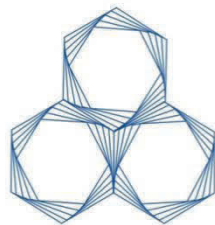


Középiskolai Kémiai Lapok



XLVII.

2020/3.



A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap, az Emberi Erőforrások Minisztériuma, a Nemzeti Tehetség Program és a Magyar Tudományos Akadémia támogatja.

Középiskolai Kémiai Lapok

A Magyar Kémikusok Egyesülete
Kémia tanári Szakosztályának folyóirata

2020. május	XLVII. évfolyam	3. szám
-------------	-----------------	---------

Alapító: Dr. Várnai György

Főszerkesztő: Zagyai Péter

A szerkesztőbizottság:

Elnöke: Dr. Magyarfalvi Gábor

Tagok: Dr. Borbás Réka, Dr. Horváth Judit, Dr. Ósz Katalin,
Tóth Edina, Dr. Tóth Zoltán, Dr. Varga Szilárd, Zagyai Péter

Szerkesztőség:	Magyar Kémikusok Egyesülete, 1015 Budapest Hattyú u. 16. E-mail: kokel@mke.org.hu 06-1-201-6883
-----------------------	---

Kiadja: Magyar Kémikusok Egyesülete

Felelős kiadó: Androsits Beáta

Terjeszti: Magyar Kémikusok Egyesülete

Előfizethető: postai utalványon a Magyar Kémikusok Egyesülete,
1015 Budapest Hattyú u. 16. II. 8. címre vagy átutalással a CIB
Bank Zrt. 10700024-24764207-51100005 pénzforgalmi
jelzőszámmon „MKE9068” megjelöléssel.

Készült: Europrinting Kft.

Megjelenik évente ötször.

Előfizetési díj a 2020. évre: 4000 Ft, mely összeg magában foglalja az áfát.

A Magyar Kémikusok Egyesülete tagjai számára kedvezményes előfizetési
díj: 3000 Ft.

ISSN 0139-3715 (nyomtatott)

ISSN 2498-5198 (online)

<http://www.kokel.mke.org.hu>

A lapot az MTA MTMT indexeli és a REAL archiválja, továbbá az Országos
Széchényi Könyvtár (OSZK) Elektronikus Periodika Adatbázisa és Archivuma
(EPA) archiválja.

A címlapfotó Győző Máté (Árpád-házi Szent Erzsébet
Gimnázium, Óvoda és Általános Iskola, Esztergom) munkája.

A kiadó számára minden jog fenntartva. Jelen kiadványt, illetve annak részleteit
tilos reprodukálni, adatrendszerben tárolni, bármely formában vagy eszközzel
– elektronikus, fényképeszeti úton vagy módon – a kiadó engedélye nélkül
közölni.

Emlékezés Boksay Zoltánra



Boksay Zoltán, az ELTE nyugdíjas professzora, a magyar középiskolai és egyetemi kémiaoktatás legendás alakja életének 93. évében, május 19-én elhunyt.

A hazai természettudományos oktatás utóbbi 50 évének nemzetközileg is irigyelt látványos sikerei mögött többszörösen is az ő kedves, szerény alakja állt. Vezető szerepet vállalt a középiskolai kémiaoktatás módszertani megalapozásában. Generációkat vezetett be a kémia tudományába a hatalmas gonddal megírt 8 (!) középiskolai tankönyve és egyetemi jegyzetei, melyek előremutató szemléletük, nyelvi gondosságuk révén kiállták az idők próbáját. Boksay tanár úr 50 éven keresztül oktatott az ELTE-n, nemcsak a mai kémiatanárok, vegyészek, fizikusok, de gyakran azok szülei is sok szeretettel emlékeznek vissza könnyen érthető, világos, barátságos hangulatú előadásaira. Évtizedeken át volt elnöke az OKTV kémiai bizottságának, megszámlálhatatlan feladata ma is sok diákot segít a száraz tananyag probléma-vezérelt feldolgozásában.

Vegyészek, kémiatanárok, gyakran érezhettük úgy, hogy barátként kísér minket pályánkon. Az ő tankönyveiből tanultuk az alapokat (és tanáraink az ő könyveiben keresték a választ, ha fogós kérdést tettünk föl), ő köszöntötte az OKTV döntő résztvevőit, ő mutatta meg a várost

az elsős vegyészhallgatóknak, és az ő tárgya vezette be a későbbi, specializált szakterületi előadásokat, ő elnökölte a záróvizsgát, később tanártovábbképzések és konferenciák résztvevőjeként futottunk össze.

Szeretett tanítani. Ahhoz a régi iskolához tartozott, ahol az igényesség, pontosság és barátságosság egyszerre volt jellemző. A kristálytan szemléltetésére csodálatos modelleket készített sokezer pingponglabda felhasználásával. Volt egy, amelyikben egy madzag meghúzásával a rendezetlen vízmolekulák kristályrácsba rendeződtek (megfagytak), és látványosan megnőtt a modell mérete, ahogy a megfagyó víz is kitágul. Hányszor hallottam azóta módszertani beszélgetések során, hogy ez mennyivel szemléletesebb, érthetőbb, didaktikusabb volt, mint napjaink csillogó 3D animációi!

Lengyel professzor mellett kezdte tudományos pályáját: üvegekémiával foglalkozott. Eredményei sokat segítettek a pH-mérők üveg-elektrodjainak fejlesztésében, és működésük megértésében.

Személyében egy legendás professzorgeneráció kiemelkedő tagját veszítettük el. Számos kitüntetése és elismerése sem tudja méltón kifejezni a hosszú élet munkájának hihetetlen értékét, mely még sokáig velünk marad. Feladatai, könyvei, tanítványai (és azok tanítványai) további generációkat indítanak el a kémia megismerésének útján.

Sokan tartozunk neki köszönettel kollégaként, barátként, de mindenekelőtt tanítványként.

Kóczán György

SUFNILABOR



Kóczán György

Sufnivegyész-dekameron: filozofikus különkiadás, az élet értelme és a bársonyos nyáresték misztikus titkai (pajzán mellékszálakkal)

Az Isten Fia üdvösséges Megtestesülésének kétezer huszadik esztendejét írták, midőn jeles Firenze városának pusztulását követően Magyarhonban is kitört a járvány. Ki imádságba, ki maszkok mögé, ki illatos fűszerek füstjébe menekült, némelyek akképpen vélekedtek, hogy bezárkózzván házaikba megmenekedhetnek, mások csak kacagtak és csúfolódtak emezeken, és duhaj dőzsölésben kerestek orvosságot az szörnyű baj ellen.

Boccaccio mester is megmondotta egykoron, hogy a történetmesélés a legjobb időtöltés járvány idején. Míg az ostáblában vagy sakkjátékban mindig lesz szomorú vesztes, egy jó történet hallgatójának örömenél csak az elbeszélő nagyobb.¹

Most, hogy a nagy járvány – miként anno Boccaccio mestert – szembesített mindannyiunkat mulandóságunkkal, érdemes talán átgondolni, hogy miért is csináljuk ezt az egészet. Miért tanulunk, kísérletezünk, miért porosodunk szakkönyvek (vagy éppen a youtube) fölé görnyedve ahelyett, hogy élveznénk rövid életünket?

Plauzibilis válasz volna, hogy „robbantani akarunk”, és persze van is benne némi igazság, de egy sufnivegyész szakmai tevékenységének általában kis részét teszi ki életveszélyes anyagok kotyvasztása.

¹ L.P. kiadatlan levelei. 2020.04.

Valahogy idővel mindenki belefut egy olyan problémába, aminek megoldására hatalmas energiát fordít, pedig nem robban, nem menő, és még hencegni se nagyon lehet vele. A kutató² nem a látvány, a haszon, a többiek megbecsülése, vagy a rivaldafény motiválja, hanem a felfedezés öröme. Nem számít, hogy apró vagy nagy jelentőségű dologról van-e szó, nem számít, hogy hasznos-e az ismeret. A lényeg a felfedezés öröme: a pillanat, amikor a világmindenség egy kis morzsája érthetővé válik számunkra. Ezt „kifelé” nagyon nehéz elmagyarázni. Azt a pillanatot, amikor valami hirtelen „bevillan”, minden részlet a helyére kerül. Ilyenkor az ember joggal érzi, hogy egy pillanatra ő a világ közepe, hogy minden körülötte forog.

A vészterhes időkben milyen mese lenne méltóbb rovatunkhoz, mint az én „nagy felfedésem” története?

Öreganyám még a XX. század legelején született. Gyerekkorát Darányban, egy Barcs melletti kis faluban töltötte. Ekkor Somogy megyét szinte összefüggő, hatalmas erdőség borította, amely a Drávától a Balatonig ért. Hatalmas fák alkotta, sötét rengeteg volt, ahol (nyilván) valódi zsványok tanyáztak. Ennek a tájnak talán legvadabb és legszebb részét alkotta a darányi (ős)borókás, egy nedves, mocsaras vegyes erdő borókákkal, fenyőkkel, tavacsákkal, pillangókkal és rengeteg selymes mohaszőnyeggel, zuzmóval és gombával.

Tejfelesszájú sufnivegyész koromban nagyanyám rengeteget mesélt arról, hogy gyerekként milyen kalandjai voltak ebben a rengetegben. Milyen gyönyörű virágos rétek voltak, hogyan kergették meg a szarvasok, és hogyan menekült a lidércfény (helyi neve „lúdvérc” volt) elől. A virágos mezők kevésbé érdekelték, de a lidércfénytől teljesen bepörögtem. Hihetetlenül lelkesítettek a sötét erdőben lobogó lángok. Mindent tudni akartam a dologról.

Persze ekkor már ismertem az iskolából/könyvekből, hogy semmi túlvilági nincs a jelenségben: sem erőszakkal elhalt ember sírját, sem

² „Kutató” alatt nem szakmát értek, hanem életszemléletet. Kutató az az ember, aki a problémákat kihívásnak, megoldandó feladatnak látja, és örömet leli – akár nem túl nagy horderejű – kérdések megválaszolásában.

boszorkánytánc helyét nem jelzi³ – egyszerűen a mocsarakban a bomlás során keletkező metán öngyulladása történik.

Csakhogy – mint egy jó horrorban –, ahogy elkezdtem utánakérdezni a dolognak, egyre több ellentmondást találtam:

1) **A metán sokkal könnyebb, mint a levegő**, vagyis a fejlődése során „felszáll”, és nem fog összegyűlni a felszín közelében. Próbáljuk ki: nyissuk meg egy pillanatra a gázcsapot (a vezetékes (föld)gáz lényegében metán, pár százalék egyéb szénhidrogénnel, CO₂-vel és nitrogénnel), majd egyből zárjuk el. Várjunk pár másodpercet, és próbáljuk meggyújtani a kiszabadult gázt. Nem fog sikerülni: a gáz „elillant”, elkeveredett a levegővel. Ismételjük meg a kísérletet úgy, hogy egy öngyújtóból egy kevés töltőgázt (ami zömmel bután) kiengedünk, például egy májkrémes dobozba. Ez a „gázpocsolya” még akár egy perc múlva is begyűjthető (szép látvány, de ne gyűjtsuk fel a lakást – lavórral ne próbáljuk ki!), hisz nehezebb a levegőnél, csak lassan, diffúzióval tud az edényből távozni. Csakhogy a bomlás során alig keletkeznek hosszabb láncú szénhidrogének, a termék elsősorban metán.⁴

³ A lúdvércekkel kapcsolatos izgalmas népi hiedelmeknek nemcsak a Néprajzi Lexikonban érdemes utánanézni. Egy érdekes forrásmunka Gaura Ágnes *Lidércnyomás* című, fantasy regénye (Delta Vision Kiadó, 2013, 307-9., 327., 329. o.)

⁴ Ez a magyarázata annak, hogy a lakossági gáz miért nem tartalmaz „nehezebb” szénhidrogéneket: propánt és butánt. Ezeket a komponenseket nem kis munkával elválasztják a földgáztól, mielőtt azt a gázhálózatba engednék. Volt a világban pár város, ahol propánt használtak hálózati gázként, csakhogy a propánszivárgás sokkal veszélyesebb, mint a metáné. Néhány szörnyű robbanás után lehetőség szerint mindenhol átálltak metánra. A szivárgás során kiszabaduló metán ugyanis felszáll, és elkeveredik a levegővel, majd a természetes szellőzés révén elhagyja az épületet, és a hozzákevert gázszag-komponens (tetrahydro-tiofén, ami nemcsak büdös, de olyan spéci anyag, hogy az ember nem szokja meg a szagát) miatt időben észre is vesszük a szivárgást. Az elszabaduló propán (főleg ha például a pincében van a szivárgás) összegyűlik úgy, hogy észre sem vesszük, és így nagy mennyiségek tudnak egyszerre berobbanni (és lerombolni akár lakókkal teli, teljes épületeket). A mechanizmus ugyanaz, mint a konzervdobozba kitöltött

2) **A lúdvérc „lebeg”.** Nem a föld felszínén, hanem 1-2 méterrel fölötte jelenik meg, és hosszan, percekig látható. Ha kiáramló gáz égne, az elérne a földig.

3) **A tiszta metán mindig sárga lánggal ég.** Láttuk korábban, amikor a színes lángokkal foglalkoztunk: az égés hőmérsékletén a metán hőbomlást szenved, és ekkor korom képződik, a sárga színért pedig a kis koromszemcsék izzása a felelős. Ezt ki is próbálhatjuk: gyűjtsünk meg egy Bunsen-égőt (vagy disznópörzsözlőt). Ha a metánhoz (propán-bután elegyhez) nem keverünk megfelelő mennyiségű levegőt, a láng forró, sárga, jellegzetes, „tábortűz-lángra” emlékeztető. Ha viszont elegendő levegőt keverünk hozzá, és úgy gyújtjuk meg, akkor felrobban (ehhez 5-15 térfogatszázalék közötti mennyiséget kell a levegőnek tartalmaznia). A Bunsen-égő (vagy a gáztűzhely) ezt a robbanást szelídíti meg azzal, hogy folyamatosan csak egy kevés, megfelelő arányú gázkeveréket készít.

Gyerekkoromban megszállottként zaklattam szegény rokonaimat. A családi borozásokon nem volt nyugtuk tőlem,⁵ mindenkinek keresztkérdéseket tettem fel a „lúdvérccel” kapcsolatban. Volt sok ellentmondás, de pár dologban mindenki egyértelműen ugyanazt mondta: egyrészt a jelenség nem pillanatszerű, hanem hosszú percekig megfigyelhető (tehát nem robbanás), valamint nagyon gyenge fényerejű, és biztos, hogy nem sárga. A színét nem igazán tudták meghatározni, halvány lebegő foltként írták le (és ez nem igazán hasonlít a korábban emlegetett⁶, jég alól feltörő metán-lángoszlopra sem).

4) **A metán gyulladási hőmérséklete 600 °C körül van.** Ennél alacsonyabb hőmérsékleten nem gyullad meg. A vegyületcsalád (paraffin) is innen kapta a nevét: nehezen vegyülő. Mi lehet egy erdőben/mocsárban olyan forró, hogy begyújtsa a metánt?

butángáz esetén. Tehát ezért nagyon fontos, hogy „pébé” palackot sose tároljunk pincében!

⁵ Valójában a vén rokonok élvezik az ilyen zaklatást, csináljátok nyugodtan ti is. Vége-hossza nem volt a fiatalkori vicces-pajzán adomáknak (na, vajon mit kerestek nyáréjjeleken az erdőben?). Ilyen egy jó fabula: rengeteg másik mesét is szül.

⁶ [KÖKÉL 2019/1.](#)

Később ezzel kapcsolatban elterjedt egy olyan elképzelés, hogy a mocsárbéli bomlás során foszfin, difoszfin, esetleg szerves foszforhidrogének is fejlődnek, amelyek öngyulladó tulajdonságúak is lehetnek,⁷ és ez esetleg begyűjthatja a metánt. Vajon mennyi foszfin fejlődik egy mocsárban? Szerencsére ezek a veszélyes anyagok nagyon erős, kellemetlen szaggal rendelkeznek,⁸ így már nagyon kis koncentrációban is jól detektálhatóak. Gyerekként a lidércfényüldözés miatt mocsármegszállottá váltam: a legkisebb tocsogóktól a nagy posványokig mániákusan kerestem a foszfin (valójában difoszfán) jellegzetes szagát. Hiába⁹. Egy önreflexív képzavarral élve: kezdett bűzleni az elmélet.

5) **A metán égési hőmérséklete 1000-1200 °C.** A mocsárban mindig van száraz levél, nád, hasonlók. Ha itt metánlángok lobognának, annak csak lenne következménye. Mégse fordul elő gyakran, hogy mocsarak leégnének. Sőt, égett foltokat sem látunk (pedig rengeteget kerestem ilyesmit mocsár-problémás koromban). Ráadásul szegény, sokat zaklatott rokonaim sem tudtak ilyesmiről.

6) **A lúdvérc szezonális dolog.** Mindenki egyetértett abban, hogy lidércfényt csak nyár elején lehet látni, tavasszal vagy ősszel nem. Pedig mocsárfanatikusként jól tudtam, hogy a mocsarak tavasszal a legaktívabbak/legbüdösebbek. A télen elhalt csuszpájz lebomlása a felmelegedéssel elszaporodó mikroorganizmusokkal indul.

Eljött hát az ideje, hogy kísérletekkel keressek megoldást a nehéz kérdésre. Szerencsére gyerekként nyaraimat nagyszüleim Balaton-

⁷ A tiszta foszfin (PH₃) nem öngyulladó, de gyakran tartalmaz difoszfánt (régen difoszfinnak hívták, P₂H₄), ami már piroforos.

⁸ A nagyon tiszta foszfin szagtalan.

⁹ Nem én vagyok az egyetlen ilyen fura gyerek. Kínai kutatók nemrég megmérték a mocsarak foszfintermelésének mértékét (ez nagyon fontos kérdés a foszforkörforgás szempontjából). A kínai mocsarak PH₃ termelése 100 ng/m²·h érték alatt maradt (Han, C., Geng, J., Hong, Y., Zhang, R., Gu, X., Wang, X., Gao, S., Glindemann, D.: Free atmospheric phosphine concentrations and fluxes in different wetland ecosystems, China. *Environmental Pollution* **159**(2) (2011) 630-635). Ez a nagyon kis érték aligha magyarázza a metán öngyulladását (és persze kiszagolni sem lehet), bár a körülmények szerencsés összjátéka esetén esetleg nagyobb buborékban felgyűlhet, ami hirtelen kiszabadulva okozhat izgalmas tűzijátékot.

parti házában tölthettem. Vödörszám cipeltem haza a bűdös iszapot-mocsaras undormányt a nádasból, és mindenféle befőttesüvegekkel próbáltam a fejlődő gázokat összegyűjteni. Ma már könnyebb dolgunk van, ha mocsárgáz vizsgálatára adnánk a fejünket. Vágjunk félbe egy 2 literes üdítő PET-palackot. A kupakos végére csavarjuk rá a kupakot, töltjük meg vízzel, és egy gyors mozdulattal fordítsuk felfelé egy vízzel telt tálban, vagy vödörben. Így a palackból készült tölcseért teljes egészében víz tölti ki. Tegyük a tál aljába némi rothadó dzsuvát, amit egy mocsárból nyertünk. Hamarosan látni fogjuk, hogy a szerves anyagból kis buborékok szállnak fel, amit a palack összegyűjt. Pár nap alatt megtelik a palack gázzal. Ekkor emeljük ki addig, hogy a kupakja a víz felszínével egy vonalba kerüljön. Kérjük egy injekciós tűt narkós cimboránktól! (Vagy vegyünk egyet a patikában, de ne csodálkozzunk, ha narkósnak néznek. Ha elmondod, hogy mocsárgáz-kísérlethez kell, azzal nem segítesz magadon.) A tűvel szűrjük át a kupakot. A gázt a víz nyomása szép egyenletes ütemben kifújja a tűn. Ellenőrizzük, hogy öngyullad-e (nem). Próbáljuk meggyújtani, figyeljük meg az égés sajátosságait. Meglepő módon a gázt gyakran nem, vagy csak nehezen tudjuk meggyújtani. Nem ritka, hogy a láng magától kialszik. A mocsárgáz a metánon kívül sok nitrogént, és CO₂-t is tartalmaz. Ezek az inert gázok (azzal, hogy felveszik az égés során keletkező hőt, azaz hűtik a lángot) megnehezítik a metán égését.

Ha csökkentjük a bomlást okozó mikroorganizmusok számára hozzáférhető oxigén mennyiségét (például úgy, hogy a vödörben a víz tetejére egy kis étolajat öntünk, ami meggátolja az oxigén beoldódását), akkor csökken a mocsárgáz CO₂-tartalma, és könnyebb lesz a metánt meggyújtani¹⁰.

Nem meglepő, hogy a mocsárgáz igencsak bűdös: határozottan tojás-szaga van, amit a gáz H₂S-tartalma okoz. Ezt könnyen ki is tudjuk mutatni, ha a gázt ecetsavas Pb-acetát, vagy CuSO₄-oldatba buborékoltatjuk, vagy AgNO₃-oldattal átítatott szűrőpapírra irányítjuk: a megjelenő barna/fekete szulfidcsapadék igazolja a gáz H₂S-tartalmát. Gyermekeded dolognak tűnt a mocsárgáz analízise iránti lelkesedésem (sokak szerint ennél komolyabb volt a probléma), pedig a kérdés a

¹⁰ Az oxigénhiányos állapot miatt képződnek a befagyott tavak jége alatt megfigyelhető metánbuborékok.

tudomány számára is nagyon fontos. A légköri metán legnagyobb része ugyanis mocsaras területekről jut a légkörbe (évi 170 Tg [teragramm], azaz 170 millió tonna), a tehenek emésztőrendszere csak a második legnagyobb forrás. A metán ráadásul az egyik fő felelőse az üvegházhatásnak. Nem véletlen, hogy hatalmas munkát és rengeteg pénzt ölnek napjainkban a mocsarakban zajló kémiai folyamatok megértésére – és gyűjtik a mocsárgázt a pillepalackok modern megfelelőjével.¹¹

Bár a nyaraló környékét dögletes bűz lepte be, sajnos nem kerültem közelebb a megoldáshoz (a szomszédok pofonjaihoz annál inkább). Ekkor szerencsére megjelent nagybátyám, aki partnernek bizonyult a tudományos érdeklődésemben. Azt vetette fel, hogy a néphit szerint a lúdvérc mindig eltemetett halottak felett jelenik meg, így érdemes volna nem növényi rohasztmányok fölötti gázokat vizsgálni, hanem rohadó dögök kipárolgását analizálni – annál is inkább, mert állította, hogy létezik olyan romlott hús, ami sötétben világít. A kísérleteim itt sajnos félbeszakadtak: egyrészt nem volt jó ötlet egy izmos hentesnél romlott hús után érdeklődni,¹² másrészt a szomszédok is megelégtéltek a dögszag-kémiai vizsgálódásaim auráját. A rothadó húsokat le kellett húznom a WC-n, és – elterelendő a figyelmemet –, kikérdezték a kötelező nyári olvasmányokat.

Pedig nagybátyám jó úton járt: a húsok néha tényleg világítanak.¹³ Egy romlófélben lévő húson sokféle baktérium meg tud nőni, és vannak köztük olyanok, amelyek sötétben fényt bocsátanak ki.

A kísérleteim zsákutcába jutásával a zavaró ellentmondások még nem szűntek meg:

7) A lidércfényt nem mocsarakban látták, hanem legtöbbször a falu szélén, bokros útszéleken, erdőszéleken. Ezt magyarázhatta az, hogy normális ember éjszaka nem csatangol a lápon, de többen állították,

¹¹ Swain, F. M.: Composition of marsh gases in the central and eastern United States. *Applied Geochemistry*, **1**(2), (1986), 301–305.

¹² futni kellett

¹³ www.szeretlekmagyarorszag.hu/ikreny-csirke-vilagit-sotet/: jellemző, hogy a cikk keveri a fluoreszkál és foszforeszkál kifejezéseket. Ez a csirke egyiket sem csinálta, hanem biolumineszkált. A jelenségért a *Pseudomonas* baktériumok bizonyos képviselőit szokták felelőssé tenni a hatóságok, pedig ezek leginkább csak UV fény hatására világítanak, önmaguktól nem.

hogy rendszeresen jártak mocsaras helyen, és mégsem láttak lúdvércet. Azt is többen mondták, hogy vannak „kedvenc helyei”, ahol gyakran látható. Ki gondolná, hogy a metán ilyen lokálpatrióta?

8) Sok évvel később, mikor az internetnek köszönhetően „kinyílt a világ”, meglepetéssel jöttem rá, hogy a **lidércfény igazi kelet-európai jelenség**. Ilyen fajta huncut tűztűnemény nincs az angoloknál, nincs is igazán jó szavuk rá (*will-o'-the-wisp*, de ez nem igazán közhasználatú szó), a jelenséget a babonák közé sorolják. Az ilyen, viszonylag szűk elterjedés aligha magyarázható egy egyszerű kémiai reakcióval. A metán az angoloknál talán nem ég?

9) Az is érdekes, hogy a **lúdvérc napjainkra eltűnt**. 100 éve még mindenki rendszeresen látta a nyári estéken, általános beszédtéma volt. Ma – hiába van mindenki zsebében fényképezőgép, és hiába szerepel szinte bármi a közösségi médiában – lidércfényről nem hallani. Persze, hogy ma már kevés a sötét faluvégi susnyás és autón járunk, nem ökrös szekéren, de azért langyos nyári estéken máig vannak, akik az ilyen helyeket keresik...

Eddig jutottam a lidércfény hajszolásával gyerekként.

Múlt az idő, és továtűntek a kisdíák dologtalan nyarai. Egyetemistaként már másfajta kalandokat kerestem.

Történt egyszer, hogy egy vidámnak induló zempléni éjszakai túránkat elmosta az eső. Bevackoltunk egy fiatal erdőbe, és mivel tüzet rakni reménytelen lett volna, bebújtunk a hálósájkjainkba, majd lekapcsoltuk a zseblámpákat. Woá! Kiderült, hogy az egész erdő ragyog. Minden világított: az avar, a rothadó faágak, még a fák kérge is. Ha felrúgtuk az avart, mint a tűzijáték, felragyogott. Ha eltörtünk egy faágot, akkor szanaszét repültek a világító darabkák. A jelenségről már hallottunk: angolul „foxfire”¹⁴ névre hallgat, és a korhadó faanyag elszaporodó gombák okozzák. A fény egy oxidációs folyamatban termelődik. Mivel a rothadó anyagban kevés az oxigén (láttuk az iszap esetén: zömmel CO₂ van jelen) a fény gyenge. De ha megbolygatjuk az anyagot, akkor hirtelen sok oxigénhez jut, így a fény is nagyon intenzívvé válik. A jelenség ritka, hisz számos környezeti hatásnak kell érvényesülnie ahhoz, hogy a világító gombák elszaporodjanak.

¹⁴ pont fordítva, mint a böngésző

Egy éjszakán keresztül dobáltuk egymást avarral és „fénykardoztunk”. És azóta se láttunk ilyet, és nem is igazán hittek nekünk, pedig nem (alig) ittunk.

Egy másik, talán közismertebb jelenség a tengerpartok ragyogása. Sajnos a parti fények miatt a jelenség a modern plázsokon szinte sose látható. Ifjúként volt egy nyári kalandom Albániában, ahol akkoriban csak kecskesajt, füge, és Szkanderbég-konyak volt kapható (egy 25 éves szervezetnek sok minden más nem is kell ahhoz, hogy jól érezze magát). Nem volt fényszennyezés, mert nem igazán volt áram. És a Jón-tenger partján nem volt semmi és senki, csak római romok. Feküdtünk a homokon, ittuk a szkanderbéget, és nem győztünk betelni az esti tenger látványával: a part menti pár száz méteren, ahol a hullámok felkavarták a vizet az egész tenger erősen világított. A sötét tengerből kiemelkedő lányok csupasz testét övező fényglóriájában is jól tanulmányozható¹⁵ jelenséget a világító planktonok nyári elszaporodása okozza. Ott, ahol a parti sávban különösen sokat kavarog a víz, magas lesz az oldott oxigén koncentrációja, gyorsul az oxidáció, így a fény is különösen erős. Ezért ragyog a vízből kilépő fürdőző is: a testére tapadt planktonok hirtelen rengeteg oxigénnel találkoznak.

Halad az idő kereke: lassan elmúlt a vad gyerekkor, az idős rokonok jobblétre szenderültek, és engem a napi gyógyszerkutatói gondok emésztettek, a lúdvércre már régen nem is gondoltam.

Történt egyszer, hogy Szent Iván-éji erdei piknikezést szerveztünk. Én előrementem, behűtöttem az italokat, melegítettem a kolbászokat, barátaimat pedig elmosta az eső, és – mivel már ők is benne jártak a korban – otthon maradtak a sebeiket nyalogatni. Ültem egyedül a Pilis egy kies ligetén, és néztem, ahogy a nap lassan lenyugszik. Neszezték a borzok, hallgattam a lappantyúk hátborzoló énekét, a sünök is csinálták, amit ilyentájt csinálni szoktak.¹⁶ Elteltem a Szent Iván-éj

¹⁵ Ne felejtjük el a Boccaccio-i hagyományt: a történetekbe okvetlenül bele kell csempészni egy kis pajzán erotikát. Ha már egyszer 25 éves emberek éjszakai fürdőzéséről beszélünk.

¹⁶ Ismét a szexről van szó. A reneszánsz középkori kultúrát kifaragó hagyománya miatt meg kell említenem, hogy Arisztotelész szerint a sünök hassal egymás felé fordulva párzanak, ahogy ezt amúgy a középkor vallásos dogmatikája is egyedüli üdvözítő módként megjelöli. Jól példázza a filozófia

pogány romantikájának érzésével, élveztem a buja, balzsamos nyáréj zajait és illatait.

És akkor úgy 100 méternyire megjelent a lúdvérc. Az erdő szélénél lebegett. 50×100 cm-es, elmosódó halvány folt volt, hol szélesebb, hol magasabb.

Nem kellett közelebb mennem. Ebben a pillanatban az összes, eddig leírt történet azonnal összeállt. Minden apró részlet a helyére ugrott. Nagymamám meséi, a rokonok adomái, a bűzös balatoni kísérletek, a rohadó hús, a világító erdő és az albániai élmények. És tudtam, hogy mi a lúdvérc, közelebbi vizsgálat nélkül is.

Talán az olvasó is rájött már: szentjánosbogarak. A szentjánosbogár nőstényeivel egész nyáron találkozhatunk. Röpképtelen, kukacszerű kis izék a bokrok levelein, a fenekükön két világító folttal. Ha nem ijesztjük meg őket, akkor a tenyerünkön is világítanak.¹⁷ A hímek röpkülnek, és Szent Iván napjának környékén néha tömegesen rajzanak, és időnként úgy viselkednek, mint a muslicák: egymás körül keringenek oszlop alakban. Mivel a fényük irányított, kavargás közben hol felvillannak, hol eltűnnek. Középről csodálatos egy ilyen raj látványa, de tíz méterről már csak egy misztikus, halovány fényfoltot látunk. Ami élőnek tűnik (hisz az), mozog, lebeg. A színe közlepről

használhatatlanságát a valós élet dolgainak megismerésére az, hogy a sünök jól láthatóan nem így teszik. Elég lett volna megnézni. És ez nem nehéz, mert kevés állat nyög és szuszog közben annyit, mint ők. Nem beszélve a dörszölődő padlókefe-hangról. Csak az nem látott még párzó sünt, aki süket, vagy nem kíváncsi rá. Szóval, a sünlány (sünszuka? sünkanca?) lesimítja a hátán a tüskéket, a sünsrác (sünkan? sünbak?) pedig nagyon óvatosan felmászik, és teszi a dolgát. Az összes állat közül a sün a legromantikusabb, legétebb szerető: a fiú kedves becéző szavakkal, ajándékokkal halmozza el barátnőjét, nem feledve, hogy 800 tűéles tüske feszül a hasának, és további 300 a családi ékszernek. A sünhímek nem kockáztatják meg a tahó viselkedést a nászágában, náluk a szex mindig finom, érzéki, és konszenzusos. A sünlányoknak nem kell tartaniuk az erőszaktól. Max. a teknősök lennének rájuk nézve veszélyesek, de más az élettér. Ennyit Arisztotelészről.

¹⁷ Sőt, Ázsiában sokféle világító ékszereket is készítenek: kis ezüst kalickákba este beraknak pár szentjánosbogarat. Ez a fényfolt egész éjszaka díszíti a lányok haját, ruháját. Lefekvés előtt elengedik a bogarakat. Ők hisznek a lélekvándorlásban.

zöldessárga (de a régi korok nagyot mondó legényei, valljuk be, aligha voltak elég bátrak ahhoz, hogy közelről is megnézzék), messziről viszont nem eléggé erős a fénye ahhoz, hogy meghatározzuk.

Nincs az egésznek semmi köze se a lápokhoz, se a mocsárgázhoz, nem bűdös és nem gyúlékony. Nem kell hozzá se elásott halott, se boszorkány. Elég pár ezer kanos hím rovar. Így az sem csoda, hogy szezonális a jelenség, vagy az, hogy vannak megszokott helyei, és az sem meglepő, hogy csak olyan országokban látni, ahol él a szentjánosbogár, sőt az sem, hogy az ipari növényvédelem következtében ma sokkal ritkábban jelenik meg, mint 100 éve.

Ez volt az a bizonyos pillanat. Amikor boldog gyerekkorom egy már elfeledett problémájára meglepő, ugyanakkor döbbenetesen kézenfekvő megoldás született. Amikor kiderült, hogy igazam volt, és hogy a rohasztott hússal nem is nagyon fogtam mellé. Ott ültem egyedül a varázslatos sötét erdőben az év legboszorkányosabb éjszakáján, és úgy érzetem, hogy a régen elment nagymamám, a sok idős rokon, a sok elfeledett gyerekkori barát valahonnan rám kacsint és a vállamat veregeti.

Úgy tűnik, a „magas tudomány” máig nem tisztázta a lúdvérc kérdését. A könyvekben a „mocsárgáz-elmélettel” lehet leginkább találkozni, így lassan a ködbe vész, hogy mit is láttak őseink.

Ennek a mesének az egyik tanulsága ez: ti legalább tudjátok, hogy mi a lúdvérc. És talán rájöttetek, hogy érdemes a nyári erdőbe jó társasággal, vagy egy kis pajzanság végett ellátogatni Szent Iván éjének környékén, mert történnék varázslatos dolgok.

Utak mellett, bokrosokban, patakok, árkok környékén találkozhattok lúdvérccel. Gyönyörű látvány. És ha találkoztok velem, akkor jusson eszetekbe ez a történet!

Végjegyzet

A tanulság másik része talán túl „tanárbáncsis”, amivel nem szívesen szakítanám meg a mese fonalát. Bár egy kisgyerek bugyuta kutakodását mutattam be, valójában a tudományos kutatás módszerének számos elemét felfedezhetjük a történetben. Lényegében egy modern, high-tech tudományos projekt is hasonló módon zajlik, hasonló buktatókkal. Nézzük röviden:

- 1) Van egy jelenség, amiről kezdetben azt sem tudjuk, hogy létezik-e vagy csak félreértés.
- 2) Adatokat gyűjtünk, azokat összevetjük egymással (metaanalízisnek hívjuk, amikor mások megfigyelését mi összegezzük). A párhuzamosságok igazolják a dolog létezését, a „keresztkérdésekkel” fontos információkat nyerünk. Akkor is, ha ezek fontossága (például a szezonális) csak később derül ki.
- 3) Elolvassuk, mit lehet tudni a kérdésről a korábbi kutatások alapján (irodalmazás). Nagyon fontos, hogy építsünk a korábbi adatokra, de előfordulhat (ahogy bizony itt is megesett), hogy a korábbi konszenzus az adott kérdésben téves volt. Ha gondos munkát végzünk, akkor nem kell félnünk a korábbi tévedések kijavításától.
- 4) A tévedést (ti. a lidércfény a mocsárgáz öngyulladás) alighanem az okozta, hogy elhamarkodottan akartak egy babonának vélt jelenségre tudományos magyarázatot adni. Igen, a mocsárgáz éghető, sőt, akár meg is gyulladhat magától, és sok jellemzője megegyezik a lidércfényével, mégsem lehet ez a helyes magyarázat, hisz vannak fontos eltérések. A logika tudománya ezt a hibát „secundum quid”-nek, vagyis elsietett általánosításnak nevezi. Két dolog azonosságát nem a közös jellemzők igazolják, hanem az eltérések hiánya.
- 5) A mocsárgáz-kísérleteim során hiába nem sikerült lidércfényt előállítanom, ezzel nem cáfoltam az elméletet. Egy rossz elmélet cáfolata ugyanis nagyon nehéz dolog. Megcsinálhatok 100 cáfoló kísérletet, mégis mondhatják azt, hogy „majd a 101.”. Ezért van sok buta, téves tudományos(nak tűnő) állítás, amit nem cáfolt meg senki: egy korrekt cáfolat irreálisan nagy munka.
- 6) A helyes felismerést sokáig hátráltatta az, hogy volt egy téves adatom (nem tudtam, hogy a hím szentjánosbogarak röpködnek). Mindig, bármilyen gondos kísérletek mellett is van téves adat. Ezek felismerése gyakran hatalmasat lendít a munkán. Ezért fontos, hogy néha újra ellenőrizzünk lezárt dolgokat.
- 7) Sem az „irodalmazás”, sem a gondos kísérletek, sem a dolgok elméleti végiggondolása önmagában nem vezetett el a megoldáshoz. Ez szinte mindig így van. Mindhárom módszert, megfelelő arányban kell alkalmaznunk.
- 8) A világ ilyen. Egy hatéves kisgyereknek is lehet igaza a „mainstream” tudománnyal szemben. Különösen akkor, ha becsontosodott, soha korrekten végig nem gondolt „dogmákról” van szó
- 9) Nagyon gyakori dolog, hogy a problémákat nem akkor oldjuk meg, amikor görcsölünk rajtuk, hanem egészen váratlan pillanatban.
- 10) Gyakran előfordul, hogy hiába várjuk a megoldást például a kémia tudományától, azt mégis egy más terület szállítja. Kellenek a barátok, fontos, hogy a problémákat néha átbeszéljük más területek szakembereivel. Szóval el kell járni sörözni.
- 11) Végül még egy dolog: a legjobb sztorikat az élet szüli.

GONDOLKODÓ



A 2019/2020. tanév pontversenyeinek végeredménye

Az alábbiakban közöljük az egyes kategóriákban kiemelkedő eredményt elért diákok névsorát. Elektronikus úton minden résztvevő megkapta a pontszámait. Két támogatónk (Hildegard Alapítvány és Hiflylabs Zrt.) köszönhetően mindannyian 10-50 ezer forintos jutalomban részesülnek, bár a személyes átadás az MKE közgyűlésén elmarad az idén.

Gratulálunk az eredményekhez, és bízunk benne, hogy a jövő tanévben is sokan belevágnak a feladatmegoldásba!

K pontverseny (9-10. osztály csapatverseny)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Nátrium-hidroxid (Bodnár Mária, Cseke Julianna) Széchenyi István Gimnázium, Sopron	Kiss-Huszta Pálma	160,1
2	BFC12 (Bíró Gergő, Ujhelyi Zsófia, Molnár Evelin) Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekné Becz Beatrix	155,5

K pontverseny (9. osztály)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Nemeskéri Dániel ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium	Sebő Péter	191
2	Szabó Márton Péter András Gimnázium és Kollégium, Szeghalom	Dr. Tabiné Lehotai Klára	183,5
3	Papp Marcell Imre ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium	Sebő Péter	170,5

K pontverseny (10. osztály)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Sajósi Benedek ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium	Sebő Péter, Sebőné Bagdi Ágnes	199
2	Tóth Nóra Katona József Gimnázium, Kecskemét	Sáróné Jéga-Szabó Irén, Tóth Zsolt	196
3	Horváth Emese Dorka Városmajori Gimnázium, Budapest	Nagyné Hodula Andrea	179,6
4	Papp Marcell Miklós Herman Ottó Gimnázium, Miskolc	Molnár Krisztina, Juhász Attila	172,45

K pontverseny (11-12. osztály)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Lovas Miklós Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen	Dr. Várallyainé Balázs Judit	168,2
2	Karvaly Krisztián Márk VSzC Ipari Szakgimnázium, Veszprém	Pulai Gáborné	167
3	Kósa Zoltán ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium	Sebő Péter	138,7

H pontverseny

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Debreczeni Dorina Bocskai István Gimnázium, Hajdúböszörmény	Németi Edit, Bárány Zsolt	169,5
2	Benkő Dávid Budapesti Fazekas Mihály Gyak. Ált. Isk. és Gimn.	Albert Attila	169,25
3	Simon Vivien Klaudia ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium	Sebő Péter	159,5

Angol fordítási verseny

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Horváth Lilla Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	Kertész Róbert	395,5
2	Karvaly Krisztián Márk VSzC Ipari Szakgimnázium, Veszprém	Pulai Gáborné, Szathmáry Edina	389,3

3	Ambrus Barbara ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium	Sebő Péter	387,9
---	--	------------	-------

Német fordítási verseny

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Molnár Dóra Eötvös József Gimnázium, Budapest	Sándor István, Fészki Viktória	196
2	Klonka Áron Zentai Gimnázium	Máriás Ildikó, Nagy Horti Orsolya	160
3	Tóth Zsanett Széchenyi István Gimnázium, Sopron	Kiss-Husztza Pálma, Mikóné Szántó Réka	124,5

Keressd a kémiát!

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Horváth Lilla Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	Kertész Róbert	108,5
1	Lovas Miklós Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen	Dr. Várallyainé Balázs Judit	108
2	Lelkes Máté Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	Szabó Endre	107
3	Bodnár Mária Széchenyi István Gimnázium, Sopron	Kiss-Husztza Pálma	97

A 2019/2020. tanév díjazott felkészítő tanára

Sántha Erzsébet	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron
-----------------	---------------------------------

Megoldások

K347. A feladat szövegébe sajnos hiba csúszott: a kérdéses molekulaionban 6, 7, 8 vagy 9 elemi részecske lehet, ha minden szóba jöhető izotópot figyelembe veszünk – 10 nem. Szerencsére a beküldők döntő többségét ez nem zavarta meg, és szinte mindenki rájött a megoldásra.

a) Az elemi részecskék ilyen kis száma ugyanis arra utal, hogy csak a hidrogén- és a héliumatom jöhet szóba. Egy hidrogénatomban 2, 3 vagy 4, egy héliumatomban 5 vagy 6 elemi részecske lehet. Az egyszeres pozitív töltés figyelembevételével már adja is magát a megoldás: HeH^+ .

b) Figyelembe véve a hidrogén három (^1H , ^2H , ^3H) és a hélium két (^3He , ^4He) izotópját, összesen hat izotopológ létezhet. Ezek közül a legritkább izotópokból jön létre a legritkább molekulaion, ami tehát a $^3\text{He}^3\text{H}^+$.

(Érdekes, hogy mindkét elemnek ismertek nagyobb tömegszámú izotópjai, amelyek a természetben nem fordulnak elő, de mesterségesen előállíthatók. Furcsa módon ezek közül mindkettő esetén éppen az a legrövidebb felezési idejű, aminek a felhasználásával kijöhetne a 10 elemi részecske. A ^4H felezési ideje $1 \cdot 10^{-22}$ s nagyságrendű, az ^5He felezési ideje pedig kb. $7 \cdot 10^{-22}$ s. Ennél meghökkentően stabilabb pl. a ^6He és a ^8He (0,8 s és 0,1 s!), de még a ^{10}He is egy nagyságrenddel nagyobb felezési idejű.)

Nagyon sok tökéletes megoldás érkezett, ennek megfelelően a pontátlag igen magas.

(Zagyai Péter)

K348. a) Tegyük fel, hogy azonos hőmérsékleten vizsgáljuk a földi és a marsi légkört. Ekkor igaz, hogy:

$$p_{\text{Mars}} V_{\text{O}_2, \text{Mars}} = p_{\text{Föld}} V_{\text{O}_2, \text{Föld}}$$

Könnyű kiszámolni, hogy a marsi légkörben 1 m^3 levegőben $1,6 \text{ dm}^3$ oxigén van. Ez a földi nyomáson: $9,63 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$ térfogatnak felel meg a következő számolás szerint:

$$p_{\text{Mars}} V_{\text{O}_2, \text{Mars}} = p_{\text{Föld}} V_{\text{O}_2, \text{Föld}}$$

$$610 \text{ Pa} \cdot 1,6 \text{ dm}^3 = 101325 \text{ Pa} \cdot V_{\text{O}_2, \text{Föld}}$$

$$V_{\text{O}_2, \text{Föld}} = \frac{610 \text{ Pa} \cdot 1,6 \text{ dm}^3}{101325 \text{ Pa}}$$

$$V_{\text{O}_2, \text{Föld}} = 9,63 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$$

Azt is tudjuk, hogy a földi levegő 21 térfogatszázalék oxigént tartalmaz, azaz 1 m^3 levegőben 210 dm^3 oxigén található. Ebből már következik egy egyszerű osztással, hogy a Földön 1 m^3 levegőben 21516-szor több oxigén van, mint a Marson.

$$\frac{210 \text{ dm}^3}{9,63 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3} \approx 21516,4$$

b) Tudjuk, hogy télen a szén-dioxid egy része kifagy a marsi légkörből. Ennek mennyisége könnyen kiszámolható:

$$94,4\% = \frac{(951 - x) \text{ dm}^3}{(1000 - x) \text{ dm}^3} \cdot 100$$

$$0,944 = \frac{951 - x}{1000 - x}$$

$$944 - 0,944x = 951 - x$$

$$0,056x = 7$$

$$x = 125$$

Vagyis 125 dm^3 szén-dioxid fagyott ki. Ebből könnyű kiszámolni az oxigén új térfogatszázalékát:

$$\frac{1,6 \text{ dm}^3}{(1000 - 125) \text{ dm}^3} \cdot 100 = 0,183\%$$

Azaz az oxigén mennyisége télen 0,183 térfogatszázalék.

A feladat közepesen nehéznek bizonyult. Nagyon sok szép feladatot olvastunk, változatos ötletekkel. A feladat szövegéből sajnos kimaradt az „azonos hőmérséklet”, de nagyon sokan rájöttek, hogy csak így lehet megoldani. Sokan próbálkoztak egyéni megoldási ötletekkel a feladat b) részében, de ezek a legtöbb esetben nehezen voltak követhetők, és ritkán vezettek helyes megoldásra.

(Jantner Anna)

K349. A feladatban szereplő elnevezések az alábbi elemeket takarják:

Elnevezés	Elem	Elnevezés	Elem
lomany	platina	nemiszany, imany	tantál
napany, kemeny	titán	arany	arany
férjany	arzén	bátrany	bizmut
menyany, sárgany	urán	iblany	jód
szerdany, higany	higany	ingerlany, ződany	nikkel
lágany	molibdén	édeny	berillium

Közülük a jód alkot minden másik elemmel vegyületet, ezek képlete:

Elem	Vegyületek	Elem	Vegyületek
platina	PtI ₂ , PtI ₃ , PtI ₄	tantál	TaI ₄ , TaI ₅
titán	TiI ₂ , TiI ₃ , TiI ₄	arany	AuI
arzén	AsI ₃	bizmut	BiI ₃
urán	UI ₃ , UI ₄	nikkel	NI ₂
higany	HgI ₂ , Hg ₂ I ₂	berillium	BeI ₂
molibdén	MoI ₂ , MoI ₃		

(Bacsó Zsófia Réka)

K350. A $2 \cdot 10^{-9}$ g tömegű, ^{21}Ne atomra nézve $(1,98 \pm 0,15) \cdot 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{g}$ koncentrációjú minta $2 \cdot 10^{-9} \cdot (1,98 \pm 0,15) \cdot 10^{-6} = (3,96 \pm 0,30) \cdot 10^{-15} \text{ cm}^3$, azaz $(3,96 \pm 0,30) \cdot 10^{-21} \text{ m}^3$ -nyi ^{21}Ne -t tartalmaz szobahőmérsékleten, standard nyomáson. Ennek a gáznak az anyagmennyisége:

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{10^5 \cdot (3,96 \pm 0,30) \cdot 10^{-21}}{8,314 \cdot 298} = (1,5983 \pm 0,1211) \cdot 10^{-19} \text{ mol}$$

A kapott értéket az Avogadro-állandóval megszorozva kapjuk meg a ^{21}Ne atomok számát.

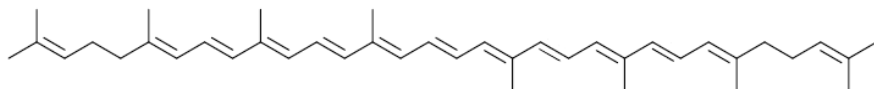
$$N = N_A \cdot n = 6 \cdot 10^{23} \cdot (1,5983 \pm 0,1211) \cdot 10^{-19} = \\ = 95900 \pm 7265$$

Tehát a vizsgált minta körülbelül 88600 – 103200 darab ^{21}Ne atomot tartalmazhatott.

Hibátlan megoldást küldött be Horváth Emese Dorka, Karvaly Krisztián Márk, Kósa Viola, Sajósi Benedek és Tóth Nóra. Az átlagpontoszám 8,1 pont lett.

(Balbisi Mirjam)

K351. a) Az all-transz-likopin szerkezete:



b) A likopin molekulájában összesen 13 darab kettős kötés található, de ezek közül csak 11 kötésnél lép fel geometriai izoméria. A molekula szimmetrikus, ez az izomerek számát csökkenti, így összesen 6 különböző izomer létezik egy cisz konfigurációjú kötés esetén.

c) Jódban gazdag élelmiszer például a tengeri hal, tengeri alga, kagyló, tojás, burgonya, jódozott só. A diallil-triszulfid a hagymafélékben, fokhagymában, a lentionin a shiitake gombában található meg nagy mennyiségben. Allil-izotiocianátot mustár, torma vagy wasabi felhasználásával tudunk az ételbe juttatni. Ezekkel célszerű a paradicsomot együtt főzni, hogy az izomerizációt elősegítsük.

(Bacsó Zsófia Réka)

K352. a) Azonos állapotú gázok relatív sűrűsége azonos a moláris tömegeik hányadosával. Mivel a vízgőz sűrűsége kisebb a levegőénél (mert kisebb a moláris tömege), így a nedves levegő kisebb sűrűségű. A relatív sűrűség maximuma teljesen száraz levegő esetén 1, az alsó határ a vízgőzzel telített levegő relatív sűrűsége.

Az univerzális gáztörvénynek megfelelően:

$$p_{\text{H}_2\text{O}} \cdot V = n_{\text{H}_2\text{O}} \cdot R \cdot T \\ p_{\text{összes}} \cdot V = n_{\text{összes}} \cdot R \cdot T$$

Osszuk el egymással a két egyenletet, így megkapjuk a víz móltörtjét:

$$x_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{p_{\text{H}_2\text{O}}}{p_{\text{összes}}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{összes}}}$$

A száraz levegő átlagos moláris tömege:

$$0,7808 \cdot 28,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,2095 \cdot 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,0093 \cdot 39,95 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,0004 \cdot 44,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 28,96 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

A 0 °C-on vízgőzzel telített (0,06% víz) levegő moláris tömege:

$$0,994 \cdot 28,96 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,006 \cdot 18,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 28,89 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Tehát a relatív sűrűség alsó határa:

$$\rho_{\text{relatív}} = \frac{M_{\text{nedves}}}{M_{\text{száraz}}} = \frac{28,89 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{28,96 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,998$$

25°C-on a vízgőz parciális nyomása, így a telített levegő vízgőz tartalma is 5,13-szoros, azaz 3,09%, így a nedves levegő átlagos moláris tömege:

$$0,9691 \cdot 28,96 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,0309 \cdot 18,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 28,62 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Így hányadosuk:

$$\rho_{\text{relatív}} = \frac{M_{\text{nedves}}}{M_{\text{száraz}}} = \frac{28,62 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{28,96 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,988$$

100 °C-on már forr a víz, így lehet a levegőben már akár 100% vízgőz is, így az átlagos moláris tömege lehet akár 18,02 g/mol. Így a két véglet hányadosa:

$$\rho_{\text{relatív}} = \frac{M_{\text{nedves}}}{M_{\text{száraz}}} = \frac{18,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{28,96 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,622$$

Azaz a relatív sűrűség 0,622 és 1 közé esik.

b) A gáztörvény alapján:

$$\rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}$$

Mivel a két tartály teljesen azonos, így a felhajtóerő, ami hat rájuk, az is azonos, tehát a mért súlykülönbségből számolt tömegkülönbség ténylegesen megegyezik a tömegkülönbséggel:

Azaz tudjuk a megadott adatok alapján, hogy:

$$V \cdot \rho_1 = V \cdot \rho_2 + 0,001 \text{ g}$$

Ebbe behelyettesítve a 25°C-os adatokat:

$$V \cdot 1184,37 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = V \cdot 1170,47 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} + 0,001 \text{ g}$$

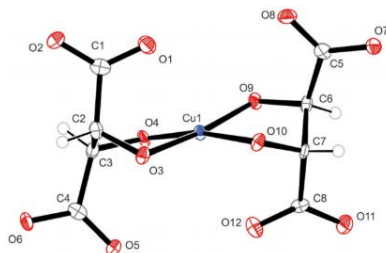
Tehát $V = 72 \text{ cm}^3$ -es tartályok kellenek legalább.

A megoldás Sajósi Benedek munkája. Nem sok beküldő választotta ezt a feladatot, de szinte mindannyian helyesen bántak el a vízpára gőznyomásával.

(Magyarfalvi Gábor)

K353. a) Kiszámolhatjuk, hogy 1 dm^3 $0,217 \text{ mol/dm}^3$ Cu^{2+} koncentrációjú Fehling-oldatban $n = c \cdot V = 0,217 \text{ mol}$ rézgálic van feloldva, aminek tömege: $m = n \cdot M = 0,217 \cdot 159,6 = 34,6 \text{ g}$. Ehhez képest 3,8-szeres a kálium-nátrium-tartarát anyagmennyisége, vagyis $0,825 \text{ mol}$, így abból $0,825 \cdot 210,1 = 173,3 \text{ g}$ kell. Az 5,8-szeres anyagmennyiségű nátrium-hidroxid $1,259 \text{ mol}$, amiből pedig $1,259 \cdot 40 = 50,3 \text{ g}$ szükséges.

b) Az alábbi ábrán látható az ion konstitúciója. A borkósav karboxil- és hidroxilcsoportjairól is leszakad a hidrogénion, így lesz négyszeresen negatív töltésű a savmaradékion, ami a kétszeresen pozitív töltésű réziont megköti.



c) 3,96 g NaOH anyagmennyisége: $n = m/M = 0,099$ mol, a borkósavé $n = 2,402/150,1 = 0,016$ mol és a réz-hidroxid anyagmennyisége $n = 0,878/97,6 = 0,009$ mol.

Mivel a rézion:savmaradékion anyagmennyiség:arány 1:2, láthatjuk, hogy a meghatározó a borkósav anyagmennyisége lesz, ebből következik, hogy a keletkező só anyagmennyisége annak fele, 0,008 mol. Az oldatból 2,85 g sót sikerült kikristályosítani, ami azonban csak 48,3%-a terméknek, így a termék össztömege $2,85/48,3 \cdot 100 = 5,9$ g.

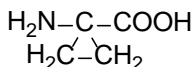
A só moláris tömege: $M = m/n = 5,9/0,008 = 737,5$ g/mol.

A $[\text{Cu}(\text{tart})_2]^{6-}$ részecskéhez kapcsolódó kation csak a nátriumion lehet, így a só képlete $\text{Na}_6[\text{Cu}(\text{tart})_2]$, ennek moláris tömege viszont kisebb a számoltnál, így feltételezhetjük, hogy kristályvizet sőról van szó. A moláris tömeg különbsége 244 g/mol, ami 13,55 mol kristályvíznek felel meg. Tehát az előállított só képlete $\text{Na}_6[\text{Cu}(\text{tart})_2] \cdot 13,55 \text{H}_2\text{O}$.

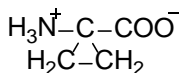
(Bacsó Zsófia Réka)

K354. a) α -aminosav az, ahol a karboxilcsoporthoz képest α helyzetű, vagyis közvetlenül mellette lévő szénatomhoz kapcsolódik az aminocsoport

b, c) **Y** összegképletét megkapjuk, ha a reakcióegyenlet jobb oldalán lévő atomokat összeadjuk és kivonunk belőle 1 oxigénatomot ($1/2 \text{O}_2$ miatt). Tehát **Y** összegképlete $\text{C}_4\text{H}_7\text{NO}_2$, konstitúciója:



és az ikerion szerkezete:

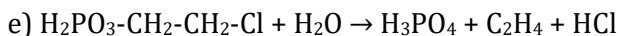


d) A képződő etilén mennyisége annak térfogatából és a moláris térfogatból számolható ki:

$$n(\text{etilén}) = V/V_m = 13,9/24,5 = 0,567 \text{ mmol}$$

1 mol foszforsavszármazékból 1 mol etilén fog képződni, tehát a foszforsavszármazék anyagmennyisége is ugyanennyi volt. Annak moláris tömege kiszámolható: $M = m/n = 82/0,567 = 144,5$ g/mol.

$M(\text{foszforsavszármazék}) = 109 + M(\mathbf{X})$ g/mol, ebből következik, hogy $M(\mathbf{X}) = 35,5$ g/mol, vagyis az \mathbf{X} atom a klór.



f) Azért nem hidrolizál, mert a vegyület vizes oldata savas kémhatású, és a hidrolízis csak lúgos vagy semleges közegben megy végbe.

(Bacsó Zsófia Réka)

K355. Tudjuk, hogy egy kvantumpötty átmérője $4 \text{ nm} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ cm}$, tömege pedig $2,058 \cdot 10^{-19} \text{ g}$. Egy gömb térfogatát a sugárnak ismeretében könnyen kiszámolhatjuk a következő képlet segítségével:

$$V = \frac{4r^3\pi}{3}$$

Itt r a gömb sugara.

$$V = \frac{4 \cdot (2 \cdot 10^7)^3 \cdot \pi}{3} = 3,35 \cdot 10^{-20} \text{ cm}^3$$

Így könnyen ki tudjuk számolni a sűrűségét:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{2,058 \cdot 10^{-19} \text{ g}}{3,35 \cdot 10^{-20} \text{ cm}^3} = 6,14 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Kicsit nehezebb azt a kérdést megválaszolni, hogy melyik két elem fordul elő a kvantumpöttyben. Mivel tudjuk, hogy 1:1 anyagmennyiség-arányban vannak jelen, ezért biztos, hogy 619-619 darab atom van mind a két elemből. Ekkor, ha az egyik elemben x db proton van a másikban pedig y db, akkor:

$$x + y = \frac{51996}{619} = 84$$

Ez csak akkor lehetséges, ha az egyik elem a 4., a másik elem pedig az 5. periódus eleme. Azaz a lehetséges elempárok: As-Sb; Se-Sn; Ge-Te; Ga-I; Br-In.

A helyes megoldást a tömeg ellenőrzésével kapjuk meg. Az elemek átlagos moláris tömegét megkapjuk, ha egy gömb tömegét elosztjuk az anyagmennyiséggel:

$$\bar{M} = \frac{m}{\frac{N}{N_A}}$$

$$\bar{M} = \frac{2,058 \cdot 10^{-19}}{\frac{1238}{6 \cdot 10^{23}}} = 99,74 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Ehhez az értékhez pedig a Ge-Te elempár moláris tömege áll a legközelebb.

$$\bar{M} = \frac{72,59 + 127,6}{2} = 100,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

A feladat közepesen nehéznek bizonyult. Nagyon sok szép feladatot olvastunk, változatos ötletekkel. Általában azzal gyűlt meg a megoldók baja, hogy nem kaptak pontos megoldást, és nem keresték meg, hogy melyik átlagos moláris tömeg áll a legközelebb a megoldáshoz.

(Jantner Anna)

K356. a) Esetünkben a CH₆-os potencia alapján 6-szor egymás után a századrészére hígítjuk a 0,5 g hatóanyagot tartalmazó mintánkat. Ez összességében 100⁶-szoros, azaz ezermilliárdszoros hígítást jelent. Tehát végeredményben a 0,5 g hatóanyag ezermilliárdszor ekkora tömegű, azaz 500 milliárd g „gyógyszerben” lesz megtalálható.

Ebből a „gyógyszerből” naponta legfeljebb háromszor vehetünk be 1-1 grammnyi adagot, azaz naponta összesen 3 g-ot. Így az 500 milliárd g gyógyszer

$$\frac{500\,000\,000\,000}{3} = 1,667 \cdot 10^{11}$$

nap alatt fogy el. A szökőéveket is figyelembe véve egy év 365,24 napból áll, így tehát a 0,5 g hatóanyagot

$$\frac{1,667 \cdot 10^{11}}{365,24} = 4,563 \cdot 10^8 \text{ év}$$

alatt tudjuk bejuttatni a szervezetünkbe.

b) A napi 3 g homeopátiás „gyógyszer” hatóanyagtartalma az ezermilliárdszoros hígítás alapján:

$$\frac{3 \text{ g}}{1\,000\,000\,000\,000} = 3 \cdot 10^{-12} \text{ g}$$

A 225 g/mol moláris tömeg alapján ennek anyagmennyisége:

$$\frac{3 \cdot 10^{-12} \text{ g}}{225 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1,333 \cdot 10^{-14} \text{ mol}$$

Az acetil-szalicilsav moláris tömege 180 g/mol, ez alapján az 500 mg, azaz 0,5 g hatóanyag anyagmennyisége:

$$\frac{0,5 \text{ g}}{180 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,778 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Mivel egy anyag anyagmennyisége és a benne található molekulák (amennyiben molekularácsos anyagot vizsgálunk) közt egyenes arányosság van (az arányossági tényező az Avogadro-állandó), így a hatóanyag-molekulák aránya azonos az anyagmennyiségek arányával:

$$\frac{2,778 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{1,333 \cdot 10^{-14} \text{ mol}} = 2,083 \cdot 10^{11}$$

Tehát egyetlen Kalmopyrin tablettá 208,3 milliárdszor több hatóanyag-molekulát tartalmaz, mint a homeopátiás szer napi 3 g-os adagja.

A feladat a versenyzők számára igen könnyűnek bizonyult, sok volt a teljesen helyes megoldás. A kapott pontok átlaga 8,77 volt.

(Csorba Benjámin)

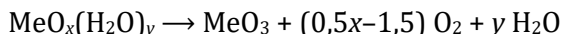
K357. a) A leírás szerint a szuszpenzió 5,0 cm³-es térfogata 20 testtömeg kg-nyi, ezek alapján a 100 cm³-es térfogata 400 testtömeg kg-nyi hatóanyagot tartalmaz. Figyelembe véve, hogy az amoxicillin (C₁₆H₁₉N₃O₅S) moláris tömege 365,4 g/mol, míg a klavulánsavé (C₈H₉NO₅) 199,2 g/mol, a 100 cm³-es szuszpenzióhoz előkészített üvegbe 400 kg·25 mg/kg = 10000 mg, azaz 10 g amoxicillint, illetve 400 kg·18·10⁻³ mol/kg·199,2 g/mol = 1434 g klavulánsavat kellene bemérni. (Utóbbi érték egy 100 cm³-es szuszpenzió esetén irreálisan nagy, a feladatban szereplő klavulánsav ajánlott mennyisége hibásan szerepel.)

b) Mivel mindkét hatóanyag mennyisége 1 óra alatt csökken a felére, az eltelt 4 óra alatt a szervezetben már csak a kiindulási mennyiség $1/16$ -a található meg. A feladat szövegében szereplő adatok alapján egy adag bevétele során amoxicillinből $20 \text{ kg} \cdot 25 \text{ mg/kg} = 500 \text{ mg}$, klavulánsavból $20 \text{ kg} \cdot 18 \cdot 10^{-3} \text{ mol/kg} \cdot 199,2 \text{ g/mol} = 71,7 \text{ g}$ kerül egy 20 kg tömegű gyermek szervezetébe. 4 óra elteltével amoxicillinből $500 \text{ mg}/16 = 31 \text{ mg}$, míg klavulánsavból $71,7 \text{ g}/16 = 4,5 \text{ g}$ marad a szervezetben.

A feladat szövegébe sajnos hiba csúszott, melyet Horváth Emese Dorka és Papp Marcell Imre vettek észre. Azonban a megadott adatokkal így is sokan helyesen számoltak. Összesen 9 hibátlan megoldás érkezett, a beküldött megoldások pontszámainak átlaga 8,8 pont. Külön kiemelendő Horváth Emese Dorka megoldása, aki a feladatban megadott adatok mellett a sokkal realisabb, $18 \text{ mg/testtömeg kg}$ klavulánsav- mennyiséggel is megoldotta a feladatot.

(Vörös Tamás)

K358. Az ásvány bomlásának egyenlete:



$200,0 \text{ }^\circ\text{C}$ -on a keletkező gázok (H_2O és O_2) anyagmennyisége összesen a gáztörvény alapján $0,01203 \text{ mol}$.

$25,00 \text{ }^\circ\text{C}$ -on az O_2 parciális nyomása $9,79 \text{ kPa} - 3,17 \text{ kPa} = 6,62 \text{ kPa}$, a bomlás során keletkező O_2 anyagmennyisége a gáztörvény alapján $1,336 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.

Ezek alapján kiszámítható az is, hogy a bomlás során keletkező H_2O anyagmennyisége $n_1 - n_2 = 0,01069 \text{ mol}$. A keletkezett víz és oxigén tömege összesen $0,1924 \text{ g} + 0,0428 \text{ g} = 0,2352 \text{ g}$, míg a két termék anyagmennyiség-aránya $8,00 : 1,00$. Azaz a fenti bomlási egyenletben szereplő együtthatók arányára felírható az $y/((x-3)/2) = 8$ összefüggés, melyet átrendezve azt kapjuk, hogy $4x = y + 12$. Mivel x értéke egész szám, annak lehetséges legkisebb értéke 4. Ebben az esetben a keletkezett $1,000 \text{ g} - 0,2352 \text{ g} = 0,7648 \text{ g}$ tömegű MeO_3 anyagmennyisége a reakcióegyenlet alapján a keletkezett O_2 anyagmennyiségének kétszerese, azaz $2,672 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$. A keletkezett oxid moláris tömege $0,7648 \text{ g} / 2,672 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 286,2 \text{ g/mol}$, az

ismeretlen fém moláris tömege pedig 238,2 g/mol, ami jó közelítéssel megfelel az urán moláris tömegének. Belátható, hogy bármely $x > 4$ esetén a fém moláris tömegére 238,2 g/mol-nál nagyobb érték adódna, amelyek egyike sem reális megoldás.

A keresett ásvány tapasztalati képlete tehát $\text{UO}_4(\text{H}_2\text{O})_4$, amely a peroxidkötést is tartalmazó studtite $[(\text{UO}_2)\text{O}_2(\text{H}_2\text{O})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}]$, melyben az urán oxidációs száma +6.

A beküldött megoldások pontszámainak átlaga 6,8 pont. A tapasztalati képletet a megoldók többsége helyesen kiszámította, ezekben az esetekben az egyetlen hiba a studtite-ban lévő peroxidkötés ismeretének hiánya volt.

(Vörös Tamás)

K359. a) Ha egy nanorészecske sugara r , akkor felülete $A = 4r^2\pi$, térfogata $V = 4r^3\pi/3$, tömege $m = V \cdot \rho$, fajlagos felülete $A_f = A/m = 3/(r \cdot \rho)$. Tehát az 5 nm átmérőjű nanorészecske fajlagos felülete $6,22 \cdot 10^5 \text{ cm}^2/\text{g}$.

b) Ha egy részecske tömegét beszorozzuk a részecskék térfogat-egységben lévő koncentrációjával, akkor megkapjuk a tömegkoncentrációt, amely ebben az esetben: $6,90 \cdot 10^{-5} \text{ g/cm}^3$.

c) Az arany összfelületét megkapjuk, ha a tömegkoncentrációját összeszorozzuk a fajlagos felületével, vagy egy részecske felületét a darabszámmal kifejezett koncentrációval: $43,0 \text{ cm}^2$ az arany felülete 1 cm^3 oldatban.

d) Ha egyetlen arany szemcse felületét elosztjuk a molekula alapterületével, akkor megkapjuk, hogy $7,85 \cdot 10^{-13} \text{ cm}^2 / 2,28 \cdot 10^{-15} \text{ cm}^2 = 344,5$, azaz kb. 344-345 db molekula fér rá.

e) Ugyanezen számításokat a 30 nm szemcseátmérőjű aranykolloiddal is elvégezhetjük. Az a) feladatrészbeli képlet alapján látszik, hogy a két részecske fajlagos felületének aránya a sugaruk arányával egyenlő, azaz a nagyobb részecske fajlagos felülete $5/30 = 1/6$ része a kisebb átmérőjű fajlagos felületének, tehát $1,04 \cdot 10^5 \text{ cm}^2/\text{g}$.

Tömegkoncentrációja $4,88 \cdot 10^{-5} \text{ g/cm}^3$, összfelülete pedig $5,06 \text{ cm}^2$ 1 cm^3 oldatban.

Az átlagpontszám 8,7. Hibátlan megoldást adott Gulyás Gréta, Horváth Emese Dorka, Karvaly Krisztián Márk, a Nátrium-hidroxid csapat, Stein Félix, és Tóth Nóra.

(Borbás Réka)

K360. A polietilénimin (PEI) összegképletének meghatározásához induljunk ki 100 gramm polimerből, amely tehát 55,81 g szénből, 11,63 g hidrogénből, és 32,56 g nitrogénből áll. Ezeknek az anyagmennyisége rendre 4,651 mol, 11,63 mol, 2,326 mol. Az anyagmennyiségek aránya 2:5:1. Innen pedig adódik a $(C_2H_5N)_n$ tapasztalati képlet.

A molekula részletéből látható, hogy háromféle N atom van benne: N, NH, és NH_2 formában fordul elő. Ha a tapasztalati képletet átírjuk $(C_2H_4NH)_n$ formára, akkor látható, hogy minden két szénatomra átlagosan egy NH csoport esik. Ez viszont csak úgy valósítható meg, hogy ha ugyanannyi NH_2 csoport van, mint harmadrendű nitrogénatom. Figyelembe véve, hogy $2 \text{ mol} \cdot 0,1364 = 0,2728 \text{ mol}$ NH csoport van egy mol $(C_2H_4NH)_n$ -ben, így $(1 - 0,2728)/2 = 0,3636 \text{ mol}$ elágazás van a PEI-ben, azaz 36,36%-a a nitrogénatomoknak elágazást képez. (Megjegyzés: az eredeti feladat szövegében a szénatomok véletlen hibából eredően másodrendűnek lettek minősítve, természetesen csak elsőrendű szénatom szerepel a PEI molekulájában.)

Az átlagpontszám 7,8. Hibátlan megoldást adott Kósa Zoltán, Lovas Miklós, Nemeskéri Dániel, Sajósi Benedek és Tóth Nóra.

(Borbás Réka)

K361. a) Amennyiben puffer segítségével a pH-értéket pontosan beállítjuk, a kérdéses koncentrációk aránya független lesz az etán-1,2-diamin bemérési koncentrációjától, sőt a K_{b1} bázisállandótól is. Természetesen a pontos koncentrációk kiszámításához szükségünk lenne ezekre az adatokra is, ezt viszont nem kérdezte a feladat.

Ha a pH-érték egy oldatban 10, az azt jelenti, hogy ebben az oxóniumionok koncentrációja $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-10} \text{ mol/dm}^3$.

A K_v vízionszorzat alapján a hidroxidionok koncentrációja is kiszámolható az oldatban:

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_v}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

Ez után felírhatjuk a K_{b2} bázisállandóra a következő egyenletet, melyben c_2 jelöli az etán-1,2-diamin kétszeresen protonált, c_1 pedig az egyszeresen protonált ionjának koncentrációját:

$$K_{b2} = \frac{c_2[\text{OH}^-]}{c_1}$$

Innen a kért arányt kifejezve és a behelyettesítést elvégezve:

$$\frac{c_2}{c_1} = \frac{K_{b2}}{[\text{OH}^-]} = \frac{6,33 \cdot 10^{-8}}{10^{-4}} = 6,33 \cdot 10^{-4}$$

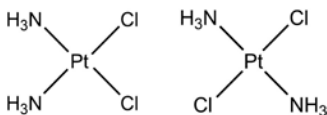
Tehát a kétszeresen protonált és az egyszeresen protonált forma koncentrációjának aránya 10-es pH-n $6,33 \cdot 10^{-4} : 1$. (Másképp fogalmazva az egyszeresen protonált forma koncentrációja 1580-szorosa a kétszeresen protonált formáénak.)

A feladat a versenyzők számára viszonylag könnyűnek bizonyult, sok volt a hibátlan megoldás. Azonban a versenyzők közül szinte senki nem vette észre, hogy felesleges a konkrét koncentrációk meghatározása az arányuk kiszámításához. A kapott pontok átlaga 7,83 volt.

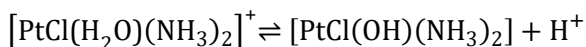
(Csorba Benjámin)

K362. a) A ciszplatinban ($[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$) kloridion és ammóniamolekula ligandumok kötődnek a Pt központi „atomhoz”, így annak töltése +2.

b) A komplex vegyület síknégyszög téralkatú. A ciszplatin az ábrán a bal oldali, és a transzplatin a jobb oldali.



c) Lényegében csak a



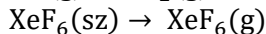
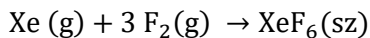
egyensúlyt kell figyelembe venni. A bal oldali komplex koncentrációját jelölje c_1 , a jobb oldaliét c_2 . Ekkor a $K = 2,75 \cdot 10^{-7} = c_2 \cdot [\text{H}^+] / c_1$. Tehát a $[\text{PtCl}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_2]^+$ és $[\text{PtCl}(\text{OH})(\text{NH}_3)_2]$ koncentrációjának aránya $[\text{H}^+] / K = c_1 / c_2$. Mivel a szervezet pufferrendszere a pH-t közel állandó értéken tartja, így a hidrogénion-koncentrációt állandónak vehetjük. Tehát ebből következik, hogy a vérben a koncentrációarány 0,145, a sejtplazmában pedig 11,5.

Megjegyzés: Mivel a pufferek ismerete nem elvárható tudás, aki ezt figyelmen kívül hagyta, de ettől eltekintve helyesen számolt, megkapta a maximális pontszámot. Aki nem vette figyelembe, hogy az egyes sejtfolyadékok adott hidrogénion-koncentrációval rendelkeznek, az erre a részre nem kapott pontot.

Az átlagpontszám 8,2. Hibátlan megoldást adott Csécsi Marcell és Szabó Márton.

(Borbás Réka)

H321. Először számítsuk ki a fluor-xenon kötés kötésfelszakítási energiáját. Ehhez vegyük figyelembe a következő két reakciót, melyek közül az első a xenon-hexafluorid képződését írja le alapállapotú elemeiből (így ennek a reakciónak a reakcióhője épp a xenon-hexafluorid képződéshője, mivel az alapállapotú elemek képződéshője zérus), a második pedig a szilárd xenon-hexafluorid szublimációját írja le:



Mínthogy az első reakció reakcióhője -338 kJ/mol, a másodiké pedig 59 kJ/mol, így Hess tétele alapján a gáz halmazállapotú xenon-hexafluorid képződését elemeiből e két energiaváltozás összege, azaz -279 kJ/mol kíséri. A reakció végbemeneteléhez 3 fluormolekulában kell egy-egy, tehát összesen 3 fluor-fluor kötésnek felszakadnia (ezeket egyenként 159 kJ/mol energiaváltozás kíséri), míg a xenon-hexafluoridban 6 xenon-fluor kötés jön létre. Jelöljük utóbbit az egyszerűség kedvéért z -vel! Ekkor az előzőek alapján mértékegységektől eltekintve a következő egyenlet írható fel:

$$-279 = 3 \cdot 159 - 6z$$

Innen a z-vel jelölt xenon-fluor kötési energia 126 kJ/mol.

Ezek után már behelyettesíthetjük a xenon-fluor és a xenon-oxigén esetét a feladatban megadott egyenletbe:

$$K(EN_{\text{O}} - EN_{\text{Xe}})^2 = E_{\text{köt}}(\text{Xe} - \text{O}) - \sqrt{E_{\text{köt}}(\text{Xe} - \text{Xe}) \cdot E_{\text{köt}}(\text{O} - \text{O})}$$

$$K(EN_{\text{F}} - EN_{\text{Xe}})^2 = E_{\text{köt}}(\text{Xe} - \text{F}) - \sqrt{E_{\text{köt}}(\text{Xe} - \text{Xe}) \cdot E_{\text{köt}}(\text{F} - \text{F})}$$

Az adatokat behelyettesítve, mértékegységtől eltekintve:

$$96,48(3,44 - EN_{\text{Xe}})^2 = 36,4 - \sqrt{E_{\text{köt}}(\text{Xe} - \text{Xe}) \cdot 210}$$

$$96,48(3,98 - EN_{\text{Xe}})^2 = 126 - \sqrt{E_{\text{köt}}(\text{Xe} - \text{Xe}) \cdot 159}$$

Az egyenletek jobboldalának gyököt nem tartalmazó tagjait kivonva a megfelelő egyenletről, majd a két egyenleteke osztva egymással a xenon-xenon kötési energia kiküszöbölhető az egyenletrendszerből:

$$\frac{96,48(3,44 - EN_{\text{Xe}})^2 - 36,4}{96,48(3,98 - EN_{\text{Xe}})^2 - 126} = \sqrt{\frac{210}{159}}$$

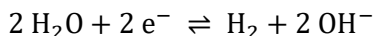
A nevezőkkel szorozva, majd a kapott másodfokú egyenletet 0-ra rendezve, az egyetlen kémiai értelemszerű megoldás (a fluornál kisebb, de 0-nál nagyobb elektronegativitás) 2,85. Tehát az így kapott becsült elektronegativitás a xenonra 2,85.

Megjegyezhető, hogy a xenon-xenon kötési energia az egyenletrendszer alapján igen kicsire, 0,029 kJ/mol értékre adódik. Így tehát jó megoldást kapott az is, aki kémia megfontolásból ezt 0-nak vette és csak az egyenletrendszer egyik egyenletével számolt.

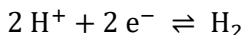
A feladat a versenyzők számára igen könnyűnek bizonyult, sok volt a teljesen helyes megoldás. A kapott pontok átlaga 8,44 volt.

(Csorba Benjámin)

H322. a) Állítsunk össze képzeletben egy olyan galvánelemet, melynek katódjában az elektródreakció egyenlete a következő:



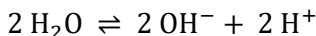
Eközben az anód legyen standard hidrogénelektrod, azaz elektrodreakciójának az egyenlete redukcióra rendezve a következő:



Ismeretes, hogy egy elektrodreakció standardpotenciálja a molekuláris hidrogén szolvatált protonná történő oxidációját magában foglaló cellareakció standardpotenciáljának az értéke, azaz épp ezen galvánelem standard cellareakció-potenciálját kell kiszámítanunk a feladat kérdésének megválaszolásához. Az is ismeretes, hogy a standard cellareakció-potenciál megadható a cellareakció egyensúlyi állandójának segítségével a következő módon:

$$\frac{RT}{zF} \ln K = E_{\text{cell}}^0 = \varepsilon_{\text{katód}}^0 - \varepsilon_{\text{anód}}^0$$

Itt $\varepsilon_{\text{anód}}^0 = 0$, mivel megállapodás szerint a standard hidrogénelektrod elektrodreakció-potenciálja zérus (ez a viszonyítási pont). A képletben R az egyetemes gázállandót jelöli, T a hőmérsékletet, ami esetünkben – minthogy mást nem mond a feladat – 298 K-nek tekinthető, z a töltésszámváltozás, ami esetünkben 2, F pedig a Faraday-állandó, K a bruttó cellareakció egyensúlyi állandója. Utóbbi a következő (az anódreakciót oxidációként vesszük figyelembe):



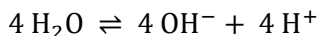
Utóbbi épp a víz autoprotolízisét írja le, így az egyensúlyi állandó a vízionszorzat négyzete (a 2-es sztöchiometriai együtthatók miatt), azaz $K = (10^{-14})^2$. Így már a fentebb felírt egyenlet segítségével a katódreakció standard elektrodreakció-potenciálját kiszámíthatjuk:

$$\varepsilon_{\text{katód}}^0 = E_{\text{cell}}^0 = \frac{RT}{zF} \ln K = \frac{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 298 \text{ K}}{2 \cdot 96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}}} \ln 10^{-28} = -0,828 \text{ V}$$

Tehát a számításhoz a vízionszoratra mint egyensúlyi állandóra volt szükség, a kért elektrodreakció standard elektrodreakció-potenciálja pedig $-0,828 \text{ V}$.

b) A feladatot az előzőhöz hasonlóan oldjuk meg. Állítsunk össze gondolatban egy olyan galvánelemet, amelynek katódreakciója épp a kért reakció, míg anódreakciója a feladatban megadott, $1,23 \text{ V}$

standard elektródreakció-potenciálú reakció. Ekkor a bruttó cellareakció:



Ez ismét a víz autoprotolízisét írja le. Így a standard cellareakció-potenciálra az előző feladatrészhez hasonlóan felírható:

$$\frac{RT}{z'F} \ln K' = E_{\text{cell}}^0 = \varepsilon_{\text{katód}}^0 - \varepsilon_{\text{anód}}^0$$

A képletben ezúttal a z' töltésszám-változás 4, a K' egyensúlyi állandó a vízionszorzat 4. hatványa, $\varepsilon_{\text{anód}}^0 = 1,23 \text{ V}$ a feladat alapján, $\varepsilon_{\text{katód}}^0$ pedig a kért reakció standard elektródreakció-potenciálja (a többi jelölés azonos az eddigivel). Az egyenletet átrendezve:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\text{katód}}^0 &= \frac{RT}{z'F} \ln K' + \varepsilon_{\text{anód}}^0 = \frac{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 298 \text{ K}}{4 \cdot 96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}}} \ln 10^{-56} + 1,23 \text{ V} = \\ &= -0,828 \text{ V} + 1,23 \text{ V} = 0,402 \text{ V} \end{aligned}$$

Így tehát a kért reakció standard elektródreakció-potenciálja 0,402 V.

c) Ezúttal állítsunk össze gondolatban egy olyan galvánelemet, amelynek katódjának elektródreakciója az ezen feladatrészhez megadott első reakció, anódreakciója pedig a megadott második reakció az ellentétes irányba lejátszódva. Ekkor a bruttó cellareakció éppen a következő:



Azaz a megadott két reakciót a vas(II)-hidroxid L oldhatósági szorzata mint egyensúlyi állandó köti össze. Az előbbiekhöz hasonló módszerrel ez is könnyedén kiszámítható, ha felírjuk kétféleképpen a reakció standard cellareakció-potenciálját:

$$\frac{RT}{zF} \ln L = E_{\text{cell}}^0 = \varepsilon_{\text{katód}}^0 - \varepsilon_{\text{anód}}^0$$

A képletbeli jelölések az eddigiekhez hasonlóak. L kifejezése, és behelyettesítés után az oldhatósági szorzatra $6 \cdot 10^{-16}$ adódik.

d) Állítsuk össze először gondolatban azt a cellát, melynek katódjában az ehhez a feladatrészhez megadott első reakció, anódjában a második reakció játszódik le (a megfelelő irányban). Ez után állítsuk össze gondolatban azt a cellát, melynek katódjában az ehhez feladatrészhez megadott harmadik reakció, anódjában a második reakció játszódik le (a megfelelő irányban). Ekkor az eddigiekkel teljesen azonos megfontolással (ezúttal már nem részletezve) a következő két egyenlet írható fel (ε_i^0 az ehhez a feladatrészhez megadott i -edik elektródreakció standard elektródreakció-potenciálja):

$$\varepsilon_1^0 - \varepsilon_2^0 = \frac{RT}{zF} \ln \frac{[\text{Fe}^{3+}]^2}{[\text{Fe}^{2+}]^3} = \frac{RT}{zF} \cdot \frac{1}{2} \ln \frac{[\text{Fe}^{3+}]^4}{[\text{Fe}^{2+}]^6}$$

$$\varepsilon_3^0 - \varepsilon_2^0 = \frac{RT}{zF} \ln \frac{[\text{Fe}^{2+}]^6}{[\text{Fe}^{3+}]^4} = -\frac{RT}{zF} \ln \frac{[\text{Fe}^{3+}]^4}{[\text{Fe}^{2+}]^6}$$

Az egyenletrendezés során felhasználtuk a logaritmus azonosságait. Az itt lévő első egyenlet 2-szeresét a második egyenlettel összeadva:

$$2(\varepsilon_1^0 - \varepsilon_2^0) + \varepsilon_3^0 - \varepsilon_2^0 = 0$$

Innen:

$$\varepsilon_3^0 = 3\varepsilon_2^0 - 2\varepsilon_1^0$$

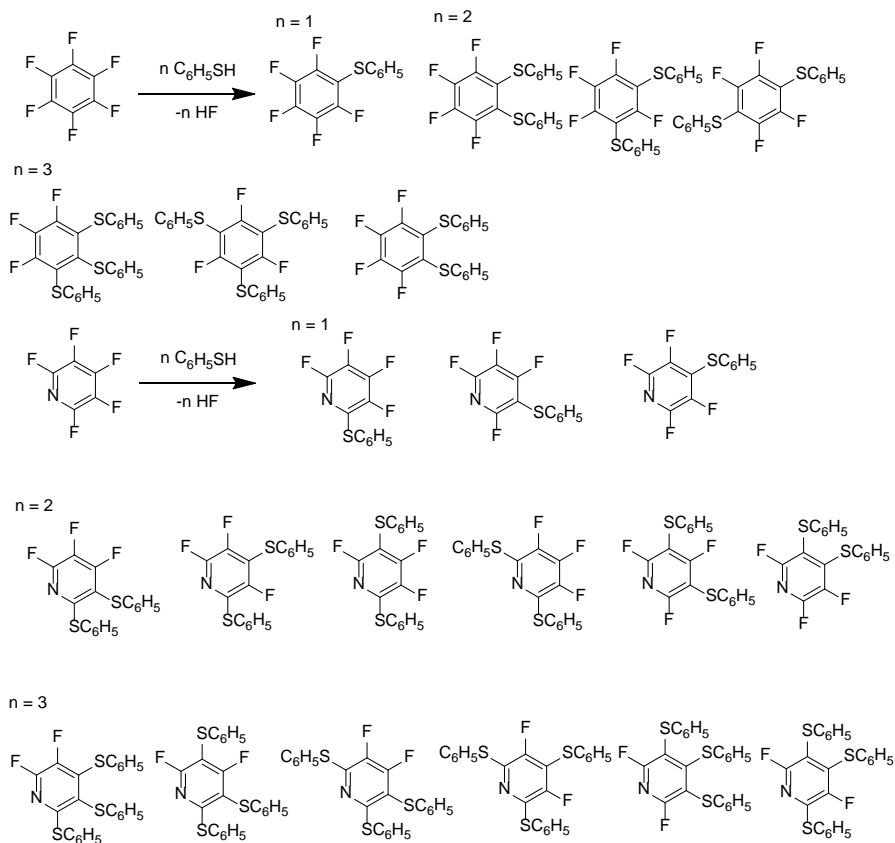
Ez tehát a felfedezhető összefüggés a három reakció standard elektródreakció-potenciálja között.

A feladat a versenyzők számára igen nehéznek bizonyult, hibátlan megoldás nem is érkezett. Megállapítható, hogy sokan sajnos tévesen alkalmazzák az elektrokémiai fogalmakat. Ezzel kapcsolatban művelődni például Dr. Láng Győző egyetemi jegyzetéből lehet. A kapott pontok átlaga mindössze 5,30 volt.

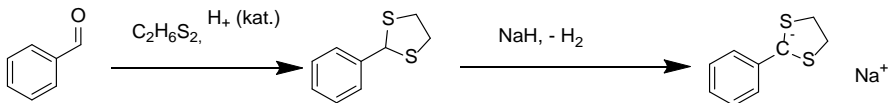
(Csorba Benjámin)

H323. a) A reakció során a fluoridok egymás után tiofenil-részletekre cserélődnek le. A lehetséges termékek száma:

Tiofenol csoportok száma	1	2	3
Hexafluorobenzollal	1	3	3
Pentafluoropiridinnel	3	6	6



b) Az A vegyület az etán-1,2-ditol, melynek égési egyenlete a következő:



A feladat nem volt nehéz, de többen nem, vagy csak hiányosan írták fel a reakcióegyenleteket.

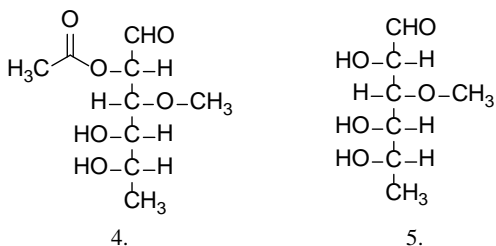
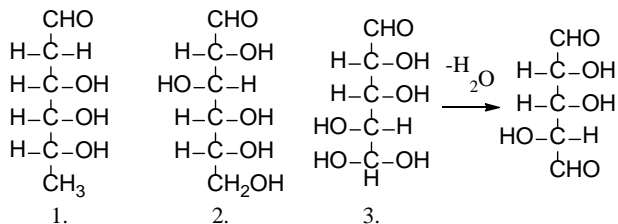
(Forman Ferenc)

H324. a) A digitoxin molekulájában megtalálható 3 monoszacharid azonos, szerkezetét az 1. számmal jelölt molekula ábrázolja. Hétköznapi neve: D-digitoxóz, szabályos neve: 2,6-didezoxi-D-ribohexóz.

b) A digitoxin nem redukáló hatású cukorszármazék, mert az összes glikozidos hidroxilcsoportja kötésben vesz részt.

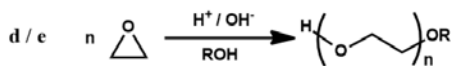
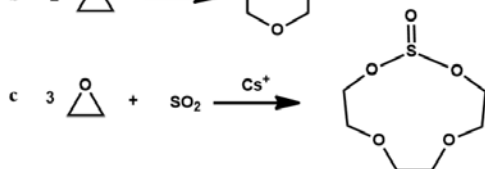
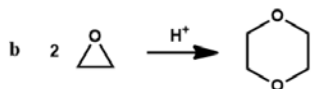
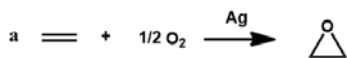
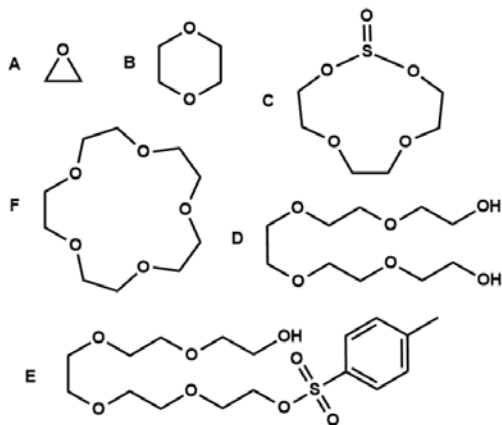
c) Az **A** molekulában két különböző monoszacharid található meg, a 2-es számmal jelölt D-glükóz és a 3-as számmal jelölt 5-hidroxi-L-lixóz (ez egy geminális diol, vízvesztéssel tovább alakul aldehiddé). Tehát az **A** molekula a D-glükózból és L-lixózból származtatható. A **B** molekulában 2-acetil-6-dezoxi-3-O-metil-L-glükóz található meg, amit a 4. molekula ábrázol, tehát az az L-glükózból származtatható. A **C** molekulában a három monoszacharid közül kettő azonos, D-glükóz, a harmadik pedig a 6-dezoxi-3-O-metil-L-glükóz, amit az 5. molekula ábrázol. Tehát a **C** molekula a D-glükózból és L-glükózból származtatható.

Ezek közül szokatlan az L-lixóz és az L-glükóz, mivel ezek L konfigurációjúak, ami a természetben ritkán fordul elő.

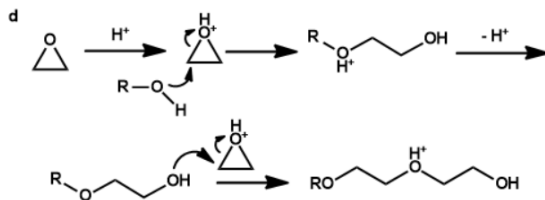


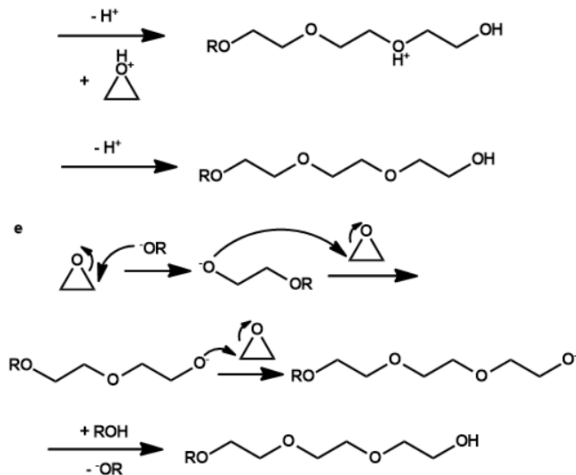
(Bacsó Zsófia Réka)

H325. a) A keresett szerkezetek és a reakciók egyszerűsített egyenletei:



b) A **d** és **e** reakció mechanizmusa:

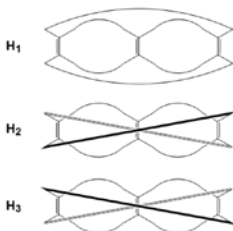




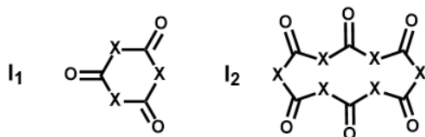
c) A két koronaéter (illetve ahhoz hasonló) molekula előállítása során a jelenlévő alkálifém kationok „maguk köré” koordinálják az első lépésekben képződő kisebb poliéter-részleteket, így elősegítve a kívánt termékek képződését teljes polimerek helyett. Ezt nevezik tág templát-effektusnak. A NaH bázis használata az **F** vegyület előállításakor azért előnyös, mert már önmagában tartalmazza a szükséges fémiont is a szerves bázisokkal szemben. Utóbbi alkalmazása esetén valamilyen plusz fémsót kellene még a rendszerbe vinni a kívánt reakció eléréséhez.

d) A bázis hatására a szabad hidroxi-végek szubsztituálják a tozilcsoportot tartalmazókat, az így kialakuló gyűrű lehet a „hagyományos” változat (**H₁**), de ez a rendszer már képes Möbius-szalagszerűen megcsavarodni és kialakítani **H₂** és **H₃** szerkezeteket is. **H₁** és a csavart szerkezet egymás topológiai izomerei (topoizomerek), a csavarton belül **H₂** és **H₃** egymás enantiomerei.

A szerkezetek sematikus ábrái:



A felrajzolt szerkezetek ozonolízisekor **H**₁-ből két gyűrű kiválásával kapunk 2 ekvivalens **I**₁-et, **H**₂ és **H**₃-ból pedig 1 ekvivalens **I**₂-t, a kiralitás elvész. Ezek szerkezetei (X = -CH₂O(CH₂CH₂O)₂CH₂-):



Az esetleg képződő nagyobb gyűrűket, polimereket, illetve félig reagált molekulákat nem vizsgálták, kis mennyiségben persze nem kizárt a keletkezésük.

A kén-dioxid beépülésével létrejövő koronaétert leíró cikk:

H. W. Roesky; H. G. Schmidt; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **24**, 8, p. 695 (1985)

A molekuláris Möbius-szalag előállításáról szóló cikk:

D. M. Walba; R. M. Richards; R. C. Haltiwanger; *J. Am. Chem. Soc.*, 104, 11, p. 3219-3221 (1982)

Hasznos tanács lehet, hogy mechanizmust nem lehet szóban leírni, azt mindenképp rajzolni kell. Ezen felül rajzolása közben: igen ritkák a köztes szerkezetekben a primer karbokationok, valamint ilyen egyszerű körülmények közt a trialkil-oxóniumionok is, ezek feltételezése visszatérő hiba volt. Középiskolában ritka az ilyen feladat, de érdemes utánaolvasni, milyen módon és célból szokták az ilyeneket felvázolni összetettebb reakciónál. Az alap szerkezetek és reakciók kitalálása nem bizonyult nehéznek. Az utolsó feladatrészen többen nem gondoltak a termékek kiralitására, ezt a lehetőséget érdemes mindig megvizsgálni. A legjobb megoldást Simon Vivien Klaudia és Debreczeni Dorina küldte be, gratulálunk nekik!

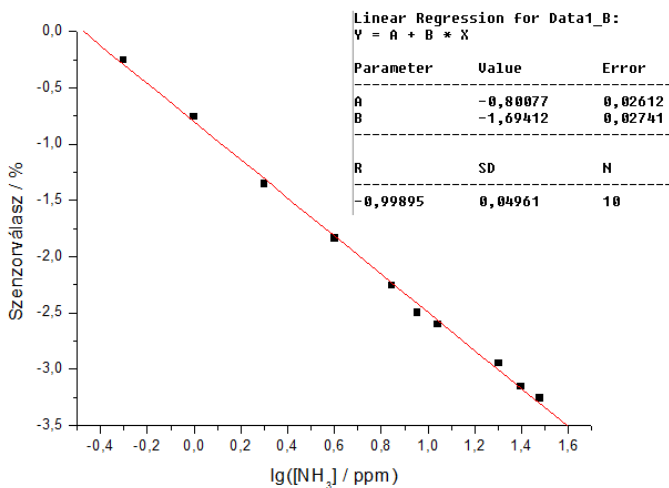
(Szobota András)

H326. A feladatban látható ábrát szemlélve könnyedén észrevehető, hogy a vízszintes tengely beosztása eltér a megszokott, lineáris beosztástól: ez a skála logaritmikusan van felvéve. Ez alapján egyértelmű, hogy nem a szenzor válasza és maga az ammónia-koncentráció (ppm-ben) között van lineáris összefüggés, hanem a szenzorválasz és az ammónia koncentrációjának logaritmusosa közt. Az,

hogy milyen alapú logaritmust használunk, teljesen mindegy, mivel a logaritmus azonosságai alapján (lásd „áttérés új alapra”) ezek konstansszorosai egymásnak. Itt a megoldásban az egyszerűség kedvéért 10-es alapú logaritmussal számolok, mivel a legtöbb versenyző ezt használta (a többiek természetes alapú logaritmust használtak, vagy rosszul oldották meg a feladatot). Ehhez először számítsuk ki a megadott ammóniakoncentrációk 10-es alapú logaritmusát:

$[\text{NH}_3] / \text{ppm}$	$\lg([\text{NH}_3] / \text{ppm})$
0,500	-0,301
1,00	0,000
2,00	0,301
4,00	0,602
7,00	0,845
9,00	0,954
11,0	1,041
20,0	1,301
25,0	1,398
30,0	1,477

Most már ábrázolhatjuk az ammóniakoncentráció logaritmusának függvényében a szenzorválaszt, és egyenest illeszthetünk ezekre az adatpontokra. Ez látható a következő ábrán.



Látható, hogy az egyenes paramétereinek relatív hibája kicsi, 4 % alatti mindkét paraméter esetén, illetve, hogy az egyenes R^2 jósági foka 0,9979, tehát a közelítés jó (az illesztés annál pontosabb, minél közelebb van a jósági fok 1-hez).

Ez alapján az ammóniakoncentráció és a szenzorválasz közti összefüggés (y a szenzorválasz %-ban, x az ammóniakoncentráció ppm-ben):

$$y = -0,80077 - 1,69412 \lg x$$

Innen x -et kifejezve, majd y helyére a kért $-3,812$ értéket helyettesítve:

$$x = 10^{\frac{y+0,80077}{-1,69412}} = 10^{\frac{-3,812+0,80077}{-1,69412}} = 59,9$$

Ez alapján, feltételezve, hogy az extrapolációval kapott eredmény helyes (azaz a 0,5 ppm és 30 ppm közti adatpontokra illesztett függvény jó közelítéssel helyes eredményt adhat ezen a tartományon kívül is), a keresett ammóniakoncentráció 59,9 ppm.

Megjegyzés: A különböző egyenesillesztő programok (Origin, Excel) a legkisebb négyzetek módszerének segítségével határozzák meg az egyenes együtthatóit. A legkisebb négyzetek módszerének alkalmazásakor az egyenes olyan paramétereit (m meredekség, b függőleges tengelymetszet) keressük, amelyek mellett a következő kifejezés minimális:

$$Q(m, b) = \sum_{i=1}^{10} [(m \lg x_i + b) - y_i]^2$$

A kifejezésben $\lg x_i$ az i -edik mérés független változója (esetünkben az ammóniakoncentráció logaritmus), y_i pedig a függő változó (esetünkben a szenzorválasz). Tehát az egyenes azon paramétereit keressük, melyek esetén az illesztés alkalmazásával kapott közelítő érték, és a mért érték különbségeinek négyzetösszege minimális. Ezért hívjuk a módszert a legkisebb négyzetek módszerének. Ha a $Q(m, b)$ kétváltozós függvény adott paraméterek mellett minimális, akkor ott a függvény parciális deriváltjainak értéke zérus, azaz:

$$\begin{aligned}
 0 &= \frac{\partial Q}{\partial m} = 2 \sum_{i=1}^{10} [(m \lg x_i + b - y_i) \cdot \lg x] = \\
 &= 2 \cdot \left(m \sum_{i=1}^{10} \lg^2 x_i + b \sum_{i=1}^{10} \lg x_i - \sum_{i=1}^{10} (\lg(x_i) y_i) \right) \\
 0 &= \frac{\partial Q}{\partial b} = 2 \sum_{i=1}^{10} (m \lg x_i + b - y_i) = 2 \cdot \left(m \sum_{i=1}^{10} \lg x_i + 10b - \sum_{i=1}^{10} y_i \right)
 \end{aligned}$$

Behelyettesítve a megfelelő adatpárokat, elvégezve az összegzéseket és egyéb egyszerűsítéseket, a következő egyenletrendszer adódik:

$$\begin{cases} 9,082m + 7,619b + 21,487 = 0 \\ 7,619m + 10b + 20,915 = 0 \end{cases}$$

Ezt megoldva a megoldásban közölt együtthatókat kapjuk. (Ez a levezetés is, és az ábrázolás is teljes értékű megoldásként lett elfogadva. Ha valaki csak két adatpont alapján számolta ki a paramétereket, az pontatlan, nem teljes értékű megoldás.)

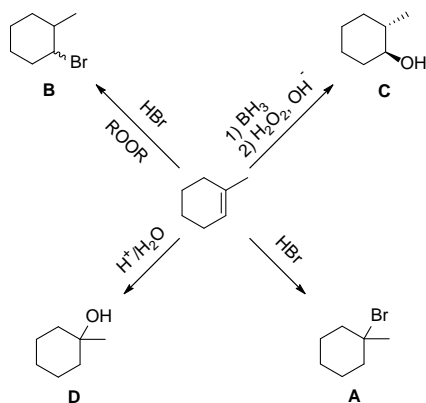
A feladat viszonylag könnyűnek bizonyult, több teljes pontszámú megoldás is érkezett. Ezeket Csécsi Marcell, Debreczeni Dorina, Ficsór István Dávid és Sajósi Benedek küldték. Csécsi Marcell egyenleteit kis igazítás után a Megjegyzés rovatba is átvettem. Az átlagpontszám 6,53 pont volt.

(Csorba Benjámin)

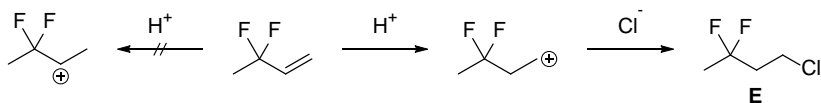
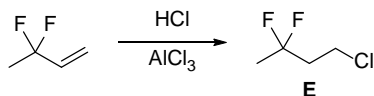
H327. a) Az **A–D** vegyületek mindannyian 1-metilciklohex-1-énből keletkeznek különböző addíciós reakciók főtermékeként. Az alábbi táblázatban összefoglaltuk az ekkor lejátszódó folyamatok jellemzőit.

#	Főtermék	Regioszelektivitás	Sztereoszelektivitás
1	A	Markovnyikov	nincs
2	B	<i>anti</i> -Markovnyikov	nincs
3	C	<i>anti</i> -Markovnyikov	szin-addíció
4	D	Markovnyikov	nincs

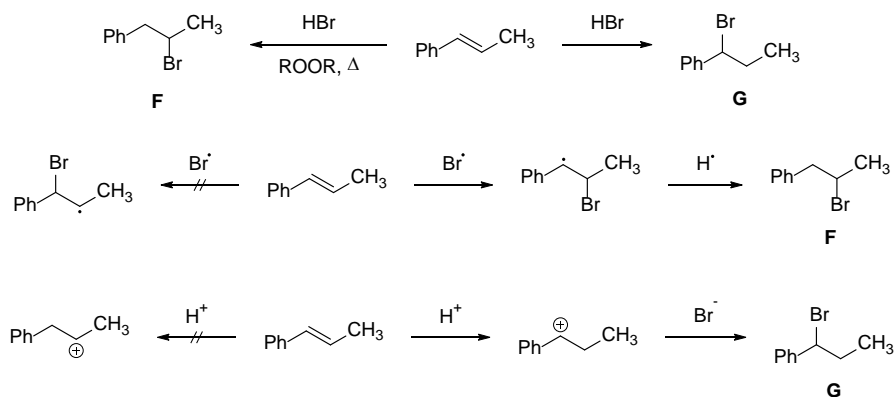
A Markovnyikov-termékek (**A** és **D**) akirálisak, míg az *anti*-Markovnyikov-termékek (**B** és **C**) királisak. Ebből adódóan **A** és **D** egy-egy szerkezetet jelöl. A **2** gyökös mechanizmusú HBr-addíció esetén a sztereoselektivitás hiánya miatt 2-féle szerkezetű molekula tud képződni (az optikai izomériát is figyelembe véve összesen 4), a hidroboráláskor (**3** reakció) pedig a sztereoselektív addíció miatt csak 1-féle (optikai izomériával is számolva összesen 2). A főtermékek szerkezetét a sztereokémiájuk feltüntetésével a következő ábrán mutatjuk be.



A 3,3-difluorbut-1-én HCl-addíciójakor létrejönni képes két karbokation közül a primer a stabilabb, ugyanis a két fluoratom negatív induktív ($-I$) effektusa, elektronvonzó tulajdonsága révén annál kevésbé destabilizálja a karbéniumiont, minél messzebb helyezkedik el tőle a pozitív töltés. Ennek megfelelően a primer karbokationon keresztül játszódik le a reakció és az előbb ismertetett elektronikus okok miatt az *anti*-Markovnyikov-termék (**E**) keletkezik főtermékként.



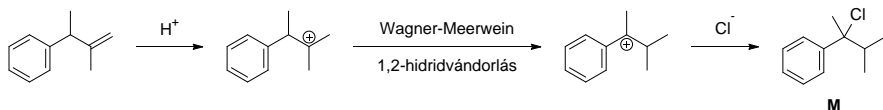
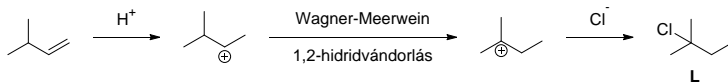
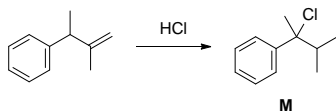
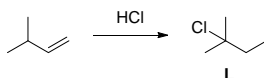
Az **F** főterméket eredményező HBr-addíció gyökös, míg a **G** képződésével járó folyamat ionos mechanizmus szerint játszódik le. Mind a gyök, mind a karbokation esetében a két-két lehetségesen létrejövő részecske közül az a stabilabb, amelyikben a párosítatlan elektron, illetőleg a pozitív töltés azon a szénatomon található, amelyikhez a fenilcsoporthoz kapcsolódik, hiszen a gyököt és a karbéniumiont egyaránt a metilcsoporthoz viszonyítva nagyobb pozitív induktív (+I) effektussal, elektronküldő tulajdonsággal rendelkező fenilcsoport jobban képes stabilizálni. Ezzel és a mechanizmussal egybehangzóan jutunk az alábbi ábrán bemutatott **F** és **G** főtermékhez.



b) A 3,3-dimetilbut-1-én HBr-addíciója, valamint savkatalizált vízaddíciója az előző feladatrészben ismertetettekhez hasonlóan ionos mechanizmus szerint játszódik le, amelynek első lépésében a molekula protonálódásával mindkét esetben ugyanaz a szekunder karbokation jön létre. Ez a köztitermék azonban oly módon stabilizálódik, hogy a pozitív töltéssel szomszédos szénatomról egy metilcsoport átvándorol, létrehozva ezáltal a stabilabb tercier karbéniumiont. A folyamatot 1,2-metilvándorlásnak nevezik, amely a Wagner–Meerwein-átrendeződés egyik lehetséges megnyilvánulási formája.

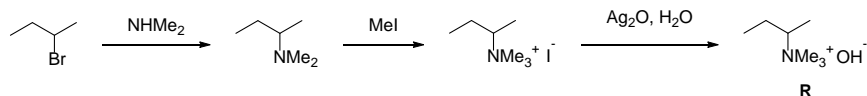
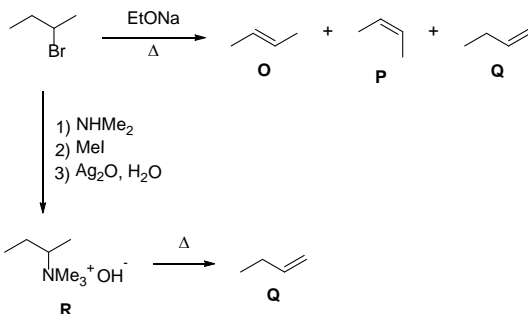
Az **1** és **2** vegyületek szerkezetéből szembeűnik, hogy azok Wagner–Meerwein-átrendeződés nélküli átalakulásokban keletkeznek. Ahhoz, hogy elkerüljük a nemkívánatos átrendeződést, olyan reagenseket kell választanunk, amelyek nem kationos jellegű köztiterméken keresztül

Az **L** és **M** vegyületek keletkezésekor szintén lényeges szerepet játszik a Wagner–Meerwein-átrendeződés, viszont ekkor a karbokation nem metilcsoport, hanem egy hidrogénatom vándorlásával stabilizálódik, mert ellenben az 1,2-hidridvándorlással, az alkilcsoport átrendeződése nem jár energetikailag kedvezőbb szerkezet létrejöttével. Az **L** klórozott szénhidrogén példájában az átrendeződés folytán magasabb rendű karbéniumion jön létre (szekunderből tercier), míg az **M** aromás klórszármazék esetén ugyan nem történik rendűségbeli változás (tercier marad), viszont a pozitív töltés áthelyeződésével stabilabb karbokation alakul ki a fenilcsoport az a) feladatrészen már említett elektronküldő hatása miatt.



c) 2-brómbutánt nátrium-etoxid kis térigényű nukleofil bázissal hevítve a Zajcev-szabálynak megfelelő főtermékek képződnek, ami a but-2-én cisz- és transz-izomerét (**O** és **P**) jelenti. Az elimináció mellékterméke a Hofmann-szabály alapján keletkező but-1-én (**Q**). A másik reakcióút a Hofmann-elimináció folyamatát mutatja be, amelynek körülményei között a Hofmann-termék, vagyis a but-1-én (**Q**) a főtermék. Ennek első lépésében alifás nukleofil szubsztitúciós reakcióban a dimetil-amin tercier amint hoz létre, amelyet metil-jodiddal metilezve kvaterner ammónium-jodid sóhoz jutunk. Ez Ag_2O és H_2O jelenlétében, AgI csapadék leválása mellett kvaterner ammónium-hidroxid sóvá alakul, amelynek a zsúfolt térbeli

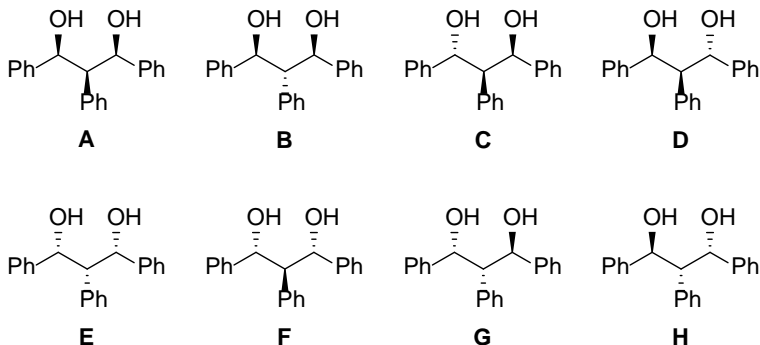
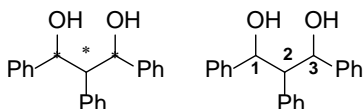
elrendeződése miatt hevítés hatására trimetil-amin és víz kilépésével a Hofmann-termék keletkezik.



A példa sajnos szinte minden versenyzőt alaposan megréft, ugyanis a beküldők többsége egyáltalán nem vette figyelembe a Wagner-Meerwein-átrendeződés bekövetkeztét. Ezenkívül a megoldók regio-szelektivitási szabályokkal és a karbokationok stabilitásával kapcsolatos ismeretei is hagytak kívánnivalót maguk után. Egy hibátlan, teljes értékű megoldás sem született, kiemelkedő volt azonban Benkő Dávid dolgozata. Átlagpontszám: 3,88 pont.

(Baglyas Márton)

H328. Mivel az 1,2,3-trifenilpropán-1,3-diol molekulája első közelítésben három kiralitáscentrumot tartalmaz, ezért összesen $2^3 = 8$ lehetséges sztereoizomere létezik, hiszen minden egyes aszimmetriacentrum körül kétféle konfiguráció alakulhat ki. Ezeknek (A–H) a szerkezetét az alábbi ábrán mutatjuk be.



Amennyiben az adott szerkezetben az 1-es és a 3-as jelzésű szénatomhoz kapcsolódó OH csoport térállása megegyezik, akkor a vizsgált molekula rendelkezik belső tükörsíkkal, emiatt akirális. Erről van szó az **A**, **B**, **E** és **F** esetében. A többi négy izomer (**C**, **D**, **G** és **H**), amelyben eltérő az 1-essel és a 3-assal jelölt szénatomhoz kapcsolódó OH csoport térállása, királis, ugyanis ezeknek a molekuláknak nincsen belső tükörsíkja.

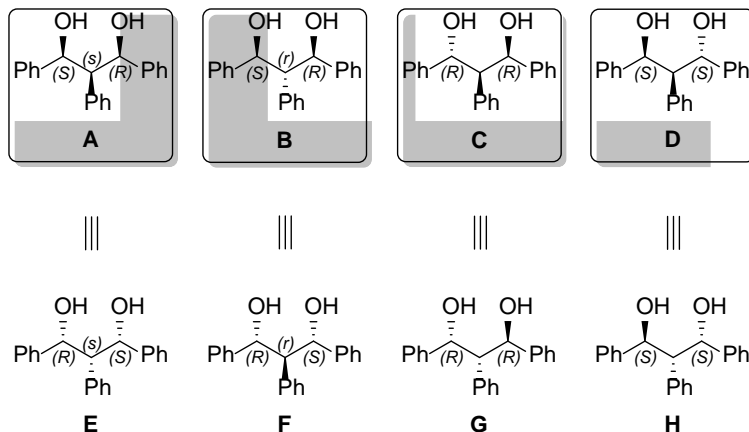
Ügyelni kell azonban arra, hogy az **A–E** és **B–F** izomerek páronként azonosak, mert a belső tükörsíkjuknak köszönhetően akirálisak, aminek következtében a tükörképi párjukkal fedésbe hozhatók (mezo vegyületek). Ezekben a szerkezetekben a 2-essel jelzett szénatom ún. pszeudo-aszimmetriacentrum. Szintúgy páronként azonos molekulák alkotják a **C–G** és **D–H** izomerpárokat, ugyanis ezen négy szerkezet esetén a 2-essel jelölt szénatom valójában nem kiralitáscentrum. Ennélfogva hiába változtatjuk meg a 2-es jelzésű szénatomhoz kapcsolódó fenilcsoport térállását, ekvivalens, vagyis egymásba átvihető térszerkezethez jutunk ekkor.

Az előzőket összefoglalva, a következő mondható el.

Akirális: **A**, **B** (és **E**, **F**)

Királis: **C**, **D** (és **G**, **H**)

Tehát a 8 lehetséges sztereoiszomer között mindösszesen 4 különböző található: 2 mezo vegyület – **A** és **B**, valamint egy enantiomerpár – **C** és **D**. Ezeket az eltérő molekulákat az alábbi áttekintő ábrán bekeretezéssel jelöltük.



A királis izomerek optikailag aktívak, közöttük az eltérő (fajlagos) optikai forgatóképességük alapján lehet különbséget tenni, azaz, hogy milyen mértékben és irányban forgatják el a síkban (lineárisan) polarizált fény rezgési polarizációs síkját.

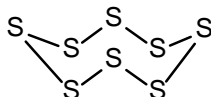
Jelen példában a **C** és **D** enantiomert kellett megkülönböztetni egymástól. Ilyenkor a két, egymással enantiomer viszonyban álló molekulára meghatározott fajlagos optikai forgatóképesség egymás ellentettje, ami annak köszönhető, hogy az enantiomerek a síkban polarizált fény polarizációs síkját ugyanolyan mértékben forgatják el, csak ellentétes irányban – egyik balra, míg a másik jobbra. Mivel egyéb fizikai tulajdonságaik (olvadáspont, forráspont, törésmutató, dipólusmomentum stb.) megegyeznek, ebből kifolyólag azokat nem lehet segítségül hívni a megkülönböztetésükben.

A feladat a beküldők többségének alapvetően nem okozott nagyobb gondot, főként csak apróbb figyelmetlenségi hibák csúsztak be. Azonban visszatérő hibaként fordult elő a megoldásokban, hogy az azonos izomereket különbözőnek tekintették, illetve néhány megoldón kifogott a molekulák királis, akirális voltának a megállapítása is. Öt hibátlan, teljes értékű megoldás született, amelyeket Debreczeni Dorina, Ficsór István

Dávid, Nguyen Bich Diep, Sajósi Benedek és Yokota Adan küldött be.
 Átlagpontszám: 8,48 pont.

(Baglyas Márton)

H329. a) A kénmolekula térszerkezete:

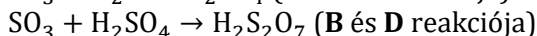
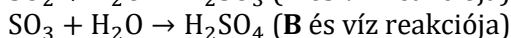
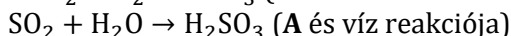
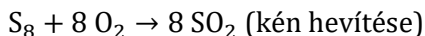


A molekula tükörsíkjai azok a síkok, amelyek a molekula minden második atomja által meghatározott síkra merőlegesek és két szemközti kénatomon haladnak át. Az S_8 molekula tehát 4 tükörsíkot tartalmaz.

b) Az **A-E** betűk az alábbi vegyületeket jelentik:

A: SO_2	B: SO_3	C: H_2SO_3	D: H_2SO_4	E: $H_2S_2O_7$

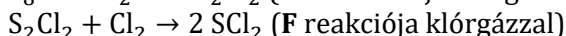
A szövegben említett reakciók egyenletei:

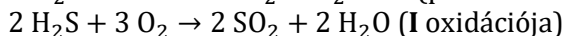
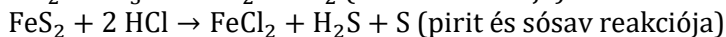
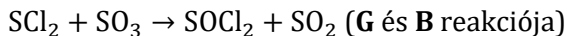


c) Az **F-I** betűk a következő vegyületeket jelentik:

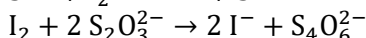
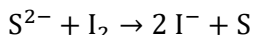
F: S_2Cl_2	G: SCl_2	H: $SOCl_2$	I: H_2S

A megemlített reakciók egyenletei:





d) A gyógyvízminta vizsgálata során a kénhidrogént jóddal oxidálták, majd a jódfelesleg mennyiségét visszatitrálással határozták meg. A lejátszódó reakciók a következők voltak:



Az összes jód mennyisége $12,5 \text{ cm}^3 \cdot 0,030 \text{ M} = 0,375 \text{ mmol}$ volt. A visszamaradt jód titrálása során $9,56 \text{ cm}^3$ $0,0500 \text{ M}$ -os tioszulfát mérőoldat fogyott, amiben $0,478 \text{ mmol}$ tioszulfát volt. Ez feleannyi, azaz $0,239 \text{ mmol}$ jóddal egyenértékű. A többi jód ($0,136 \text{ mmol}$) a gyógyvíz H_2S -tartalmára fogyott. Tehát az 500 ml (azaz 500 g) minta $0,136 \text{ mmol}$ kénhidrogént tartalmazott.

$$c = \frac{0,136 \text{ mmol} \cdot 34 \text{ g/mol}}{0,5 \text{ kg}} = 9,25 \text{ mg/kg} = 9,25 \text{ ppm}$$

A legtöbb beküldőnek az F vegyület kitalálása okozott gondot, néhányan pedig a számolás során vétettek hibát. Az egyetlen hibátlan megoldást Debreczeni Dorina küldte be.

(Balbisi Mirjam)

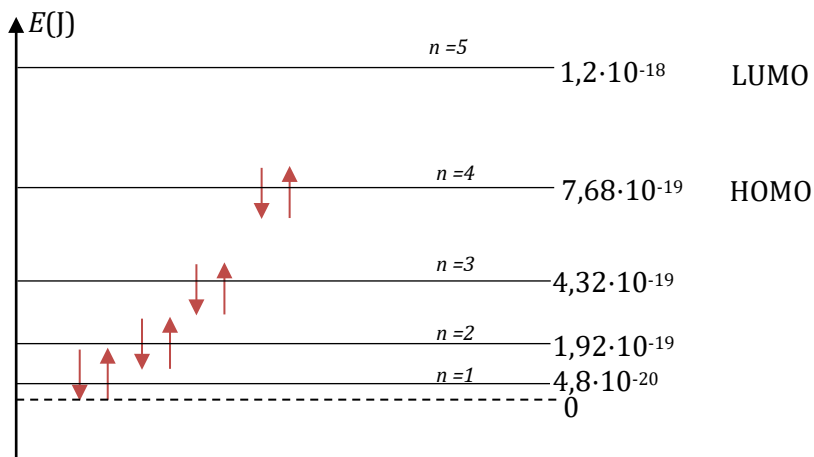
H330. a) Az 1,3,5,7-oktatetraén egy nyílt láncú konjugált polién, amelyben 8 db π elektron található. Egy ilyen rendszer leírását egydimenziós dobozba zárt részecske közelítéssel is megtehetjük, ebben az esetben az alkalmazott egy dimenziós doboz hossza:

$$L = 8 \cdot 1,40 \text{ \AA} = 8,32 \text{ \AA}$$

A Pauli-elv értelmében minden molekulapályán maximum két elektron helyezkedhet el és nincsen semmilyen olyan ok, ami miatt azonos energiájú molekulapályák lehetnének. Így a főkvantumszámokat használva a megfelelő energia képlet alkalmazásával megszerkeszthető az energiadiagram. Sajnos itt hiba csúszott a feladat kiírásába, ugyanis az energiaképlet helyesen a következőképpen néz ki:

$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$$

Az energiaszintek $n=5$ -ig ábrázolva és $n=4$ -ig betöltve, a megfelelő energia értékek feltüntetésével a következőképpen néz ki (Sajósi Benedek ábrájának felhasználásával):



Az elektronok összenergiája a következőképpen számítható:

$$E_{\text{össz}} = 2(E_1 + E_2 + E_3 + E_4) = 2,8817 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

b) A HOMO, a legmagasabb energiájú betöltött pálya az $n = 4$ lesz, míg a legalacsonyabb betöltetlen pályája, a LUMO az $n = 5$ lesz.

A HOMO-ról LUMO-ra történő gerjesztéshez szükséges fény hullámhossza a következőképpen számítható:

$$\lambda = \frac{hc}{(E_5 - E_4)} = 459,55 \text{ nm}$$

A feladat könnyűnek bizonyult, a beküldők többségének jól sikerült a megoldása. A legtöbb hiba abból adódott, hogy gyűrűs vegyületnek tételezték fel az oktatetraént, illetve a legtöbb esetben elmaradt az összenergia kiszámítása.

(Varga Szilárd)



KERESD A KÉMIÁT!

Szerkesztő: Keglevich Kristóf

Kedves Diákok!

Vége a 2019/2020-es tanév *Keresd a kémiát!* versenyének. Az összes forduló feladatait beküldők közül Horváth Lilla (a kaposvári Tánacsics Mihály Gimnázium tanulója, tanára: Kertész Róbert), illetve Lovas Miklós (a debreceni Tóth Árpád Gimnázium diákja, tanára: Várallyainé Balázs Judit) volt a legeredményesebb, akik fej-fej mellett végeztek, 108,5 és 108 pontot gyűjtöttek. A két első helyezett közül Lilla megoldásait igen szépen szerkesztve küldte, Miklós válaszai tömörségükkel és rendezettségükkel hívták föl magukra a figyelmet. 107 pontjával alig maradt le tőlük a válaszait nagy körültekintéssel, gondosan szerkesztve küldő, ezüstérmes Lelkes Máté (Székesfehérvári Vasvári Pál Gimnázium, tanára: Szabó Endre), illetve a bronzérmes Bodnár Mária (Soproni Széchenyi István Gimnázium, tanára: Kiss-Husza Pálma), aki 97 ponttal zárt. Gratulálok a dobogósoknak, a verseny többi résztvevőjének és felkészítő tanáraiknak is!

Szeretném megemlíteni, hogy idén is a soproni Szent Orsolya Római Katolikus Általános Iskola, Óvoda és Kollégium volt az az oktatási intézmény, ahonnan a legtöbb diák küldött be megoldásokat (tanáruk: Sántha Erzsébet).

Lilla, Miklós, Máté és Mária jutalma a KÖKÉL egyéves előfizetése.

*

A 2020/1. és 2. számban kitűzött feladatok megoldása

6. idézet: allotrópia és polimorfia, pici ásványtan

Ha ugyanazon anyag részecskéi különböző kristályszerkezeteket is alkothatnak, általánosságban a **polimorfia** jelenségről beszélünk. Ezt az elemek esetén (szűkebben) **allotrópiának** nevezzük. Pl. a leggyak-

rabban trigonális formában kristályosodó **kvarc** (SiO_2) polimorf módosulatai a rombos **tridimit** és a tetragonális vagy szabályos szerkezetű **krisztobalit**. Maga a kvarc is többféle változatban jöhet létre: a hegyi-kristály mellett az ametiszt, a rózsakvarc, a kalcedon, a jáspis és az achát különféle nyomelemeket tartalmaznak, de mind a kvarc változatainak tekinthetőek.

Példák az allotrópiára: a fehér- és a vörösfoszfor (utóbbi a fehér módosulatból légmentes térben történő óvatos hevítéssel állítható elő), illetve az ibolya és a fekete foszfor; a rombos és a belőle 96 °C felett képződő monoklin kén; végül az ón módosulatai: 13 °C alatt a gyémántrácsú, nemfémesszürke ón, 13 °C és 161 °C között a négyzetes ón, afölötti hőmérsékleten pedig a rombos ón. A CaCO_3 polimorf formái: nagy nyomáson (a rombos kristályrendszerű) aragonitként kristályosodik, míg kis nyomáson főként kalcitként (mely trigonális rendszert képez). Az FeS_2 lehetséges formái a köbös pirit és a rombos markazit, az $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{SiO}_3)$ -é pedig a triklin kianit és a rombos andaluzit.

A módosulatok fizikai és kémiai tulajdonságai jelentős mértékben különbözhetnek, pl. a szürke ón nem vezeti az áramot, a fehér és rombos igen. A gyémánt igen kemény és elektromos szigetelő, a grafit puha és vezető.

7. feladat: rádium a Hévízi-tóban és a Doramad fogkrémben

A **Hévízi-gyógyító** vizét az átlagos háttérszint feletti természetes eredetű radioaktivitás jellemzi, ami elsősorban a radonnak (^{222}Rn) köszönhető. Ez a rádium 226-os tömegszámú izotópjának bomlásterméke (α -bomlás), a tó vize és az aljzatául szolgáló tőzegiszap tehát – igen kis koncentrációban – **Ra^{2+} -iont** is tartalmaz. A gyógyvízben a kén szulfidion (S^{2-} , esetleg HS^- vagy H_2S) formájában fordul elő.

A **radiolumineszcencia** az a jelenség, amikor egy anyagot radioaktív sugárzás ér, ennek hatására gerjesztett állapotba kerül, majd az alapállapotba való visszatéréskor látható fényt bocsát ki. A rádium mellett tehát a **gerjesztendő anyag** is szükséges, ez az 1920-as évek Amerikájában sötétben világító óraszámlopokat és mutatókat készítő „rádiumlányok” esetében rézzel (az aktivátorral) szennyezett cink-szulfid keverék volt. Ez zölden világító színt adott. (Az ezüst aktivátor kék színt, a mangán sárgásnarancs fényt eredményezett volna.)

A bármiféle óvintézkedés nélkül dolgozó „**rádiumlányok**” – gyakran szájukkal nedvesítették meg az ecset végét, így folyamatosan rádiumot vittek be a szervezetükbe – hamarosan mérgezés tüneteit tapasztalták magukon: kihulltak a fogaik, állkapocscsontjuk fáj, később széttört (radium jaw, azaz rádium állkapocs), arcukon, állukon és gégejükön nyitott fekélyek keletkeztek, testük a sötétben halványan világított, csontjaik lyukacsossá váltak, egyikük-másikuk egy idő után már mozogni sem tudott. A **sugárbetegség** sok esetben halálhoz vezetett.



Ettől függetlenül a különböző **rádiumos kozmetikumok**, testápoló szerek az 1920-as évektől egészen az 1950-es évekig forgalomban voltak: rúzs, arckrém, púder, fogkrém, szappan, fürdősó, gyapjú jégeralsó, csokoládé, kétszersült (rádiumos vízzel), energizáló ásványvíz ("energiatal"). Fiatalító, energizáló hatást tulajdonítottak a rádiumnak. Mindenhatónak gondolták, csak mert daganatos betegségek esetében olykor tényleg hatásosnak bizonyult. A mellékelt képen rádium (tórium-X) tartalmú fogkrém látható, amely "természetes frissességet teremt a szájban."

A ma is kapható **tríciumos órák** 20–30 évig is világítanak éjjel-nappal. A trícium felezési ideje $T = 12,3$ év, így 25 év múlva a radioaktív bomlástörvény alapján a radioaktív atommagok száma

$$N_0 \rightarrow N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 \cdot 2^{-\frac{25}{12,3}} = 0,244 \cdot N_0$$

és így az üvegcsőbe zárt trícium aktivitása az eredeti 24,44%-ára csökken. (Egyszerűbb gondolatmenettel: mivel a felezési idő 12,3 év, ami a 25 évnek körülbelül a fele, az aktivitás 25 év alatt a felének a felére, azaz az eredeti negyedére csökken.)

A trícium által kibocsátott β -részecske az elektronnal azonos. Az atommagból távozó elektron a cső belső falára fölvitt radiolumineszcens festéket gerjeszti. Ha a festék a cső külső részén lenne, kevesebb elektron gerjesztené, hiszen jelentős részüket elnyelné a cső fala.

8. idézet: a timsó és a kvarc

A timsó képlete $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, kristályvíztartalmát is kifejező tudományos neve **kálium-alumínium-szulfát-dodekahidrát**. A borbélyok sebösszehúzó hatása miatt alkalmazták, ugyanakkor **E522** jelöléssel savanyúságot szabályozó, valamint csomósodást gátló élelmiszeripari adalékanyag is. A timsó latinul alumen, innét származik az alumínium név (a 19. század első felében tükörfordítással a timany elnevezést próbálták meghonosítani). Az 1700-as évektől megnőtt a timsó utáni kereslet, ugyanis a bőrcserzésben, a textilfestésben és a papírgyártás során is szükség volt rá. Magyarországon elsőként Parádon létesült timsógyár, ugyanis a Fehérkő-hegy oldalában, a mai Parádfürdőtől északra egy forrás vizében timsót találtak. Az alunit nevű ásvány – $KAl_3(OH)_6(SO_4)_2$ – felépítése nagyon hasonlít a timsóéra.

A Tolnai Ottó-idézethez kapcsolódóan: a vasúti vágány alátámasztását szolgáló ágyazat régebben bányakavicsból (is) készült, így kerülhetett kvarc a **vasúti töltés**be. Az ágyazatok anyaga ma többnyire zúzottkő, ami megfelelő méretűre zúzott magmás kőzeteket: bazaltot, andezitet, gránitot (azaz lényegileg kalcium-, magnézium- vas- és egyéb fémek szilikátjainak keverékét) stb. jelent.

9. idézet: Döbrögi és az „égett bor”

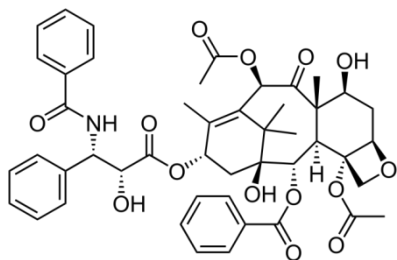
Az „égett bor” szűkebb értelemben borból párolt (desztillált) szesz, borszesz. Italboltokban manapság **konyak** vagy **brandy** néven forgalmazzák. Az égetett szesz italok tágabb értelemben valamilyen szénhidráttartalmú anyag erjesztésével készült cefre lepárlásával készült magas alkoholtartalmú fluidumok. Döbrögi sebeire – miután Lúdas Matyi először megverte az erdőben – feltehetően az alkohol fertőtlenítő hatása miatt kentek borszeszt. A fertőtlenítő etanolhoz adott mentol – egy **terpenoid**, azaz **oxigéntartalmú izoprénvázis vegyület** – aromaanyag.

10. idézet: Agatha Christie és a mérgező tiszafa

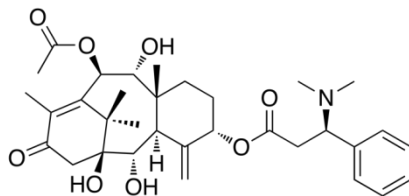
A közönséges tiszafa (*Taxus baccata*) gyakorlatilag minden része mérgező, kivéve bogyójának – pontosabban: álmérésének – vörös színű, jellegzetes vörös színű magköpenyét. A tiszafa mérgét számos összetevő alkotja, ezek közül Agatha Christie *Egy marék rozs* c. regényében a taxint emelte ki, de a mérgező hatásért a taxin-A és a még fontosabb taxin-B mellett a taxol is felelős. A taxin-B okozta mérgezés hányingerrel, remegéssel, gyenge pulzussal, nehéz légzéssel, ájulással és szívelégtelenséggel jár.



Mind a taxol, mind a taxin-A, mind a taxin-B az alkaloidák közé tartozik.



A taxol



A taxin-B

A taxol molekulájában a nitrogénatom amidcsoport része, a taxin-B-ben pedig terciér aminocsoportot (szaknevéen: nitrilcsoportot) alkot. Mindkét molekulában előfordul észter-, hidroxil- és karbonilcsoport, a taxol ezenkívül még egy étercsoportot is tartalmaz.

A taxolt paklitaxel néven tumorelles (azaz rákellenes) gyógyszerként is használják.

*

Egyes diákok megoldásaiban az itt közzétettnél sokkal bővebb válaszok szerepeltek, amelyekre külön nem tértem ki. Remélem, tanulságosak voltak a feladatok, és rámutattak arra, milyen érdekes és gazdag tananyag a kémia.

*

A harmadik és negyedik forduló során a következő eredmények születtek:

	Név	6.	7.	8.	9.	10.	Σ
1.	Aszódi Réka (9.)	9	14	10	5	5	43
2.	Bali Zsófia (9.)	10	7	-	-	-	17
3.	Bodnár Mária (9.)	11,5	15,5	11	4	7	49
4.	Cseke Julianna (9.)	-	-	10	5	12	27
5.	Gabnai Márta (10.)	9	11	11	5	6	42
6.	Horváth Lilla (10.)	12	15	12	6	12	57
7.	Kovács Borbála Irma (10.)	-	-	9	5	4	18
8.	Lajtai Livia (10.)	5	9	8	4,5	5,5	32
9.	Lelkes Máté (9.)	10	14	8	6	12	50
10.	Lovas Miklós (11.)	12	15	10	5	12	54
11.	Pap Richárd (10.)	12	16	-	-	-	28
12.	Reichart Virág (10.)	-	-	8	6	4	18

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia németül

Szerkesztő: Horváth Judit

A 2020/1. számban megjelent szakszöveg fordítása:

Ritkaföldfémek – Kína végső fegyvere?

Definíció

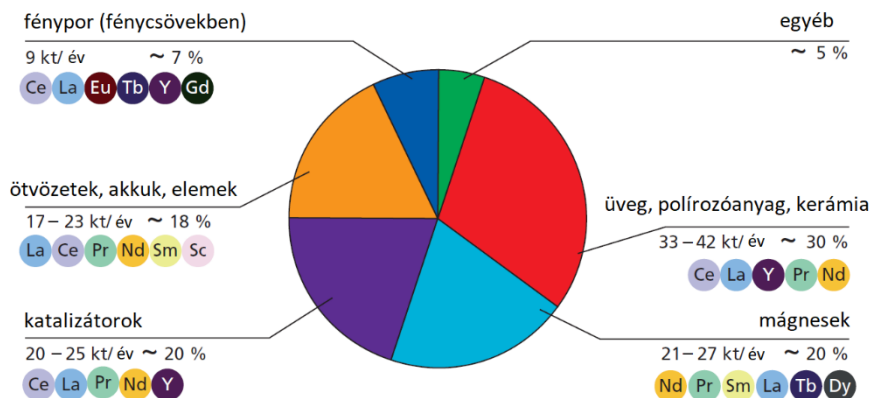
Ritkaföldfém alatt a lantanoidák csoportjából az **57-es és 71-es rendszám**¹ közötti **15 kémiai elemet** értjük; tulajdonságaik alapján rendszerint² a **szkandium** és **ittrium** elemeket is ide soroljuk még.

Megnevezésük ellenére a ritkaföldfémek **nem ritkák**; a kifejezés oda vezethető vissza, hogy a XVIII. és XIX. században olyan **ércekben** fedezték fel őket, melyek akkoriban **kevésbé** voltak **elterjedtek**. Egyesek, mint pl. a **cérium**, a **lantán**, a **neodímium** és az **itterbium nagyobb mennyiségben** fordulnak elő a **földkéregben**, mint az **ólom** vagy a **kobalt**. A prométium kivételével minden egyes ritkaföldfém **gyakrabban** fordul elő, mint az **arany** vagy az **ezüst**.

Kitermelésük azonban nehézségekbe ütközik: egyfelől **nem tiszta fémként** vannak jelen, hanem más ásványokkal keverten. Másfelől általában **csekély koncentrációban** fordulnak elő. Egymáshoz **hasonló kémiai sajátságaik** miatt a **ritkaföldfémek elkülönítése bonyolult és költséges**. Emiatt csak korlátozott számú bánya létezik, ahol a ritkaföldfémek koncentrációja olyan nagy, hogy a kitermelésük gazdaságos. A ritkaföldfémek kitermelése a **feldolgozáshoz** felhasznált **vegyi anyagok** és a kitermelt **meddő** és **salak**³ („tailings”) mennyisége

miatt a **környezetre** is jelentős **hatással** van. Emellett **magas** az **energiaszükséglete** ennek a tevékenységnek.

Felhasználás⁴



A globális igény ritkaföldfémekből felhasználási területenként

- A **neodímium, vas és bór ötvözetéből** készült **állandó mágnesek** a kis súlyukról és a hatékonyságukról ismertek. Hibrid autók **elektromotorjának**, valamint **mobiltelefonok** és **merevlemezek** építéséhez használják őket. Ezeket a mágneseket **szélérőművekben**, valamint **hibrid és elektromos meghajtású járművekben** használják.
- **Ritkaföldfémeket** tartalmazó **fényporokat** használnak energiatakarékos **kompakt fénycsövekben** és **fénydiódákban** (LED).
- Az **üveggyártásban** a ritkaföldfémeket üveg **polírozására**, **adalékanyagként** optikai tulajdonságok elérésére vagy pedig az üveg **megszínezésére** használják. A cériumot az üveg színtelenítésére használják, míg a **lantán** mindenekelőtt arra szolgál, hogy optikai üvegek **törésmutatóját növelje**.

- Érdekes a ritkaföldfémek **katalitikus aktivitása** is. A **kőolajfinomításban** játszanak szerepet, valamint az autóiparban lehetővé teszik a **kipufogógázok** káros hatásának (**szén-monoxid**) mérséklését.
- A ritkaföldfémeket felhasználják még **mesterséges drágakövek, lézerek és szupravezetők** gyártásában.

Mivel **nehéz** a ritkaföldfémeket más anyagokkal **helyettesíteni**, az **ipar számára különösen nagy a jelentőségük**. Bizonyos esetekben a ritkaföldfémek éppenséggel más, mérgezőbb anyagokat **helyettesítenek**, mint példának okáért a **kadmiumot újratölthető elemekben** vagy **nehézfémeket színezékekben**.

Ritkaföldfémek – Kína végső fegyvere?

„Kínának a ritkaföldfémek azt jelentik, mint Szaúd-Arábiának az olaj.”



A Kínai Népköztársaság térképe. Színessel jelöltük azon tartományokat, ahol a ritkaföldfémek kitermelése jelentőséggel bír. A legnagyobb kitermelési terület Bajanóbó (Bayan Obo), Belső-Mongóliában.

A kínai vezetés a ritkaföldfémeket korán **védett, stratégiai nyersanyag**⁵ sorolta be, és megkezdte egy **államilag szabályozott/felügyelt termelési lánc** kiépítését. Az amerikai hatóság, a *US Geological Survey* **2017 decemberében** egy jelentésében azt írta, hogy a **világ ritkaföldfémekkel való ellátásának 90%-a Kínából** származik. Ez a helyzet, amióta Peking az 1990-es évek végétől prioritásként kezeli ezen ércek kitermelését.

Kína határozza meg immár világviszonylatban a **menyiséget**, az **árat** és hogy **egyáltalán szállít-e** – a kínaiak e tekintetben ismét előrettekintő, széles látókörrel és **hosszútávú, stratégiai gondolkodásmódról** és cselekvésről tettek tanúbizonyságot, igen bölcsen.

Ennek az elemnek a világtermelése...	...ilyen százalékban...	...ennek az államnak a kezében van:
tantál (Ta)	60%	Ausztrália
germánium (Ge)	75%	Kína
palládium (Pd)	79%	Oroszország/Dél-Afrika
molibdén (Mo)	79%	Kína/USA/Chile
nióbbium (Nb)	91%	Brazília
platina (Pt)	91%	Kanada / Brazília / Dél-Afrika
volfrám (W)	92%	Kína/Oroszország/Kanada
ritkaföldfémek	95%	Kína
vanádium (V)	97%	Kína/Dél-Afrika/ Oroszország

1. táblázat: Az új ipari fémek nyolc állam általi, kvázi-monopolisztikus felügyelete

A kitermelés által okozott környezetterhelés



Költségokokból a **ritkaföldfémek kitermelése** legnagyobb részben **külszíni fejtéssel** történik. A kitermelést gyakran a bánya közelében követi a további feldolgozás. Részben szintén **helyben** alkalmaznak **fizikai és kémiai folyamatokat** a **ritkaföldfémeknek** a **kőzetből történő kioldására**. Az extrakciós módszer függvényében különböző **salakanyagok és maradékok** keletkeznek hulladékként. A feldolgozás során egyetlen tonna ritkaföldfém mellett $63\,000\text{ m}^3$ **kénsavval és folyssavval**⁶ **szennyezett véggáz**⁷, 200 m^3 **savtartalmú szennyvíz** és $1,4\text{ t}$ **radioaktív hulladék** keletkezik. Miközben a gázok java része **ellenőrizetlenül szökik** ki a környezetbe, a folyékony halmazállapotú hulladékok egy részét **kezeletlenül** a *Sárga-folyóba (Yellow River)* engedik, vagy gátakkal körülvett, **nyitott ülepítőmedencékben**⁸ tárolják. Mindkét eljárás vezetett már súlyos **környezet-szennyezéshez** a múltban.

Újrahasznosítás

Az újrahasznosítással foglalkozó nagyobb cégek **mindaddig kizárólag** azokat a fémeket nyerték vissza, melyek **nagyobb mennyiségben** voltak jelen. Kizárólag **acélt, cinket, alumíniumot, vasat, nikkelt, rezet és ónt**, valamint néhány **különleges fém**et nyernek vissza jelenleg. A **ritka elemek** kinyerése **csékély hányadék** miatt **nem érte meg**; a **salakban** végezték, melyet aztán legfeljebb⁹ **építőanyag**nak használtak fel. Mivel **Kína** ténylegesen¹⁰ **monopolhelyzetet** gyakorol azon elemek felett, melyek **nélkülözhetetlenek** a mobiltelefonok és más **high-tech eszközök** gyártásához, ezért **kikerülhetetlen**, hogy a **nyersanyagokban**¹¹ **szegény Európa** meg ne csapolja¹² a saját városi forrásait, vagyis az **újrahasznosításhoz** ne forduljon.

2012 májusa óta egy nyersanyagokra specializálódott francia cég, a *Rhodia* **több ezer tonna, fénycsövekből és energiatakarékos lámpákból** származó **fehér port** vesz vissza¹³. Még az USA-ból is szállítják a hajók a kívánt hulladékot. Ebből a franciák egy újfajta eljárással **hat ritkaföldfémeket nyernek vissza**. Csak az elmúlt esztendőben (2013) kereken 500 tonnát.

Az anyag, melyben a ritkaföldfémek rejtőznek **porszerű**¹⁴, és egy energiatakarékos lámpa anyagösszetételének csak **kis hányadát** teszi ki: ez a **fénypor**¹⁵, **mely a láthatatlan ultraibolya fényt látható fényvé alakítja**. Egy lámpában a **fénypor**¹⁵ 3% körüli részt képvisel. Ez a hulladékpor azonban **10 és 20% közötti** arányban tartalmaz **ritkaföldfémeket**. A cégcsoport tervei szerint **2020-ban** a kapacitást évi 2500 tonnára kívánják növelni. „Ezáltal **elegendő kapacitással** rendelkezünk ahhoz, hogy az **EU-ban keletkező összes fényport újrahassznosítsuk**” – mondja Nicolas Barthel, a *Rhodia* projektvezetője.

A *Rhodia* számára a fémhulladék fontos nyersanyagforrássá⁵ válik. A vállalat 2012 óta ehhez még több száz tonna, **termelés során keletkező hulladékot** vesz vissza **mágnesgyártóktól**, valamint **elem-újrahassznosításból** származó **maradékokat**, mely mindkettő **gazdag ritkaföldfémekben**. Egy kereskedelemben kapható **NiMH akku 7% ritkaföldfémeket** tartalmaz, köztük **cériumot, lantánt, neodímiumot és prazeodímiumot**. Miközben egy **AAA-méretű akkuban** pontosan **1 gramm ritkaföldfém** található, a **háztartási eszközökhöz készült akkukban** már jó néhány grammal több, kereken **60 gramm**. Minden egyes **autóakkumulátorból**¹⁶ pedig legalább **2 kilogramm ritkaföldfémeket** lehet visszanyerni.

A *Rhodiának* különféle hulladéktípusokból sikerült **kioldania** ritkaföldfémeket, a pontos, **szabadalmaztatott eljárásról** azonban a mai napig hallgatásba merülnek. **Világítótestekből** ez idáig **ittriumot és európiumot** sikerült visszanyerniük, és többféle eljárás is létezik **lantánnak és cériumnak akkumulátorokból** történő kinyerésére. Százalékosan tekintve, a legnagyobb sikereket **hulladékmágnesekkel** tudták elérni, melyek **neodímiumot, prazeodímiumot** valamint **diszpróziumot** tartalmaznak. A kikapasztalt eljárások **piro-metallurgiai**¹⁷ és **nedves kémiai**¹⁸ folyamatokon keresztül zajlanak¹⁹, és az újrahassznosítható kiindulási anyagok köre igen széles.

A szövegben előfordult fontos szakkifejezések:

Eszközök, berendezések, létesítmények:

r Dauermagnet, (e)s, ~e	állandó mágnes
e Festplatte	merevlemez, winchester
e Windkraftanlage	szélerőmű
e Leuchtdiode	fénydióda, LED
r Laser, ~s, ~	lézer
r Supraleiter, ~s, ~	szupravezető
wiederaufladbare Batterien	újratölthető elem / akku
r Tagebau, ~s, ~ten	külszíni fejtés
s Abraumbecken, ~s, ~	tározómedence, zagytározó
r Leuchtkörper, ~s, ~	világítóttest

Anyagok:

Seltene Erden (Pl.)	ritkaföldfémek
Lanthanoide (Pl.)	lantanoidák
s Erz, ~es, ~e	érc
s Cer	cérium
s Blei	ólom
Chemikalien (Pl.)	vegyszerek, vegyi anyagok
s Aushubmaterial, ~s, ~ien	meddő anyag
s Haldenmaterial, ~s, ~ien	bányászati hulladék
e Legierung	ötvözet
s Bor	bór

r Phosphor, ~s, ~e (-Pulver)	foszfor, itt: fénypor
r Zusatzstoff, ~(e)s, ~e	adalékanyag
s Kohlenmonoxid	szén-monoxid
r Edelstein, ~(e)s, ~e	drágakő
Schwermetalle (Pl.)	nehézfémek
r Farbstoff, ~(e)s, ~e	színezék, festék
s Öl, ~s, ~e	olaj
s Molybdän	molibdén
s Wolfram	volfrám
s Platin	platina
s Gestein, ~s, ~e	kőzet
e Schlacke	salak
r Rückstand, ~(e)s, ~e	maradék, maradvány
s Abgas, ~es, ~e	véggáz
e Schwefelsäure	kénsav
e Flusssäure	folysav, hidrogén-fluorid
s Abwasser, ~s, ~	szennyvíz
radioaktiver Abfall, ~(e)s, ~e	radioaktív hulladék
r Stahl, ~(e)s, ~(“)e	acél
s Eisen, ~s, ~	vas
s Kupfer, ~s, ~	réz
s Zink	cink
s Zinn	ón
r Baustoff, ~(e)s, ~e	építőanyag
e Ressource	forrás (erő~, nyersanyag~)

Tulajdonságok:

säurehaltig	savtartalmú
flüssig	folyékony (halmazállapotú)
pulvrig	por állagú, porszerű
chemische Eigenschaften	kémiai sajátosságok
optische Eigenschaften	optikai tulajdonságok
katalytische Eigenschaften	katalitikus jellemzők/aktivitás

Fogalmak:

chemisches Element, ~s, ~e	kémiai elem
e Ordnungszahl	rendszám
e Erdkruste	földkéreg
e Ausbeutung	kitermelés, kiaknázás
e Verarbeitung	feldolgozás
r Energieaufwand, ~(e)s, ~"e	energiafelhasználás/~szükséglet
r Refraktionsindex, ~(es), ~e	törésmutató
r Brechungsindex, ~(es), ~e	törésmutató
e Erdölraffination	kőolajfinomítás
r Abbau, ~(e)s, -	bányászatban: kitermelés (kémiaiában gyakran: lebontás)
e Förderung	kitermelés
e Extraktion	extrakció (kivonás, kirázás)
ohne Behandlung	kezelés nélkül
e Materialzusammensetzung	anyagösszetétel

ultraviolettes Licht	ultraibolya fény
sichtbares Licht	látható fény
patentiertes Verfahren	szabadalmaztatott eljárás

Műveletek, folyamatok:

isolieren	izolál, elválaszt, elkülönít
polieren	políroz, fényez
ein färben	megszínez
entfärben	elszíntelenít
zurück gewinnen	visszanyer
an fallen	keletkezik, felmerül, adódik
heraus lösen	kiold
pyrometallurgisch	pirometallurgiai / tűzi kohászati
nasschemisch	nedves kémiai

A magyar nyelvtanról és helyesírásról:

alacsony koncentrációban = kis koncentrációban

koncentrációjuk olyan magas nagy

Wolfram → volfrám

Vigyázat! ritkaföldfémek ≠ ritka földfémek

Seltenerdmetalle / Seltene Erden / Metalle der Seltenen Erden –

ritkaföldfémek (Y + Sc + Ln = lantanoidák)

= ittrium + szkandium + lantanoidák

Borgruppe – **földfémek** (B, Al, Ga, In, Tl)

Erdalkalimetalle – alkáliföldfémek (Be, Mg, Ca, Sr, Ba)

Alkalimetalle – alkálifémek (Li, Na, K, Rb, Cs)

Az alábbi táblázatban a **lantanoidák** elemei szerepelnek. Figyeljük meg, hogy magyarul csak a **lantán** esetében, a németben viszont még a rákövetkező 3 elem nevében is **elmarad** a latinus **-ium** végződés:

Rendszám	Név	Vegyjel	Név németül
57	Lantán	La	Lanthan
58	Cérium	Ce	Cer
59	Prazeodímium	Pr	Praseodym
60	Neodímium	Nd	Neodym
61	Prométium	Pm	Promethium
62	Szamárium	Sm	Samarium
63	Európium	Eu	Europium
64	Gadolínium	Gd	Gadolinium
65	Terbium	Tb	Terbium
66	Diszprózium	Dy	Dysprosium
67	Holmium	Ho	Holmium
68	Erbium	Er	Erbium
69	Túlium	Tm	Thulium
70	Itterbium	Zb	Ytterbium
71	Lutécium	Lu	Lutetium

Földrajzi helynevek átírása:

Bayan-Obo – Bayan Obo (régebben Bajanobó)

Ma már a magyar kiadású térképen is az amerikai név használatos, valószínűleg a kínai tendenciákkal megegyezően (ld. Világtalasz, Cartographia, Budapest 1999/2000). Régebben még a magyar helyesírás szerinti szabályos átírásban szerepelt: Bajanobó, ld.

https://www.eszk.org/attachments/17/ea/Kyna_vilyAgelsAe_v2.pdf

4. oldal, magyar nyelvű térkép: *Kína közigazgatása* (Kartográfiai Vállalat, 1986)

A fordításokról:

Angol kifejezések: A német szövegben meghagyott más nyelvű kifejezéseket nem feltétlenül kell magyarra lefordítani.

„**tailings**” – „hulladék” (Klonka Áron), inkább: *törmelék* (Molnár Dóra)

US Geological Survey – Amerikai Földtani Intézet inkább: *Felügyelet*

Yellow River – Sárga-folyó (*Huang He*), magyarul ismerjük

USA– (Amerikai) Egyesült Államok

high-tech – csúcstechnológiai (Molnár Dóra)

NiMH – nickel – metal hydride = *nikkel-fém-hidrid* (Molnár Dóra)

AAA elem = 1,5 V-os mikro elem (Molnár Dóra)

¹**Ordnungszahl** – *rendszám* ↔ ~~atomszám~~ (csak atomtömeg létezik)

²**normalerweise** – a „*rendszerint*” hivatalosabban hangzik, mint a „*normál esetben*”

³**Haldenmaterial** – *hulladék, törmelék* – Schutt / *salak* – Schlacke

⁴**Legierungen, Batterien** – *ötvözetek, akkuk/elemek*. Feltétlenül odaírnám az akkukat, mert az „ötvözetek, elemek” önmagában félreértést okozhat: az ötvözet mellett kémiai elemre gondolhatunk.

⁵**Ressource** – *nyersanyagforrás* ↔ ~~erőforrás~~

⁶**kontaminiert mit Schwefel- und Flusssäure = mit Schwefelsäure und Flusssäure** – *kénsavval és hidrogén-fluoriddal/folysavval szennyezett*

⁷**Abgase** – *hulladékgázok /véggázok*

⁸**Abraumbecken** – *tároló medence / zagyártározó* (Klonka Áron)

⁹**maximal noch** – *legfeljebb* (= höchstens)

¹⁰**faktisch** – *ténylegesen / valódi* monopóliumot gyakorol ↔ ~~valójában~~

¹¹**das rohstoffarme Europa** – a *nyersanyagokban* ↔ ~~erőforrásokban~~ szegény Európa

¹²**anzapft** – *megcsapol* (illegálisan is pl. vezetékét), itt lehet még: *kiaknázza, használja fel*

¹³**nimmt zurück** – *visszavesz / visszavásárol* Nem *visszavon/kivon/eltávolít*.

¹⁴**pulvrig** – *porszerű/por állagú* ↔ ~~pörös~~

¹⁵**Phosphor(-Puder)** – *fénypor* ↔ ~~foszfor~~

¹⁶**aus jeder Autobatterie** – Nem ártana pontosítani, hogy nem minden autóéból, csak az elektromos autókéből. Tehát *minden egyes elektromos autó akkumulátorából*. Mert ne az ólomakkumulátorra gondoljunk, az nem tartalmaz ritkaföldfémeket!

¹⁷pyrometallurgisch – tűzi kohászati /pirometallurgiai módszerekkel

¹⁸nasschemisch – nedves kémiai úton (ez a szakzsargon), nedves vegyszeres módszerekkel (Molnár Dóra), vagyis oldatban

¹⁹laufen ab – zajlanak le (a kémiai reakciók) ↔ az óra/határidő **lejár**

A második forduló eredménye:

NÉV	Oszt.	ISKOLA	Ford. (max. 80)	Magyar nyelvtan (max. 20)	ÖSSZ. (max.100)
Molnár Dóra	12.	Eötvös József Gimn., Bp.	80	20	100
Klonka Áron	III/4	Zentai Gimnázium, Zenta	54	16	70
Tóth Zsanett	10.	Soproni Széchenyi István Gimnázium	51	19	70
Lelkes Máté	9.	Székesfehérvári Vasvári Pál Gimnázium	26,5	13	39,5
Zsigmond Richárd	10.	Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét	13	12	25

Mindenki dicséretre méltóan helyt állt ebben a kémián kívül még geopolitikai jártasságot is igénylő témában. A mezőny elejéről egyszerűen professzionális fordítást kaptam, de az alacsonyabb pontszámok is inkább kisebb tévesztések összességéből álltak elő.

A 2019/20-as tanév német fordítási versenyének végeredménye:

NÉV	Oszt.	ISKOLA	I. fordítás (max.100)	II. fordítás (max.100)	ÖSSZ. (max.200)
Molnár Dóra	12.	Eötvös József Gimn., Bp.	96	100	196
Klonka Áron	III/4	Zentai Gimnázium, Zenta	90	70	160
Tóth Zsanett	10.	Soproni Széchenyi István Gimnázium	54,5	70	124,5
Lelkes Máté	9.	Székesfehérvári Vasvári Pál Gimnázium	49,5	39,5	89
Zsigmond Richárd	10.	Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét	49	25	74

Kémia angolul

Szerkesztő: Tóth Edina

Évzáró gondolatok:

A természettudományokban megszoktuk, hogy sok az idegen eredetű kifejezés, általában görög vagy latin, illetve modern esetben angol eredetet gyanítunk. Persze többen hallották már, hogy a datív kötés neve a sok indoeurópai nyelvben meglevő 'adni' ige-tőből származik. De volt idő, amikor a kémia nyelvének a fent felsoroltak helyett inkább a németet tekintették.

Ezt őrzi például a „mischmetal” kifejezés vagy a szertár polcán várakozó Erlenmeyer-lombik vagy a szövegben szereplő ásvány angol neve 'bastnasite', helyesebben 'bastnaesite', vagyis eredeti írásmód szerint, azaz németesen Bastnäsit. Ahhoz, hogy átírhassuk magyarra az ásvány nevét, szükségünk van erre az információ morzsára is, tehát az ásvány neve így lesz basztnezit.

Az idei évben a szaknyelv megismerése mellett azt a mellékes célt tűztem ki, hogy olyan, a középiskolai anyagokhoz kapcsolódó témákkal ismerkedjenek meg a résztvevők, amelyek nem férhetnek be a szokványos kémiai keretekbe, hogy nyilvánvaló korlátaink ellenére egy kicsit mindenki kutatóvá váljon. Lehet, hogy csak a szobányi valóságban és a világháló virtuális keretei között, de belekóstolni abba, mit is jelent önállóan tanulni mások munkájából és az új ismereteinket hozzászólani a már meglévő rendszerhez.

Olyan tudományos ismereteket dolgoztak fel önállóan, amelyek nem szerepelnek az ismeretterjesztő csatornák kínálatában. Pedig nem kevésbé érdekesek, mint a fekete lyukakat magyarázó elméletek vagy a dinoszauruszok kihalásának vélt okai, csak talán kevésbé „populárisak”. Ez jól van így, felkapott témák jönnek-mennek, de a tudomány önmaga marad.

Következzenek az utolsó feladatok mintafordításai. A pontszámai minden beküldő megkapta elektronikusan. A kiemelkedő eredményekhez gratulálunk!

Készítsünk virágfüzért kagylóhéj molekulák segítségével!

Írta: David Bradley

Gondolj bele, mennyire hasznos lenne egy golyóálló polietilén táska. Vagy mit szólnánk a tartós és olcsó polisztirol főzőedényekhez, amelyek nem olvadnak el a sütőben? Sőt, még jobb – olyan műanyag motorokhoz, amelyek jóval kevesebb üzemanyagot használnak, mint fémötvözetekből készült társaik? Mindezek és még sok más ötlet válhat lehetségessé, mivel már olyan új típusú katalizátorok állnak a vegyészek rendelkezésére a polimerek előállításához, amelyek lehetővé teszik a polimerek tulajdonságainak precíz szabályozását.

Amikor a vegyészek polimereket állítanak elő, általában nagy nyomás nehezedik rájuk, hogy befolyásolják a polimerláncok hosszát és a láncon lógó kémiai oldalláncok helyzetét. Ennek következtében a műanyag tulajdonságainak befolyásolása kissé „próba-szerencse” alapon történik. Ha a láncok hossza széles tartományban változik, a polimer nem lesz egységes: egyes részek kristályosak lesznek, míg mások véletlenszerűen rendeződnek, és ezért nem lesznek kristályosak. Ha a vegyészek olyan polimereket tudnának előállítani, amelyekben a láncok hossza egyforma lenne, vagy ahol az oldalláncok mind azonos irányba rendeződnének a lánc mentén, akkor képesek lennének szabályozni az olyan tulajdonságokat, mint az olvadáspont, a merevség, a rugalmasság, a kémiai korrózióval szembeni ellenállás és akár a polimer vezetőképessége. A polimereket ezáltal felhasználási területhez lehetne igazítani.

Ziegler–Natta katalizátorok

A szintetikus polimerek a múlt század vége óta ismertek, de egészen az 1950-es évekig kellett arra várni, hogy két európai kémikus – Karl Ziegler és Giulio Natta – felfedezze, hogy fém-klorid katalizátorok segítségével befolyásolni lehet annak a módját, ahogy a monomerek összekapcsolódnak a polimerizáció során. Ezek a katalizátorok elősegítik, hogy az első monomeregység úgy helyezkedjen el, hogy a következő monomer és a következők azonos irányban kapcsolódhassanak a láncba. A folyamat során egy úgynevezett izotaktikus polimer (1) keletkezik. Például, ha titán-klorid katalizátort alumínium-alapú kokatalizátorral együtt használjuk a propén monomer polimeri-

zációjához, akkor az oldalláncok mind ugyanazon az oldalon állnak, azonban a vanádiumtartalmú változatával az oldalláncok felváltva helyezkednek el, úgynevezett szindiotaktikus polimert (2) hozva létre. Az 1960-as évektől kezdődően napjainkig ezeket a katalizátorokat több millió tonnányi számtalan különböző felhasználási céllal gyártott polipropilén és polietilén előállítására használták fel. A szépen szabályosan elrendeződött oldalláncok azt jelenthetik, hogy a vegyészek nyilvánvalóan teljes mértékben képesek irányítani a polimerek képződését?

Nem egészen. A Ziegler–Natta (ZN) katalizátorok ahhoz nem elég specifikusak, hogy képesek legyenek befolyásolni a polimerek pontos természetét. A hagyományos módon kapcsolják össze a monomereket egymás után, de ha a reakció során „megsérülnek” vagy megmérgezi őket a termék, a láncnövekedés megáll. Másik lehetőségként a második a katalizátor részecske kiválthatja az polimer oldalláncának növekedését. Ezen hatások egyike sem irányítható teljes mértékben, így különböző lánc hosszúságú elágazó polimereket kapunk. Számos felhasználási terület esetén az elágazások és a változó lánc hosszúság nem jelentenek problémát, azonban ha mondjuk optoelektronikai alkalmazásra tökéletesen átlátszó műanyagot szeretnénk készíteni, akkor nagyon egységes műanyagokra van szükség ahhoz, hogy a fény torzulás nélkül áthaladjon rajtuk. Ezenkívül a ZN-katalizátorok a monomerek közül csak keveset képesek polimerré alakítani: a kis szénatomszámú szénhidrogénekből, például a propénből és az eténből, azaz a gyakorlatban a ZN-katalizátorokkal előállítható polimerek száma korlátozott.

Metallocének

Az elmúlt néhány évben a kémikusok felismerték, hogy a metallocén néven ismert anyagok – melyeket először az 1950-es évek elején fedezett fel John Birmingham, a londoni Imperial College-ban Geoffrey Wilkinson laboratóriumában – pontosan szabályozhatóvá teszik a nagyszámú polimer szintézisét. A metallocének képesek sokféle monomer polimerizációját szabályozni, beleértve az etént is. Továbbá a polimerláncok milliószor hosszabbá tehető, mint bármely ZN katalizátor segítségével előállított polimer. A polimerizáció ezen új szabályozási lehetősége érdekes új műanyagok előállításához vezet. A hosszabb és szabályosabb oldalláncokkal rendelkező polimerláncokból

szuper erős polietilén zsákokat készíthetünk, amik nem szakadnak el egykönnyen, így alkalmasabbak szemeteszsáknak, és akár jobb golyóálló tulajdonsággal is rendelkezhetnek, mint a legkeményebb kevlár.

De hogyan is működnek ezek az új katalizátorok? A legegyszerűbb metallocén egy pozitív töltésű fémionból áll, amelyet két ciklopentadienil-anion (lényegében negatív töltésű szénhidrogén gyűrűk) fog közre. Ha a fém vas, akkor a molekula egy ferrocén (3), ha cirkónium, akkor cirkonocénnek (4) nevezzük, és így tovább. Más ionok hozzáadásával a vegyészek megváltoztathatják a régimódi orsóra emlékeztető egyszerű metallocének alakját, kagylóhéjszerűvé téve azokat, amikor is a két gyűrű – mint a héj két fele – szétnyílik. A fém olyan, mint egy gyöngy a félig nyitott héj közepén.

Az 1980-as években azonban a Hamburgi Egyetemen dolgozó Walter Kaminsky, véletlenül felfedezte, hogy ezek a vegyületek reagálnak metil-alumoxánnal (MAO), ami kiragadja a metallocének fémjéhez kapcsolódó ionokat és felcseréli a saját metilcsoportjával. Kaminsky és Hans Brintzinger, a konstanzi egyetem (Universität Konstanz) kutatója megállapította, hogy az ilyen módon aktivált metallocének alkalmasak az ipari mértékű polimerizációs reakciók katalizálására.

Ha aktivált cirkonocént adunk például propénhez, amely elektronban gazdag szén-szén kettős kötéssel rendelkezik, akkor az első propén a cirkonocénhez köt. Ez az új ideiglenes molekula átrendeződik, és újraaktiválja a cirkonocént anélkül, hogy az leválna, így a cirkonocén ismét készen áll arra, hogy reagáljon a következő propén monomerrel. Ezúttal az átrendeződés után a második propén az elsőhöz kapcsolódik, a cirkonocén pedig ismét aktiválódik. A propénlánc nagyon gyorsan növekedni kezd, és rövid időn belül monomerek ezrei kapcsolódnak, pont úgy, mint a virágok a füzérben. A kémikusok megállapították, hogy magas nyomáson mindössze néhány milligramm cirkonocén elegendő ahhoz, hogy óránként több száz gramm műanyagot állítsanak elő.

Az új polipropilén keményebb, nagyobb mértékben kristályos és átlátszóbb, mint a ZN katalizátorok felhasználásával előállított polimer, mivel a láncok hosszabbak és egységesebbek. Nem bontják le könnyen a γ -sugarak, ezért ideális könnyűsúlyú anyag gyógyászati csomagolás-

nak, például vértároló tasakokhoz és orvosi ruházathoz, amelyeket gyakran sugárzással sterilizálnak.

[...]

A metallocének kutatási területe mára annyira fejlett, hogy szinte bármilyen monomert képesek vagyunk segítségükkel polimerré alakítani, jóval meghaladva a hagyományos katalizátorok felhasználási tartományát. A metallocén szerkezetének finomhangolásával képesek vagyunk a keletkező polimer szerkezetét hajszálpontos részletekig befolyásolni, ezáltal specifikus polimereket tudunk szintetizálni. Így keletkeznek óriás igazgyöngyök egy egyszerű kagylóhéjból.

* * *

Lantán

Csoport: lantanoidák

Rendszám: 57

Atomtömeg: 138,90547

Olvadáspont: 920 °C (1688 °F)

Szín: ezüstfehér

Forráspont: 3464 °C (6267 °F)

Halmazállapot: szilárd

Kristályszerkezet: hexagonális

A lantán az első abban a 15 kémiai elemből álló sorban, amit együttesen lantanoidáknak neveznek. Ezek az elemek szokás szerint a periódusos rendszer fő része alatt található két „csík” egyikében találhatóak. (A másik, közvetlenül alatta, az aktinoidák sora). A sor a lantántól, az 57-es rendszámú elemtől egészen a 71-es rendszámú lutéciumig tart – szigorúan véve a lutécium nem lantanoida, de rendszerint itt tüntetik fel, mivel kémiai tulajdonságaiban hasonlít a „valódi” lantanoida elemekhez. A lantanoidákat pusztán kényelmi okokból helyezük a tábla alá, hogy elkerüljük, hogy a jelenlegi formájánál 15 „rubrikával” szélesebbé váljon.

A lantanoidákat olykor ritkaföldfémeknek is nevezik, bár ez a kifejezés már elavult. Felfedezésük idején ezek az elemek valóban ritkák voltak az ismert más földfémekhez képest. Manapság azonban már viszonylag gyakoriak más ismert elemhez képest. Például a lantán háromszor

gyakoribb, mint az ólom, és gyakorisága megegyezik az ólom és az ón földkéregben lévő együttes gyakoriságával, ami 32 ppm.

A lantanoidákat a kémiai tulajdonságaik nagyfokú hasonlósága alapján sorolják egy elemcsoportba. Ez szokatlan a periódusos rendszerben vízszintesen elrendezett elemek esetében – általában a kémiai hasonlóság az azonos vertikális csoportot alkotó elemek között mutatkozik. A lantanoidák hasonlósága abból ered, hogy minden lantanoida elemnek azonos számú elektronja van a külső pályán; jellemzően ezek a külső elektronok lépnek kölcsönhatásba más atomokkal, és így felelősek az elem kémiai tulajdonságaiért. Mindegyik lantanoida elem eltérő elektronszámmal rendelkezik, de az atomszám növekedésével ezek az extra elektronok a belső pályákhoz fognak tartozni. Ennek eredményeként ugyanaz a három külső elektron lép kölcsönhatásba a világ többi részével. Emiatt a lantanoida elemek kémiai tulajdonságai nagymértékben megegyeznek.

A lantánt 1839-ben fedezte fel Carl Gustav Mosander svéd vegyész; figyelembe véve a sor összes többi elemével való hasonlóságát, ez a maga korában nem csekély teljesítmény volt. Mosander cérium-nitrátot hevített – a cériumot 1803-ban fedezték fel –, hogy cérium-oxidot kapjon. Majd salétromsavat adott hozzá és elforraltta a folyadékot, ami után egy új elem nitrátja maradt vissza. Az elemet egy barátja tanácsára lantánnak nevezte el, a görög „lanthanein”, azaz rejtett jelentésű szó után.

Akkoriban a név utalhatott ezen ritkaföldfémek tényleges ritkaságára, mára inkább a lantanoidák nagyfokú hasonlóságára utal, amely megnehezíti a talajból származó anyaásványokból való szétválasztásukat. Nincs olyan ásvány, amely kizárólag lantánt tartalmaz, ám több olyan is van, amely csaknem az összes lantanoidát tartalmazza. Értelemszerűen ez okozott némi zavart az új lantanoida elemek állítólagos felfedezése esetében. Arra is volt példa, hogy két elem keverékét tévesen egyetlen új elemként azonosították.

Tisztított állapotában a lantán egy puha ezüstfehér fém, amely a levegővel való érintkezéskor gyorsan oxidálódik. Magát a fémet 1923-ig nem sikerült elkülöníteni. A lantán soha nem található meg a természetben ilyen tiszta állapotában, hanem két ásványban – a monacitban és a basztneszitben – fordul elő. Ezek az ásványok szinte az összes lantanoidát tartalmazzák, de lantanoidatartalmuk akár 38%-a

lantán formájában van jelen. Bár a basztnezit a nagyobb lantán-tartalmú, évekig a monacit volt jóval gyakoribb – egészen addig, amíg 1949-ben nem találtak nagy mennyiségű basztnezitet a kaliforniai Mountain Pass bányában (Amerikai Egyesült Államok). Más lelőhelyeket is találtak Afrikában és Kínában.

A világ lantanoidakészlete feltételezhetően mintegy 110 millió tonna (SI szerinti metrikus tonnában mérve, amely 121 millió angolszász mértérendszer szerinti tonnának felel meg), amiből körülbelül 70 000 tonnát (77 000 angolszász tonna) vonnak ki a talajból évente. Az elválasztás összetettsége miatt – amit az elemek nagyon hasonló tulajdonságai eredményeznek – legtöbbször lantanoida ötvözet ('mischmetal', azaz keverékfém) formájában használják fel, az aktuálisan az adott lelőhelyről kikerülő arányban. Jellemzően 50%-a cérium, 25%-a lantán és 15%-a neodímium, a többi lantanoida elem pedig együttesen körülbelül 10%-át alkotja. Általánosságban elmondható, hogy a nehezebb lantanoidák ritkábbak, mert belesüllyednek a földköpenybe, ezért kevésbé gyakoriak a kéregben.

A lantánnak számos kereskedelmi felhasználása van: „keverékfém” és vasat használnak az öngyújtók „tűzkövéhez” és a hibrid autókhoz, mint például a Toyota Prius, amelyek nikkkel-hidrid akkumulátoraikban több kilogramm lantánt használnak fel. A környezetbarát energiatermelésben további felhasználása lehetőségeket rejthetnek – a lantán-nikkel ötvözetek rendelkeznek egy érdekes tulajdonsággal: nagy mennyiségű hidrogéngázt (saját térfogatuknak akár 400-szorosát) képesek felvenni. A hidrogén az egyik potenciális jövőbeli üzemanyag, amelyet elektromosság tárolására és leadására lehet használni. Az akkumulátorral ellentétben, amelyet órákig tart feltölteni, a gépjárművek hidrogénnel való feltöltése ugyanannyi ideig tart, mint a hagyományos tankolás, melléktermékként pedig egyedül víz keletkezik, amely az elektromossággal egyszerre szabadul fel.

A lantán hatékonyan semlegesíti a foszfort biológiai környezetben is. Ezért használják tavakban is, mivel a foszfor elősegíti a nem kívánt algaképződést. Közben a vérben előforduló foszforfelesleg miatt kialakult vesebetegségek kezelésére lantán-karbonátot használnak. A lantán hozzáadható az üveghez is, hogy javítsa annak optikai tulajdonságait, javítsa a törésmutatót, és növelje a korrózióval

szembeni ellenállóságát. Adják még az acélhoz is, amely a hatására tartósabb és formálhatóbb lesz.

Ismert néhány eseti felhasználása is. Például 1938-ban egy uránmintában váratlanul lantanoidákat találtak, amelynek köszönhetően Otto Hahn és Lise Meitner felfedezték az atommaghasadást. Az uránatomok hasadtak (széttöredeztek), és ezáltal más elemek atomjai képződtek, köztük néhány lantanoida is.

A lantánnak a természetben két fő izotópja fordul elő – a 138-as és a 139-es tömegszámú. Az La-139 stabil, míg az La-138 radioaktív, felezési ideje 100 milliárd év. Ismert továbbá 38 mesterséges izotóp, amelyek laboratóriumban állíthatóak elő – többségének egy napnál rövidebb a felezési ideje.

Az állatokon végzett kísérletek során a lantánnál enyhe toxicitást mutattak ki, ami megemelkedett vércukorszinthez és alacsony vérnyomáshoz vezet, és befolyásolja a lép és a máj működését. Néhány, a szén ívlámpák által kibocsátott lantanvegyületeknek kitett személy esetében idővel kialakult a 'pneumoconiosis' nevű, maradandó károsodással járó tüdőbetegség.

Aktínium

Csoport: aktinoidák

Rendszám: 89

Atomtömeg: 227

Olvadáspont: 1050 °C (1922 °F)

Szín: ezüst

Forráspont: 3198 °C (5788 °F)

Halmazállapot: szilárd

Kristályszerkezet:
lapcentrált kockarács

Az aktínium az „aktinoidák sorának” első eleme, annak a 15 elemből álló vízszintes sornak, amely egészen a 103-as rendszámú laurenciumig tart, és amit a periódusos rendszer fő részéből esztétikai megfontolásból kiemeltek, és a tábla aljára helyeztek át, hasonlóan a lantanoidákhoz. Amíg a lantanoidák a táblázat 6. periódusában helyezkednek el, az aktinoidák az alatta lévő, 7. periódust foglalják el. A lantanoidák mind nagyon hasonló kémiai tulajdonságokkal rendelkeznek, az aktinoidák rendkívül változatosak. Míg a lantanoidák

teljes mértékben biztonságosak, az aktinoidák mindegyike radioaktív, legtöbbjük halálos mértékben.

Az aktíniumot 1899-ben Andre-Louis Debierne francia kémikus fedezte fel, aki sikeresen különítette az új elemet az uránszurokércet használó kísérletekben. Az uránszurokérc volt az az anyag, amiből Marie és Pierre Curie a rádiumot nyerték ki. A német kémikus, Friedrich Oskar Giesel 1902-ben Debierne-től függetlenül felfedezte ezt az elemet. Annak ellenére, hogy vita folyik arról, hogy melyik tudósé az érdem, a legtöbben egyetértenek azzal, hogy Debierne felfedezése a korábbi. Az aktínium név a görög „aktis” szóból származik, ami „sugárnyalábot” vagy „fényugarat” jelent, utalva ezzel az elem radioaktivitására.

Az aktínium ezüstös színű, puha fém, és hasonló mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik, mint az ólom. Sötétben az aktínium halványkék fényel ragyog, mivel a természetes radioaktivitása leszakítja az elektronokat a levegő atomjairól – ez a jelenség az ionizáció. A periódusos rendszer 4. mellékcsoportjának elemeihez hasonlóan reagál a levegő oxigénjével, és a felületén védő oxidréteget képez, amely megóvjá a további oxidációtól. Az aktínium vízzel érintkezve hidrogént fejleszt.

Csak egy természetben is előforduló aktíniumizotóp van – a 21,8 év felezési idejű ^{227}Ac . További harminchat izotópot állítottak elő mesterségesen, néhányuk felezési ideje pár percnél is rövidebb. Az aktínium természetes előfordulása a Földön csekély mennyiséget jelent: körülbelül 0,2 ppb (parts per billion, azaz „milliárdod rész”) uránércnek felel meg. Ezért uránból kinyerni bonyolult és költséges; az aktíniumot ezért jórészt mesterségesen állítják elő, méghozzá a rádium neutronrészecskékkel történő bombázásával. Egy neutron abszorpciója a rádium tömegét 226-ról 227-re emeli, de ez a rádiumizotóp instabil, ami később béta-sugárzással aktíniumra bomlik. A rádium-minta körülbelül 2%-a alakítható át aktíniummá ilyen úton.

Annak ellenére, hogy képesek vagyunk előállítani, a felhasználható aktíniummennyiség csekély, amit kisszámú felhasználási köre is igazol. Berilliumba ágyazva hatékony neutronforrást ad laboratóriumi kísérletekhez. Némi figyelmet kapott az aktínium radioaktivitásának kihasználása a radioizotópos termoelektromos generátorokban – ezek olyan eszközök, amelyek radioaktív hőből áramot állítanak elő, és

használhatóak a Naptól távoli hosszú távú űrrepülés során, amikor nincs megfelelő mennyiségű napenergia. Az aktíniumot célzott sugárterápiás kezelés során a daganatok elpusztítására is alkalmazzák. Az elem azonban felhalmozódik a csontokban és a májban, így később kelátképzőt kell felírni a mérgező aktínium felszámolására, ami egy olyan formába alakítja át, amelyet a szervezet könnyen kiválaszt.

MAGYAR KÉMIAOKTATÁSÉRT DÍJ

2020

A Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémiaoktatásért kuratóriuma pályázatot ír ki általános, közép- és szakközépiskolai, valamint szakgimnáziumi tanárok részére. A Magyar Kémiaoktatásért díj – a személyenként 500 ezer forintos elismerés – elsősorban a magyarországi kémiatanárok elismerését célozza, de a határon túli oktatási intézményekben magyar nyelven tanító kémiatanárok is javasolhatók. A pályázatot elektronikus úton lehet benyújtani a <https://kemiaoktatasert.richter.hu> portálon.

Jelölési határidő: 2020. július 1.

A szám szerzői

Bacsó Zsófia Réka vegyész, középiskolai tanár, Váczi Mihály Gimnázium, Encs

Baglyas Márton MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Balbisi Mirjam MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Borbás Réka középiskolai tanár, Szent István Gimnázium, Budapest

Csorba Benjámín MSc-hallgató, BME

Forman Ferenc PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Horváth Judit tudományos munkatárs, Sheffieldi Egyetem

Jantner Anna kémiatanár-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Keglevich Kristóf középiskolai tanár, Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest

Kóczán György tudományos munkatárs, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Magyarfalvi Gábor egyetemi adjunktus, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Szobota András PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Tóth Edina középiskolai tanár, Petrik Lajos Szakgimnázium, Budapest

Dr. Varga Szilárd tudományos munkatárs, Természettudományi Kutatóközpont

Vörös Tamás igazságügyi szakértőjelölt, NSzKK

Zagyi Péter középiskolai tanár, Németh László Gimnázium, Budapest

TARTALOM

EMLÉKEZÉS BOKSAY ZOLTÁNRA	129
SUFNILABOR	131
Kóczán György: Sufnivegyész-dekameron	131
GONDOLKODÓ	143
KERESD A KÉMIÁT!	183
KÉMIA IDEGEN NYELVEN	189
Horváth Judit: Kémia németül	189
Tóth Edina: Kémia angolul	114
NAPRAKÉSZ	212
Magyar Kémiaoktatásért díj 2020	212

A címlapfotón látható kísérletet (vöröskáposztából kinyert antocián-indikátor savastól a lúgos kémhatásig) az Árpád-házi Szent Erzsébet Gimnázium, Óvoda és Általános Iskola, Esztergom, 11. évfolyam, emelt kémia csoportja: Feczko Regina, Győző Máté, Slavóczki Barnabás és Alexandrova Katalin tanárnő végezte el.