

KERESD BENNE A KÉMIÁT!

Szerkesztő: Keglevich Kristóf



Kedves Diákok!

Itt a 2025/2026-os tanév utolsó fordulója. Ez alkalommal általános és szerves kémia kerül terítékre. Az e lapszámban közölt idézetekhez kapcsolódó megoldásokat az eddigiekhez hasonlóan a <http://kokel.mke.org.hu> honlapon keresztül küldhetitek be.

Beküldési határidő: 2026. április 30.

Az új feladatok kitűzését követően olvashatóak a 2025/5. sz. feladatainak megoldásai.

Sikeres munkát, jó versenyzést kívánunk mindenkinek!

*

9. feladat: Rejtő Jenő és a gyomorsavhiány (11 pont)

„Az étteremben [...] Vanek úr a szemüvegét is előhúzta a felső zsebéből, hogy az étlapot kellő elmélyüléssel tanulmányozza. Alapos ember volt. Előételtől a tésztáig, bortól az ásványvízig mindent megbeszélt.

– És előzőleg hozzon egy pohár vízben két teljes kifacsart citromot, mert savhiányban szenvedek.

– Rendben van.

– Nincs rendben, de itt nem tudtam gyógykezeltetni magamat.”

(Rejtő Jenő: A tizennégy karátos autó [1940])

Kérdések:

A gyomor nyálkahártyájában lévő mirigyek gyomornedvet termelnek, amitől erősen savas kémhatás (pH = 1–2) alakul ki.

a) Melyik sav a gyomorsav fő összetevője? (1 pont)

- b) Milyen szerepet tölt be a gyomorsav, miben van szerepe a gyomor-
nedv savas kémhatásának? (2 pont)
- c) A Vanek úr problémájával ellentétes szituációban, gyomorsavtúlten-
gés esetén szódbikarbóna fogyasztását szokás javasolni. Írd fel a re-
akció egyenletét! (1 pont)
- d) A szódbikarbóna oldata lúgos kémhatású. Mi a jelenség neve? Írd
fel a kémhatás kialakulását igazoló reakció egyenletét! (2 pont)
- e) Mi annak az oka, hogy a gyümölcssalátához kevert citromlé késlel-
teti a salátában lévő alma megbarnulását? (1 pont)

*A vegyipar a citromsavat szintetikus úton cukorból kiindulva gyártja. A
folyamatot, amelynek lényege oxigén hatására bekövetkező részleges oxi-
dáció, az Aspergillus niger nevű penészgomba katalizálja.*

- f) Írd fel a reakció egyenletét, összegképleteket használva! 1 mol glü-
kózból 1 mol citromsav keletkezik. (1 pont)

Citromsav és ecetsav is használható vízkőoldásra.

- g) Milyen anyagok alkotják a vízkövet? (1 pont)
- h) Írj két okot, amiért érdemesebb lehet citromsavoldatot használni
erre a célra! (2 pont)

(Keglevich Kristóf)

10. feladat: a benzol szerkezete (10 pont)

*„A benzol mérgező molekulái egyre fokozódó erővel törtek be a csontve-
lőbe. A vérrel kevert vegyi anyag a támasztó csontok keskeny szilánkjá kö-
zött sodródva teljesen elöntötte az érzékeny szövetet. Lecsapott rá, mint
egykor Rómára a megvadult, barbár hordák. És a következmény is ugyan-
olyan végzetes volt. A bonyolult összetételű velő, amely a vér sejttartalmá-
nak többségét szolgáltatja, nem bírta ellenállni a betolakodóknak. A ben-
zolnak kitett valamennyi sejtet támadás érte. A vegyi anyag, jellegénél
fogva, úgy hasított át a sejthártyákat, akár egy acélpenge a vaját. Vörös
vagy fehér, fiatal vagy érett sejt – mindegy volt neki. Némely szerencsés
sejtben, amelybe csupán néhány benzolmolekula hatolt be, az enzimek ha-
tástalanították a vegyi anyagot. Többségükben azonban a belső hárttyák
azonnal elpusztultak.”*

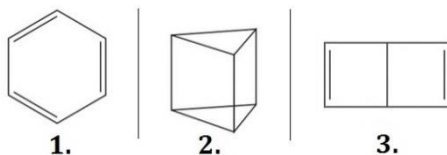
(Robin Cook: Láz [1982] – Vámosi Pál fordítása)

Kérdések:

A benzol összegképletét (C_6H_6) 1832-ben állapították meg, miután sikerült megmérni moláris tömegét (78 g/mol). Ma is használt szerkezeti képletét először Friedrich August Kekulé német kémikus rajzolta fel 1865-ben, amikor a szén négyvegyértékűségét szem előtt tartva rájött arra, hogy a molekulában a szénatomok gyűrűvé kapcsolódhatnak, és feltételezte, hogy a kettős és egyes kötések felváltva helyezkednek el.

- Hogyan határozható meg viszonylag egyszerűen a benzol moláris tömege? Javasolj egy mérési módszert! (1 pont)
- Mi az az ismert anekdota, amely Kekulé felismeréshez kötődik? (1 pont)

Kekulé képletét eredetileg javasolt formájában (1) a tudóstársadalom nem fogadta el azonnal. 1869-ben Albert Ladenburg (2) és tőle függetlenül James Dewar (3) is előállt egy-egy szerkezeti képlettel (Dewar többel is), amellyel a benzolt kívánták modellezni.



- Említsd meg a benzol egy-egy olyan kémiai tulajdonságát, amely ellentmond a Kekulé-, Ladenburg- és Dewar-féle szerkezetnek, és ami megnehezítette a képletek korabeli elfogadását! Indokold meg, az adott tulajdonság(ok) miért mond(anak) ellent az egyes képleteknek! (3 pont)
- A három modell közül mely(ek) tükrözi(k) helyesen, hogy a benzol mindegyik hidrogénatomja ugyanolyan környezetű és egymással ekvivalens? (1 pont)
- A benzol Kekulé-képlete is csak egy fontos módosítással igaz. Mi ez a módosítás? (1 pont)
- Hogy nevezzük azt a kettőskötés-rendszert, amelyben a kettős és egyes kovalens kötések felváltva helyezkednek el? (1 pont)
- Magyarázd meg, mi az oka, hogy a benzolmolekula „úgy hasítja át a sejtártyákat, akár egy acélpenge a vaját”! (2 pont)

(Keglevich Kristóf)

11. feladat: Agatha Christie és a pikrinsav (9 pont)

„A terv kiviteléhez feltétlenül szükséges volt, hogy lövést halljanak – különben továbbra is gyanúsították volna. Mrs. Protheroe-t. Azt nem tudom pontosan, hogyan mesterkedett Mr. Redding. De úgy tudom, a pikrinsav robban, ha súlyt ejtenek rá, és ugyebár, emlékszik, drága tiszteletes úr, hogy találkozott Mr. Reddinggel, amint egy nagy követ cipelt az erdőnek abban a részében, ahol maga a kristályt megtalálta. Ó, az urak olyan ügyesek az ilyesmiben – a követ bizonyára felfüggesztette Mr. Redding, és időzített gyújtózsínórt helyezett el alatta ... holmi lassan égő gyufát talán? Valamit, ami pontosan húsz perc alatt ég át – hogy a robbanás fél hétkor következék be, amikor ő meg Mrs. Protheroe mindenki szeme láttára kilép a műteremből. Egészen biztonságos trükk.”

(Agatha Christie: Gyilkosság a paplakban [1930] – Borbás Mária fordítása)

Kérdések:

A pikrinsav (2,4,6-trinitrofenol, TNP) sárgás színű, szagtalan, szilárd halmozállapotú anyag. Erős, egyértékű sav.

- Milyen funkciós csoportokat tartalmaz a pikrinsav molekulája? (1 pont)
- A pikrinsav molekulájának mely tulajdonságával függ össze az anyag sárgászöld színe? (1 pont)

Vízoldhatósága 20 °C-on kb. 1,3–1,4 g / 100 g víz, azaz nem túl jó.

- Vajon 1 mol/dm³-es sósavban vagy nátrium-hidroxid-oldatban oldódik nagyobb mértékben? Miért? (2 pont)
- A pikrinsav ammóniumsóját is robbanószerként használták, ekrazit néven. Add meg az ammónium-pikrát összegképletét! (1 pont)
- Más források szerint magát a pikrinsavat forgalmazták ekrazit néven. Egy harmadik robbanóanyag is futott ekrazitként (vagy volt része a robbanóelegynek). Add meg ezen anyag nevét és egy lehetséges szerkezeti képletét! (2 pont)
- Mire használták még a pikrinsavat (amellett, hogy robbanószerként alapanyagául és laboratóriumi reagensként szolgált)? (2 pont)

(Keglevich Kristóf)

A 2025/5. számban kitűzött feladatok megoldása

4. feladat: a periódusos tábla legvégén lévő elemek (Pelevin)

A jelenleg legteljesebb, az összes bizonyított létezésű elemet tartalmazó periódusos rendszer utolsó eleme, az oganeszon formálisan a nemesgázokhoz tartozik, habár szilárd, és a VIII. főcsoportra jellemző tulajdonságai még nincsenek igazolva. Az utolsó, fémnek tekinthető elem a tenesszium. Ez a halogének főcsoportjában van (a fölötte lévő asztáciumot is félfémnek szokás tekinteni).

A periódusos rendszer végén lévő elemek jellemző felezési ideje 1–100 ms. Néhány konkrét példa:

<i>rendszer</i>	<i>vegyjel</i>	<i>név</i>	<i>felezési idő (izotóp tömegszáma)</i>
113	Nh	nihónium	2.0 ms (278) – 2 s (290)
114	Fl	fleróvium	2,5 ms (284) – 19 s (290)
115	Mc	moszkóvium	20 ms (286) – 650 ms (290)
116	Lv	livermórium	8,3 ms (290) – 57 ms (293)
117	Ts	tenesszium	22 ms (293), 51 ms (294)
118	Og	oganeszon	0,7 ms (294)

A legtöbb transzurán elem felfedezése Glenn Theodore Seaborg (1912–1999) nevéhez köthető. Minden kútfő egyetért abban, hogy közreműködött a Pu, Am, Cm, Bk és a Cf felfedezésében, de sok irodalmi forrás az Es, a Fm, a Md, a No és a Sg felfedezőjeként is szerepelteti. Ez összegezve tíz elem. A Kaliforniában található Berkeley Egyetemhez kötődő – egy időben Seaborg által vezetett – kutatócsoport összesen 16 elemet fedezett fel a 20. század közepén-második felében, ám mivel az esetek többségében csapatmunka érvényesült, nem mondható meg teljes egyértelműséggel, hány elemet fedezett fel Seaborg.

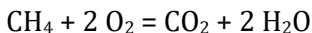
Megemlíthető, hogy a netes oldalak Albert Ghiorso-t (1915–2010) 12 elem – Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg – társfelfedezőjeként említik, ezért azt is elfogadtuk, ha az ő neve szerepelt válaszként. Látható, hogy az elemek nagy része azonos a Seaborg nevével említettekkel, hiszen Ghiorso is ugyanazon berkeley-i kutatócsoport tagja volt.

A feladatot sokan oldották meg jól, a beküldött megoldások pontszámainak átlaga 6,3 pont. 12 megoldás volt hibátlan.

(Turányi Tamás)

5. feladat: metán a kőszénbányában és az olvadékelektrolízis (Verne)

A sűjtólég vagy bányalég fő komponense a metán. Levegőn való felrobbanásakor a következő reakció megy végbe:



A fosszilis úton keletkező földgáz túlnyomó része metán (pl. az orosz földgáz tipikusan 97 térfogatszázalék metánt tartalmaz). Metánt termelnek a kérődző állatok gyomrában lévő metanogén (metántermelő) baktériumok, ezért a tehenek stb. metánt büfögnek. Baktériumtermelésnek köszönhetően az emberi emésztés során is létrejöhet metán, ez a bélgázzal távozik. A rizstermesztés során azért szabadul fel metán, mert – más gabonafélékkel ellentétben – a rizst elárasztott területeken termesztik. A víz miatt a talaj és a légkör között gátolt a levegőcsere, fel tudnak szaporodni a metántermelő baktériumok. Számottevő mennyiségű metán található jégbe fagyva a sarkvidékeken, ahonnet jelenleg – a klímaváltozás eredményeképp – fokozódó mértékben szabadul ki.

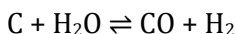
A három legfontosabb üvegházhatású gáz a vízgőz, a szén-dioxid és a metán (említhető még az ózon, a dinitrogén-oxid, a fluorozott szénhidrogének stb.). A szén-dioxid és a metán jelentős része emberi tevékenységből származik. Az éghajlatváltozásban játszott szerepük jelentősen eltér. A metánmolekula az üvegházhatás kialakítása szempontjából kb. 20–25-ször erősebb hatást fejt ki, mint a szén-dioxid, azaz jobban nyeli el az infravörös hullámhosszú fényt. Azonban a metán koncentrációja sokkal alacsonyabb a szén-dioxidénál, azonkívül sokkal kevesebb időt tartózkodik a légkörben: a metánmolekulák átlagosan kb. 10 esztendőt töltenek a légkörben, a szén-dioxid-molekulák viszont több mint 100 évet. Másként fogalmazva: a metán gyorsabban okoz kárt, de hamar eltűnik a légkörből, míg a szén-dioxid évtizedről évtizedre kisebb mennyiségű hőt tart vissza folyamatosan. Összességében azonban a 200-szor nagyobb koncentrációban előforduló szén-dioxidot sokkal súlyosabb „felelősség” terheli az üvegházhatás megnövekedéséért, mint a metánt.

Humphry Davy (1778–1829), korának egyik legismertebb fizikusa és kémikusa nevét őrzi a Davy-féle biztonsági bányászlámpa. A korábbi, nem biztonsági lámpák szabadon égtek a bányalevegőben, lángjuk belobbanthatta vagy berobbanthatta a fölgyülemllett metánt. Az 1816-ban elkészült Davy-lámpa kanócát (a lángot) sűrű szövésű drótháló ölelte

körbe. Ha a levegő metántartalma túllépte az 5 térfogatszázalékot és robbanás következett volna be (az 5–15% metántartalmú gázelegy robban, amint ezt Davy megállapította), amint a lángfront a kanóctól a fémháléhoz ért, a fémszövet a rajta áthatoló lángot annyira lehűtötte, hogy a hőmérséklet a metán gyulladási hőmérséklete alá került. Ezért a láng kialudt, nem történt katasztrófa. Így Davy felismerte a gyors égés harmadik feltételét: hogy szükséges hozzá a gyulladási hőmérséklet.

Davy figyelmét felkeltette az Alessandro Volta-oszlop és az ennek segítségével végrehajtott vízbontás. Kísérletezett az elektromosság más anyagokra gyakorolt vegyi hatásával, és kellően nagy áramerősséget alkalmazva sikerült végrehajtania a nátrium- és kálium-hidroxid (olvadék)elektrolízisét, így felfedezte a nátriumot és a káliumot. Ugyanebben az évben (1808) és ugyanezen a módon a kalciumot, a stronciumot és a báriumot is sikerült előállítania, illetve bizonyította, hogy a magnézia (MgO) egy, az eddigiektől különböző fém oxidja. Bár a magnéziumot csak kis mennyiségben és nem teljesen tisztán tudta előállítani, felfedezőjének Davy-t szokás tekinteni. A hetedik elem, amely felfedezésében Davy szerepet játszott, a bór (ezt ugyancsak 1808-ban tőle függetlenül Gay-Lussac és Thénard is előállította).

A világítógázt (más néven városi gáz vagy légszesz) pl. a feketekőszén száraz lepárlásával vagy izzó szén és vízgőz reakciójával állították elő. Utóbbi, kb. 1000 °C-on lejátszódó folyamat egyenlete:



Látható, hogy a világítógáz két fő komponense a szén-monoxid és a hidrogén.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga magas, 14 pont. Maximális pontszámot ért el Horváth Márton, Németh Kolos, Parma Abigél, Szabó Áron, Szabó János Bence és Vámi Ármin. Dicsérőleg említem, hogy Nagy Bence Máté válasza forrását is feltüntette, ami elegáns és felnőttés.

(Keglevich Kristóf)

6. feladat: mészkő, márvány, barlang (Auden)

A mészkő (egy üledékes kőzet) uralkodó ásványa a kalcit, a trigonális formában kristályosodó kalcium-karbonát. Az ásványok kémiaiilag tiszta anyagok (természetes eredetűek és többnyire vegyületek), a kőzetek ezzel szemben nagy mennyiségben előforduló ásványkeverékek. A

metamorf márvány is lényegileg kalcitból áll, azonban nagy hőmérsékleten és / vagy nyomáson történő képződése során a mészkőben lévőkhöz képest nagyobb, gyakran több mm nagyságú kalcitkristályok alakulnak ki benne. Emiatt a márvány könnyebben hasad, megmunkálása során kevésbé alakul ki nem szándékolt repedezettség. (Kevésbé roncsolódik és jobban megmunkálható.) E hasadási felületek meglétével függ össze a márványfény is, amivel a mészkő nem rendelkezik. Mivel a kristálylapok kémiai ellenállása sokkal jobb, mint a szabálytalan felületeké, a márvány tartóssága is jobb, a márvány faragványok sokkal inkább időtállóak, mint a mészkőből készültek. Előfordult, hogy a beküldők csak egy lényeges tulajdonságot említettek.

A W. H. Auden a mészkőről szóló költeményének harmadik sora nagy hibát tartalmaz (amit nem csak a közép-, de az általános iskolások is felfedezhetnek): „*anyaga [mármint a kalcium-karbonát] oldódik a vízben.*” Az angol eredeti is hibás: „*because it dissolves in water.*” A víz önmagában nem tud barlangokat vájni a mészkőhegységekbe. A karszt kialakulásához elengedhetetlenül szükséges az esővíz szén-dioxid tartalma, a képződő kalcium-hidrogén-karbonát már vízdoldékony:



Többen termokémiai egyenlettel írták le a reakciót – ennek kapcsán felhívnám a figyelmet arra, hogy a $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2(\text{aq})$ nem egészen helyes, hiszen a kalcium-hidrogén-karbonát ionokra disszociáltan, $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ és $\text{HCO}_3^{-}(\text{aq})$ formában van jelen a vízben. Az előbbi felírás azt jelentené, hogy kalcium-hidrogén-karbonát részecskéket hidratál a víz.

20 °C körül a mészkő jobban oldódik a szénsavas vízben, mint a dolomit. Ezért eltérő módon erodálódnak. A dolomit elsősorban tördelődik (az esővíz a jéggé fagyás révén fizikailag aprózza), meredek letörések jellemzik, a mérsékelt éghajlati övben karsztformákban szegény. A mészkő – amellet, hogy szintén kialakulhatnak meredek szirtjei – könnyebben mállik, hiszen az esővíz hatására nemcsak fizikailag morzsolódik, hanem kémiailag is oldódik. Tehát a karsztosodás a két karbonátos kőzet közül inkább a mészkőre jellemző.

Erre a feladatra is túlnyomórészt jó megoldások érkeztek, közülük 9 hibátlanak bizonyult. A pontszámok átlaga 6,9 pont.

(Filipzski László)