereplő „szervetlen” szó az anyag struktúrájának rendezetlenségét jelenti, azaz hogy az adott szilárd anyag nem szabályos, kristályos szerkezetű. Az, hogy egy anyag kristályos-e vagy sem, nem függ össze azzal, hogy szerves-e vagy szervetlen. Pl. a szervetlen kvarc kristályos, a szervetlen üveg amorf, a szerves glükóz kristályos, a disznózsír inkább amorf. Tehát nem mondhatjuk, hogy minden szervetlen anyag kristályos lenne, gondoljunk az amorf szénformákra, az obsziánra, a kémiaóráról ismert amorf kénre vagy a nem szilárd, hanem folyékony halmazállapotú és légnemű anyagokra. Továbbá gyakori tévedés volt a szervetlen anyagok összevetése az élő anyaggal. Ez nem állja

meg a helyét, hiszen a szerves anyagok sem élők, továbbá az élő anyag is szervetlen anyagot (sók, víz, stb.) tartalmaz.

A vas nemcsak a Földön gyakori (a bolygó magjában), hanem egyike a világegyetem – és a meteorok – leggyakoribb elemeinek is. Az ^{56}Fe az egyik legstabilabb nuklid és a haldokló csillagokban (vörös óriás) még éppen keletkezik a könnyebb atomok fúziója során.

Egy átlagos, 5 liter vért tartalmazó ember vérében $5 \cdot 490 = 2450$ mg vas van (kötött formában), ami a szervezetben lévő teljes mennyiség 60%-a. A teljes mennyiség ezek szerint $2450/0,6 = 4083$ mg, azaz 4,083 g. Mivel $4,083/0,34 = 12$, az említett személy vérének vastartalma 12 egész (0,34 g tömegű) huzalszeg anyagának fedezésére lenne alkalmas. Gyakori hiba volt, hogy a beküldők a 2450 mg-nak vették a 60%-át, ez elvi hiba, hiszen a teljes vastartalomnak a 60%-a a 2450 mg.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 4,1 pont. A maximális 7 pontot egyedül Vámi Ármin érte el.

(Filipszki László)

3. idézet: Verne és az ásványi szenek

Az ásványi szenek – a **szénülési sor** (szenesedési sor) tagjai: a tőzeg, a lignit, a barnakőszén, a feketekőszén és az antracit – szerves – főképpen növényi – anyagokból keletkeznek **fosszilis** (archaikus kifejezéssel élve ásatag) **körülmények** között: nagy nyomáson, levegőtől elzártan, magas hőmérsékleten, évmilliók alatt. A tőzeg vagy régies nevén turfa színe barnás, a többi fekete. A barnakőszén is fekete, nevét – a szintén fekete barnakőhöz (MnO_2) hasonlóan – arról kapta, hogy a mázatlan porcelánon barna karcnyomot hagy. Az ásványi szenek nem vegytiszta allotróp módosulatai a szénnek, hiszen keverékek. Szerkezetük leginkább a grafithez áll közel (emiatt feketés színűek), tekinthetjük őket **mikrokristályos grafitnak**. Azonban lényegileg amorfak, tehát szilárd anyagok, ám nincsen egész halmazra kiterjedő kristályos szerkezetük.

Az **antracit**hez hasonló nevű **antracén** ($\text{C}_{14}\text{H}_{10}$) egy igen magas széntartalmú (94 tömegszázalék) vegyület. Mindkét elnevezés a görög 'anthraksz' szóból származik, melynek fordítása: szén. A görög szó átvitt értelemben a lépfenét (anthrax) is jelenti a bőr beverző és kifakadó

hólyagjai helyén megjelenő fekete színű varra utalva. Az **anthrax**nak más köze nincs az antracénhoz vagy az antracithoz.

Az alacsonyabb széntartalmú kőszenekből **száraz lepárlással** – azaz levegőtől elzárt hevítéssel – érhető el, hogy víztartalmuk és a bennük lévő egyéb illékony anyagok eltávozzanak. Így megnövelhető fűtőértékük (jobban megéri szállítani őket). A természetes ásványi szenek száraz lepárlásának szilárd terméke a **koks**.

Távolabbról kapcsolódik a témához, a növényi maradványok ásvánnyá vagy kőzetté alakulásához a **faopál**: ez szintén megkövesedett fa, de nem fosszilis úton keletkezett, hanem úgy, hogy a légmentesen elzárt fadarabokon ásványi anyagokban, szilikátokban gazdag talajvíz áramlott át, és a fa szerves részeit, szöveteit idővel ezek a szervesetlen anyagok (SiO_2) pótolták.

Kondor Tamás, Nemesi Bence Miklós, Németh Ábel, Németh Kolos és Vámi Ármin megoldása hibátlan, azaz 13 pontosnak bizonyult. A pontszámok átlaga 9,8 pont.