

KERESD A KÉMIÁT!



Szerkesztő: Keglevich Kristóf

Kedves Diákok!

Véget ért a 2023/2024-es tanév *Keresd a kémiát!* versenye. Sajnos a harmadik, de főleg a negyedik fordulóra a legtöbb nevező lendülete elfogyott. A mezőny nyertese a kilencedikes (!) Kiss-Husztai Iván (Soproni Széchenyi István Gimnázium – tanára: dr. Somogyi Ilona Csilla) lett, aki a négy fordulóban összesen 100,5 pontot szerzett. 93 ponttal a második helyet érte el Vámi Ármin (Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár – tanára: Szabó Endre). Mindkettőjüknek gratulálok!

Iván és Ármin jutalma a KÖKÉL egyéves előfizetése.

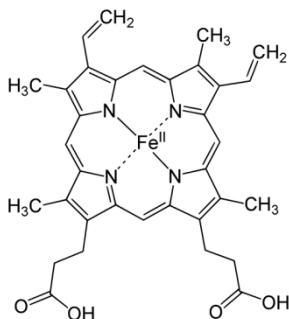
*

A 2024/1. és 2. számban kitűzött feladatok megoldása

7. idézet: Sherlock Holmes, a vér kimutatása és komplexek

Egy reakció érzékenységét vagy nyomszennyezők koncentrációját *ppm* vagy *ppb* egységben szokták megadni. A *ppm* (*parts per million*) jelentése: az egész miliomod (térfogat)része (10^{-6}); míg a *ppb* (*parts per billion*): az egész milliárdod részét (10^{-9}) jelenti. 1,00 dm³-nyi vízben 1 *ppm*-nek 1 mm³ vér térfogatú vércsepp felel meg.

A hemoglobinban vas(II)ion található, amely a porfirinváz közepén „ül”. Ebben 4 darab N-atom tartja kötésben a Fe²⁺-t.



A B12 vitamin és a klorofill is hasonló vázat tartalmaz, de a B12 Co^{2+} -tartalmú, a klorofillban pedig Mg^{2+} van.

A komplexekben a központi fémion és a nitrogénatomok között ún. koordinatív – datív eredetű – kötés alakul ki. Datív kovalens kötésről akkor beszélünk, ha a két atom közötti kötő elektronpár csak az egyik atomból származik. Datív kötést molekula (pl. CO , Al_2Cl_6), kation (pl. H_3O^+ , NH_4^+ , akvakomplexek) és anion (pl. $[\text{AlF}_6]^{3-}$ és $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$) is tartalmazhat.

Ősszel a falevelek színe sárgára változik. A színért pl. különféle xantofillmolekulák (sárga), karotinoidok (narancs) és antociánok (vörös) a felelősek. A zöld klorofill eltűnik a lombhullató fák leveléből. Kevesebb a napfény, a fotoszintézis jelentősége visszaszorul. A klorofill lebomlik, hogy a növény a benne lévő magnéziumot, amely a talajban nem annyira gyakori, hatékonyabban tudja tárolni (a növény gyökérében, szárában). Az emberi szervezetben előforduló sárga epefestéket bilirubinnak nevezzük. Molekulája ugyanúgy négy pirroleegységből áll, mint a hemoglobin hem része, de nem gyűrűs és fémion sincs benne.

A puhatestű állatok „vére” nem piros, hanem kékeszöld. Hemoglobin helyett a hemocianin szállítja benne az oxigént. Ebben egy hisztidinhez kapcsolódó réz(II)ion található. A kötött oxigént tartalmazó (tehát oxidált) alak kékes színű, a redukált szintelen.

Az orto-fenantrolin egy olyan reagens, mely élénkvrös színreakciót ad a vas(II)ionnal. Ily módon alkalmas a hemoglobin, azaz a vér kimutatására. Gyengén savas közegben még éppen észlelhető a színreakció, ha 1 g-nak megfelelő Fe^{2+} (vegyük úgy, hogy ez 1 cm^3 térfogatot jelent) 10⁷ cm^3 vízben van oldva. A Fe^{2+} kimutatási határkoncentrációja tehát 0,1 ppm. A képződő, az analitikában redoxiindikátorként is használatos

vörös komplexet ferroinnak hívjuk. Ha a benne lévő vas vas(III)ionná oxidálódik, kék színt ölt. A ferroinban 3 darab fenantrolinmolekula kapcsolódik 1 darab Fe^{2+} -ionhoz, ami összesen 6 darab N-atommal van kötésben.

(Horváth Judit)

8. feladat: kiralitás és prokiralitás

Az enantiomerek olyan molekulák (tárgyak), melyek egymás tükörképei, de nem hozhatóak egymással fedésbe. Ha a latin ABC nagybetűit vizsgáljuk meg ebből a szempontból, azt látjuk, hogy pl. az A, az I, és az Y betűknek nem, de a B, S, Z karaktereknek létezik enantiomerje. A csavar, a balkezes olló, a golfütő, az ötujjas kesztyű és a csigaház is királis, tükörképükkel (enantiomerjükkel) nem hozhatóak fedésbe.

Az α -D-glükóz és a β -D-glükóz molekulája egymás optikai izomerje, de nem tükörképi párok, így nem enantiomerek (hanem diasztereomerek). Ezzel ellentétben az α -alanin és a β -alanin különböző konstitúciójú molekulák.

A feladatkitűzésben olvasni lehetett a prokiralitásról. A prokiralitás olyan molekula jellemzője, melyben van olyan (szén)atom, ami nem királis, de egy szubsztitúciós vagy addíciós lépéssel királissá tehető, mert a reakció során új kiralitáscentrum jön létre belőle. Ilyen reakció pl. a but-1-én hidrogén-klorid-addíciója, mely során 2-klórbután keletkezik belőle. A 2-klórbután 2. szénatomja kiralitáscentrum.



A glicerín is prokiralis molekula. Ha híg H_2O_2 -oldattal oxidáljuk (BiOCl és Al-Cu-Ni-hidrotalcit katalizátorok jelenlétében), gliceraldehiddé alakul, amely közismerten királis részecske.

9. idézet: a tejsav

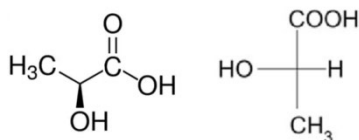
A tejsav szilárd halmazállapotú (olvadáspontja: 53°C), ám igen higroszkópos, elfolyósodik, ezért vegytiszta (szilárd) formában nemigen fordul elő (a foszforsavhoz hasonlóan).

Tejsavas erjedés játszódik le az izomműködés során; ilyenkor anaerob körülmények között egy glükózmolekula két tejsavmolekulává oxidálódik. A tej megsavanyodása során a tej laktóztartalma alakul át tejsavvá;

kovászos uborka készítésekor pedig a kenyér keményítőtartalma fermentálódik és így keletkezik tejsav. (Szintén tejsavas erjedés történik a savanyú káposzta készítése közben, sőt, a szájban megtalálható *Lactobacillus* nevű baktérium is tejsavat állít elő. A tejsav túlzott mennyisége a fogszuvasodás egyik lehetséges oka.)

A tejsav régi neve α -hidroxipropánsav. A névben szereplő ' α ' betű a fő funkciós csoport melletti szénatomot jelenti. Modern tudományos neve 2-hidroxipropánsav.

A tejsavmolekula α -szénatomjához négy különböző ligandum kapcsolódik, a részecske királis. Két optikai izomerje létezik (egy enantiomer-pár). Biológiai folyamatok során a piroszőlőssavból csak L-(+)-tejsav (másként (S)-tejsav) keletkezik.



Mivel az akirális piroszőlőssav ($\text{CH}_3\text{-CO-COOH}$) hidrogénezése tejsavat eredményez, a piroszőlőssav prokirális molekula.

A tejsavból származtatható polimert, a politejsavat (PLA) növényi keményítőből (pl. kukorica, cukornád feldolgozása során keletkező hulladék) kiindulva állítják elő. A keményítőt hidrolizálják, majd a képződő glükózt biológiai úton, szelektíven tejsavvá erjesztik. A tejsavból 200 °C körüli hőmérsékleten kénsav és különféle fémvegyületek jelenlétében képződik a politejsav. A kénsav szerepe a folyamatban: protonál, azonkívül vízelvonó katalizátor. A reakció típusa kondenzáció (polikondenzáció) vagy észterezés. Az észtercsoport két különböző tejsavmolekula hidroxilcsoportjából és karboxilcsoportjából képződik.

A PLA használata biológiailag lebomló volta miatt került előtérbe. Pl. ételcsomagoló-anyag, eldobható evőeszköz vagy pohár, felszívódó varratfonál készül belőle.

Kiss-Husztai Iván és Vámi Ármin megoldása is szép volt, helyenként sokkal gazdagabb, mint a megoldókulcs.

(Keglevich Kristóf)

10. idézet: hidrogén, metán, felhajtóerő és léghajó

a) 1000 kg tömeg súlya $1000 \cdot g$ N ($g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$).

1 m^3 gáz anyagsűrűsége: $n = p \cdot V / (R \cdot T) = 10^5 \text{ Pa} \cdot 1 \text{ m}^3 / (8,314 \text{ m}^3 \cdot \text{Pa} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}) = 40,36 \text{ mol}$.

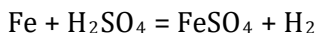
1 mol anyag tömege H_2 esetén $0,0020 \text{ kg}$, CH_4 esetén $0,0160 \text{ kg}$, levegő esetén $0,21 \cdot 0,032 + 0,79 \cdot 0,028 = 0,0288 \text{ kg}$.

Ezek szerint 1 m^3 H_2 emelőereje levegőben $0,0288 \cdot g - 0,0020 \cdot g = 0,0268 \cdot g$ N, tehát 1 m^3 H_2 emelőereje $40,36 \cdot 0,0268 \cdot g \text{ N} = 1,08 \cdot g \text{ N}$. Ez azt jelenti, hogy 1000 kg tömeg felemeléséhez $V = 1000 \cdot g \text{ N} / (1,08 \cdot g \text{ N} \cdot \text{m}^{-3}) = 925 \text{ m}^3$ hidrogénnel töltött ballon kell. Ez nagyjából egy $12,1 \text{ m}$ átmérőjű gömb térfogata, ami egy reális léghajó-ballon nagyságnak felel meg.

b) A CH_4 emelőereje levegőben $0,0288 \cdot g - 0,0160 \cdot g = 0,0128 \cdot g \text{ N} / \text{mol}$, tehát 1000 kg tömeg felemeléséhez $V = 1000 / (40,36 \cdot 0,0128) = 1936 \text{ m}^3$ metánnal töltött ballon kell. Ez is megfelel egy léghajó-ballon nagyságnak ($15,5 \text{ m}$ átmérőjű gömb).

c) Ha a gáz hőmérséklete $-20^\circ \text{C} = 253 \text{ K}$, akkor 1 m^3 gáz $47,5 \text{ mol}$, tehát $298/253 = 1,178$ -szor nagyobb anyagsűrűségű. A mólonkénti emelőerő ugyanakkora, emiatt -20°C -on $1,178$ -szor kisebb ballonnal van elegendő szükség, vagyis 785 m^3 -re hidrogén és 1644 m^3 -re metán alkalmazása esetén.

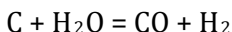
d) A hidrogén fejlesztésének sztöchiometriai egyenlete:



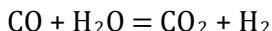
A 925 m^3 -es ballont $n = 925 \text{ m}^3 \cdot 40,36 \text{ mol/m}^3 = 3,73 \cdot 10^4 \text{ mol}$ H_2 tölti meg, ami $3,73 \cdot 10^4 \cdot 0,0558 \text{ kg} = 2083 \text{ kg}$ vasat és $3,73 \cdot 10^4 \cdot 0,098 / 0,98 \text{ kg} = 3731 \text{ kg}$ kénsavat jelent. Ez együttesen messze több, mint a léghajó 1000 kg -nyi tömege, tehát Mr. Scoresby nem tudja magával vinni a hidrogén fejlesztéséhez szükséges anyagokat.

e) Az a) térfogatszámításban a nehézségi gyorsulás értéke nem számít, mert a kisebb nehézkedés egyszerre csökkenti a súlyt és a felhajtóerőt.

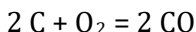
f) A vízgáz (egyéb nevei: széngáz, városi gáz, világítógáz, szintézisgáz) H_2 és CO elegye, CO_2 és H_2O tartalommal. Készítéskor egy kazánban begyűjtötták a kokszt és amikor az már izzott, vízgőzt vezettek be. Ekkor a



reakció játszódik le. A keletkező CO egy része feleslegben levő vízgőz hatására tovább alakulhat a



reakcióban (vízgázreakció). Az első reakció erősen endoterm és a kazán hőmérséklete gyorsan csökken. Ennek elkerülésére vagy felváltva adagolnak levegőt és vízgőzt az izzó kokszkazánba, vagy a vízgőzhez kevés levegőt is adnak. Az utóbbi esetben a



exoterm reakció is lejátszódik, ami fenntartja a kokszkazán magas hőmérsékletét. Mr. Scoresby-nek arra kell törekednie, hogy az előállított vízgázban kevés CO és CO₂ legyen, hiszen a CO moláris tömege csaknem azonos a levegőével, a CO₂ pedig nagyobb sűrűségű. Ha csak vízgőzt használ és nem ad hozzá levegőt, akkor nagyjából H₂ : CO = 1 : 1 elegyet kap, aminek az átlagos moláris tömege ($M = 15 \text{ g/mol}$) csaknem azonos a metánéval ($M = 16 \text{ g/mol}$).

A feladatra mindössze ketten küldtek megoldást. Kiss-Husztai Iván megoldása majdnem hibátlan lett.

(Turányi Tamás)