

KERESD BENNE A KÉMIÁT!



Szerkesztő: Keglevich Kristóf

Kedves Diákok!

Vége a 2024/2025-ös tanév *Keresd benne a kémiát!* versenyének. Az összes forduló feladatait beküldők közül Vámi Ármin, a székesfehérvári Vasvári Pál Gimnázium tanulója (tanára: Szabó Endre) 106 pontot szerzett, így ő bizonyult a legeredményesebbnek. A második helyezett 104 ponttal Kiss-Husztai Iván lett (Soproni Széchenyi István Gimnázium, tanára: Somogyi Ilona Csilla), a harmadik helyet pedig a 97 pontot gyűjtő Németh Ábel (a szombathelyi ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, tanára: Tőkéné Czvitkovics Szilvia) érte el. Megemlítendő, hogy mindhármuk megoldása szépen szerkesztett, formai szempontból is kiemelkedő. Ugyancsak alapos munkát végzett a 91,5 ponttal megosztott negyedik helyet elérő Parma Abigél (Egri Szilágyi Erzsébet Gimnázium és Kollégium, tanára: Bernátné Drávucz Ildikó) és Németh Kolos (ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, tanára: Szabó Bence Farkas).

Ármin, Iván és Ábel jutalma a KÖKÉL egyéves előfizetése. Gratulálunk!

*

A 2025/1. számban kitűzött feladatok megoldása

7. idézet: a fehérfoszfor felfedezése, a foszfor biokémiai szerepe

A fehérfoszfor (P_4) a valóságban gyakran sárga színű a benne lévő vörösfoszfor (P_∞) miatt. A fehérfoszfort Hennig Brand 17. századi német orvos és alkimista állította elő véletlenül, a bölcsek kövének keresése közben, emberi vizelet desztillálásával. A foszfor a vizeletben foszfátió

(PO_4^{3-}) formájában van jelen, ebből redukciós folyamatban jött létre. A vizeletben előforduló szerves anyagok bomlásából származó szén lehetett a redukálószer.

A foszfor biogén elem, az emberi szervezet fontos alkotója. Vegyületei többféle szerepet játszanak. A foszforsav észterei közé tartoznak a nukleotidok és a nukleinsavak, a DNS (egyik feladata: örökítőanyag) és az RNS (fehérjeszintézis). Az adenosin-trifoszfát (ATP) – egy nukleotid – hidrolízisének folyamata során jelentős mennyiségű energia szabadul föl, ez a folyamat fedezi a sejtek kémiai reakcióinak energiaigényét. Szintén foszfátészterek a foszfatidok (másként foszfolipidek), amelyek ketts rétegben kialakítják a sejtmembrán alapszerkezetét. Végül a hidrogén-foszfát-ion (HPO_4^{2-}) és dihidrogén-foszfát-ion (H_2PO_4^-) alkotta pufferrendszer – más pufferrendszerek mellett – szerepet játszik a vér állandó, 7,40-es pH-jának fenntartásában. A foszfátok emellett fontosak a csontok növekedése és anyagcseréje, továbbá az izmok és idegek működése szempontjából is.

8. idézet: csalmatok és kéneseő

Shakespeare: Hamlet, dán királyfi c. drámájában a címszereplő atyjának szelleme szerint Claudius úgy gyilkolta meg őt, hogy álmában csalmatok levét öntötte a fülébe. A 'csalmatok' a bolondító beléndek (*Hyoscyamus niger*), levele és magjai számos méreganyagot tartalmaznak. Ezek közül a legfontosabbak: szkopolamin (más néven hioszcin), atropin, hioszciamin.

A Shakespeare által leírt, hétköznapiak nem nevezhető mérgezési mód nem túlságosan hatékony. A fülbe öntött folyadék a fül bőrrétegén át csak nehezen juthat be a szervezetbe, hogy méreganyagai a véráramba kerüljenek és így mérgezést okozzanak. (Egy argentin orvos, Basilio Kotias 2002. évi kutatása szerint azonban fönnáll annak az elvi lehetősége, hogy a szkopolamin keresztüldiffundáljon a fül szövetein és mérgező hatást fejtsen ki.) A bolondító beléndek leveléből kivont szkopolaminnak többféle gyógyászati felhasználása ismert: alacsony, kontrollált dózisban műtét előtti nyugtatás, hipnózis, antidepresszáns, tengeribetegség leküzdése, pupillatágító. (Bővebben lásd *Lente Gábor: Vízilónaptej és más történetek kémiából. Bp., 2017. 81–84.*)

A kéneső a higany régi magyar neve, a 'keneszu / kenesű' (az atkákat lemosó folyadék) török szóból származik. A 'higany' (híg anyag) szót Schuster János 1820 táján alkotta meg. A higany angol és francia neve – *mercury, mercure* – Merkúr, a hírnökök és tolvajok istenének nevéből ered, aki olyan gyors és furge volt, mint amilyen sebesen peregnek a higany cseppjei.

9. idézet: inhalációs anesztetikumok és fluorvegyületek

Az 'inhalációs anesztetikum' kifejezés belelegeztetett érzéstelenítőt vagy altatót jelent. A legrégebbi ilyen anyag a „kégáz” (dinitrogén-oxid, N_2O) volt, aminek használatát Humphrey Davy már 1779-ben ajánlotta. A kéjgáz érzéstelenítő hatását 1844-ben ismerte föl Horace Wells (1815–1848) amerikai fogorvos, aki saját praxisában foghúzás során mint érzéstelenítőszerrel használta. A dinitrogén-oxid a laboratóriumban az ammónium-nitrát lassú, óvatos hevítésével állítható elő:



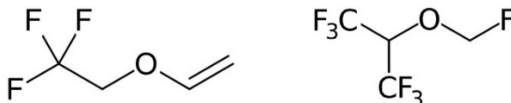
Eközben ügyelni kell arra, hogy az ammónium-nitrát robbanásveszélyes, ha a hőmérséklet $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ fölé emelkedik, a reakció robbanásba mehet át.

Ismert érzéstelenítővé és altatószerré vált a dietil-éter és a kloroform is. Utánuk kb. 1920 és 1950 között etilént használtak (nyulakon már 1870 körül tapasztalták hatását), majd az 1930-as évektől ciklopropánt. (A propilénben lévő szennyezőanyagot keresték, azt gondolták, az felelős a propilénnel történő anesztéziát követő bizonyos kellemetlen mellékhatásokért.) Az éter, etilén és a ciklopropán alkalmazása robbanásveszélyt jelentett a műtőben. Az etilént és a propilént ma leginkább műanyagok (PE, PP) előállítására használják. A kloroformot sem használják már műtői altatásra máj- és vesekárosító hatása miatt. Emellett valószínűleg rákkeltő is.

Hatékony inhalációs anesztetikumok kifejlesztéséhez fluorozott származékok szintézisére volt szükség. A fluorkémia 1945 után lendült fel, az atomenergia kutatása, az uránizotópok elválasztása során szerzett tapasztalatoknak köszönhetően. Narkotikus hatású illékony folyadékok (zárójelben a klinikai bevezetés évszáma): fluroxén (1951), halotán (1956), enflurán (1966), izoflurán (1971), szevoflurán (1990),

dezflurán (1992). A mai „altatókoktél” többféle szer gondosan adagolt keveréke.

Hasonló polaritás esetén a kisebb moláris tömegű anyagok illékonyabban. Az említett anesztetikumok közül a legkisebb moláris tömegű a fluroxén (126,1 g/mol), forráspontja 42,8 °C. A legnagyobb illékonyaságú a szevoflurán (moláris tömege 200,1 g/mol, forráspontja 58,5 °C). Szerkezetük:



A világ teljes fluortermelésének 70–80%-át urán-hexafluorid (UF_6) gyártására fordítják, ugyanis ennek révén valósítható meg az urándúsítás, vagyis a hasadó izotóp, a ^{235}U részarányának megnövelése a ^{238}U rovására. Az urán-hexafluorid 60 °C környékén szublimál, a keletkező gáz ismételt centrifugálásával oldható meg a $^{235}\text{UF}_6$ és a $^{238}\text{UF}_6$ részleges szétválasztása. A nehezebb izotópot tartalmazó gázmolekulák a henger széléhez préselődnek, így a szélén kivezetett gázban kissé nagyobb a koncentrációjuk, a középen kivezetett gázban pedig a ^{235}U aránya nő meg.

(Horváth Judit)

A 2025/2. számban kitűzött feladatok megoldása

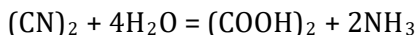
10. idézet: Agatha Christie, sósav és oxálsav

A Gyilkosság Mezopotámiában c. Agatha Christie-regényben az egyik gyilkosság mérgezés útján történik. Ezt valószínűleg savoldat okozta, erre utal a kiömlött folyadék maró íze és a szőnyegen keletkezett piros folt. A szőnyeg valamelyik festéke indikátorhatású lehetett. Elsőre valószínűbb, hogy a véletlennek beállított mérgezést – az áldozat kortyolt a pohárból – oxálsav okozta, nem sósav, mivel az előbbinek nincs szaga (tömény oldatának se). Ugyanakkor egy régészeti expedíción valószínűbb a sósav előfordulása, ami kerámiák tisztítására, meszes lerakódás leoldására, rozsaoldásra használható.

Az oxálsav a vegyszerboltban dihidrát ($\text{Ca}(\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) formájában kapható. Az élő és az élettelen természetben is előfordul. Előbbire

néhány példa: sóska (innét kapta a köznapi nevét: sóska-sav, de a görög 'oksza-lisz' szó is sóskát jelent), spenót, éretlen egres. Egyes szerves ásványok (a szerves ásványok képzik Karl Hugo Strunz berlini mineralógus professzor rendszerében a 9. ásványosztályt) oxalátiont tartalmaznak: ilyen pl. a mellit $(\text{Al}_2\text{C}_6(\text{COO})_6 \cdot 18\text{H}_2\text{O})$ és a whewellit $(\text{Ca}(\text{C}_2\text{O}_4) \cdot \text{H}_2\text{O})$.

Az oxálsavnak komoly történeti jelentősége volt a szerves kémia kialakulásában. Fridrich Wöhler német vegyész 1824-ben állította elő a szervesetlen dicián hidrolízisével, ezzel megdöntve a vis vitalis-elméletet:



Az oxálsav oldatát meginni nem csak azért veszélyes, mert maró. Más káros következményei is lehetnek. Csapadékba viszi a testfolyadékokban oldott Ca^{2+} -ionokat, vagyis lecsökkenti a sejtplazma Ca^{2+} -koncentrációját. Akut mérgezés esetén ez ideg- és izomingerlékenységet, görcsöket, szívizombántalmat, szívmegállást eredményezhet. Kisebb koncentrációban vesekő (fő anyaga szintén kalcium-oxalát) képződésére hajlamosít.

11. idézet: az acetilén

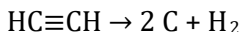
Az acetilén ($\text{HC}\equiv\text{CH}$) molekulája telítetlen, zömmel szénből áll, levegőn nem tökéletes az égése. Lángja emiatt erősen világító, sárga és kormozó. A barlangászok a 2010-es évekig használtak karbidlámpát. (Végképp a hosszabb üzemidejű és nagyobb fényerejű LED-es fejlámpák szorították ki őket.) Víz hozzáadására a karbidlámpa belsejében lévő kalcium-karbidből keletkezett az acetilén:



A kalcium-karbid ipari előállítását Henri Moissan és Thomas Leopold Willson nevéhez fűződik (1894). Az elektromos kemencében, ívfényben, igen magas hőmérsékleten (kb. 2500 °C) lejátszódó reakció egyenlete:



Az acetilén meglehetősen reakcióképes. Emiatt nem forgalmazható hagyományos módon – nagy túlnyomás alatt – gázpalackban, mert felrobban (elemeire bomlik):



Biztonságos tárolását és szállíthatóságát az teszi lehetővé, hogy kitűnően oldódik acetonban. Egy acélpalackot megtöltenek porózus, nagy felületű szilárd anyaggal (pl. kovafölddel), majd ebben acetont itatnak föl. A nagy felületre szétterjedő acetonba könnyen oldódik be és a palack megnyitásával könnyen oldódik ki az acetilén. Ez a disszugáz (a francia 'dissous' szó jelentése: oldott).

A poli(vinil-klorid) monomerjét a vegyiparban 20. század közepén szinte kizárólag acetilénből állították elő. A vinil-kloridot ma eténből gyártják: 1,2-diklóretánná alakítják, ami 500 °C-on hidrogén-klorid-elimináció révén vinil-kloriddá alakul.

Érdekes kérdés, mi az oka az acetilén nagy reakciókészségének. Elsőre azt gondolhatnók, hogy ezt telítetlen jellege, a molekulájában lévő nehezen felszakítható háromszoros kovalens kötés okozza. Ez az indoklás önmagában nem pontos. Ezt könnyen beláthatjuk, ha arra gondolunk, hogy a nitrogénmolekulában ($[N \equiv N]$) szintén háromszoros kovalens kötés van, ami azonban nem szakad fel könnyen. Éppen ezzel szoktuk magyarázni kis reaktivitását. A hármas kötést tehát egyszer a reakcióképesség, másszor a reakcióképtelenség okaként említjük. A látszólagos ellentmondást úgy oldhatjuk föl, ha összehasonlítjuk a nitrogén-nitrogén és szén-szén egyszeres, kétszeres és háromszoros kötésfelszakítási energia-értékeket. Az összehasonlításból az derül ki, hogy a háromszoros kötésben lévő C-atomoknak energetikailag kedvező egyszeres kötésekre „váltaniuk”, a N-atomoknak viszont nem. Ezért a nitrogénmolekula reakcióiban nincs ilyesféle, egyszeres kötés felé vezető, kedvező reakcióút, míg az acetilén esetén van. (Bővebben lásd Zagyi Péter: *Hármas kötés. Középiskolai Kémiai Lapok*, 42. évf. (2015) 1. sz. 1–10.)

A harmadik és negyedik forduló során a következő eredmények születtek:

		7.	8.	9.	10.	11.	Σ
1.	Atomcsoport: Gyenes Flóra, Hajdu Flóra, Nagy Johanna (10.) – Szentendrei Ref. Gimn.	4,5	6	11			21,5
2.	Bátori Eszter (9.) Eötvös József Gimnázium	4	8	12	7,5	6	37,5
3.	Grubits Natália (10.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	4	8	11,5			23,5
4.	Kiss-Husztai Iván (10.) Soproni Széchenyi István Gimnázium	4	8,5	13	12,5	12	50
5.	Nemesi Bence Miklós (9.) Fazekas Mihály Gimnázium, Bp.	4,5	4	14			22,5
6.	Németh Ábel (10.) ELTE Bolyai Gy. Á. I. és Gimn., Szombathely	4,5	6,5	11	13,5	12,5	48
7.	Németh Kolos (10.) ELTE Bolyai Gy. Á. I. és Gimn., Szombathely	4,5	6	11	13,5	10	45
8.	Parma Abigél (9.) Egri Szilágyi Erzsébet Gimn. és Kollégium	4,5	8	11,5	11	10,5	45,5
9.	Sudár Albert (10.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	5	8	11,5			24,5
10.	Tóth Gergő Dániel (10.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	3	7	12			22
11.	Vámi Ármin (11.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	3	9	15	14	12	53