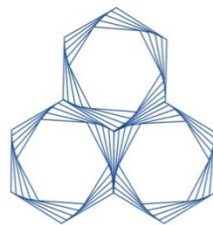


Középiskolai Kémiai Lapok



L.

2023/2.



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



Nemzeti
Tehetség Program

A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap, a Kulturális és Innovációs Minisztérium, a Nemzeti Tehetség Program és a Magyar Tudományos Akadémia támogatja.

Középiskolai Kémiai Lapok

A Magyar Kémikusok Egyesülete
Kémia tanári Szakosztályának folyóirata

2023. március	L. évfolyam	2. szám
---------------	-------------	---------

Alapító: Dr. Várnai György

Főszerkesztő: Zagyi 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, Zagyi 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 2023. 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 címlapfotón petricsészében kikristályosított nátrium-acetát túltelített oldata
látható. Készítette: a Berzsenyi Dániel Gimnázium kémiaköre. A kísérletet
feljegyezte: Dr. Dobóné Tarai Éva

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.

Mi lett belőled ifjú vegyész?

Prajczer Petra, pályakezdő kémiatanár

Mikor vettél rész kémiaversenyeken, és milyen eredményeket értél el?

Hetedik osztálytól a végzésig versenyeztem kémiából. Előtte is részt vettem számos tanulmányi versenyen, főleg matematikából és természetismeretből. Így amikor a kémia új tantárgyként megérkezett, nem volt kérdés számomra, hogy itt is menjek. Gimnáziumban rendszeresen visszaküldtem a KÖKÉL K jelű feladatait, voltam Irinyi és OKTV versenyeken is minden évben, amikor lehetett. Kiemelkedő eredményeket nem értem el, de nagyon örültem, hogy OKTV-n kétszer is részt vehettem az országos döntőben, ahol lenyűgözött, hogy egy hatalmas laborban titrálunk.



Ki volt a felkészítő tanárod? Hogyan gondolsz vissza rá?

A soproni Szent Orsolya Római Katolikus Gimnáziumban tanultam, felkészítő tanárom Sántha Erzsébet tanárnő volt. Matematikát és kémiát tanított osztályomnak a gimnáziumban. Szerintem személyiségének kulcsszerepe volt abban, hogy a sokféle tantárgy közül a kémiát és a matekot válasszam szabadidőmben és a fakultációkon is. Kémiából mindig az egész osztályt tanította a valóságban is, figyelt a különböző érdeklődésű diákokra.

Milyen indíttatásból kezdted el a kémiával komolyabban foglalkozni?

Talán a szertárral fogott meg a kémia úgy igazán. Tetszett, hogy a többi tantárggyal ellentétben ezt kézbe lehet venni, meg lehet valósítani a feladatokban szereplő kísérleteket. Valamint azt éreztem, hogy

komplexebb és több területet ötvöz, mindig nagyon érdekes dolgokat tanulhattam.

Hozzásegítettek-e a pályaválasztásodhoz a versenyeken elért eredmények?

Két szempontból segítettek a versenyek: a pozitív visszajelzéseken és a munkamorálon keresztül. Az eredmények megmutatták, hogy nekem ez megy, érdemes kémiával és számolásokkal foglalkoznom. Másrészt a felkészülés során különösen sokat készültünk, többet, mint az iskolai tantárgyakból. Az órákon túl otthon is szívesen foglalkoztam kémiával, ebből arra következtettem, hogy ez a továbbiakban is így lesz, érdemes kémiás egyetemi szakot választanom.

Mi a végzettséged és a pillanatnyi foglalkozásod? Maradtál-e a kémiai pályán?

Vegyésmérnök alapszakot, majd angol nyelv és kultúra, kémiatanári osztatlan mesterképzést végeztem. A váltás számomra annak köszönhető, hogy érdeklődésem a szakmai ismeretek helyett átfordult az emberek és a közösségek dinamikája felé.

Hogyan látod magad a választott szakmádban?

Még csak most fejeztem be az egyetemet, ahol a két legmeghatározóbb közösség a Szent Ignác Jezsuita Szakkollégium és a Tanár Leszek! Hallgatói Műhely voltak. Ez utóbbi közösség nagy örömmel és büszkeséggel tölt el, hiszen egy példa nélküli szervezetet hoztunk létre. Kialakult egy együtt tanuló, folyamatosan fejlődő és megújuló közösség; együtt mélyedtünk el a tanárrá válás szakmai és lelki folyamatában.

Mit üzensz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?

Nemcsak a kémia iránt érdeklődőknek, hanem minden diáknak javaslom, hogy az egyetemen minél több lehetőségre mondjon igent. Szakkollégistának lenni, diákszervezetekhez csatlakozni olyan kaland, ami hihetetlen mértékben fejleszti a személyiséget és új perspektívát ad. Én sokat fejlődtem csoportszerepeimben, rájöttem, hogy a sok egyéni versenyzés ellenére közösségben tudok igazán dolgozni, élni.

Mi az, amit mindenképp szeretnéd, ha megtudnának rólad? Mi a hobbid - a kémián kívül? Van-e kedvenc anyagod?

Jelenleg az egyensúlyok témaköre a kedvenc anyagom. Tetszik benne, hogy adja magát a komplex megközelítés: a reakciókinetikai alapokon túl a légkör homeosztázisáról és az ökológiai rendszerek egyensúlyáról is lehet beszélni. Szabadidőmben szívesen túrázok, sportolok, vagyok a barátaimmal. Büszke vagyok arra, hogy komoly felkészüléssel tavaly teljesítettem a maratont, idén pedig a kovászos kenyérsütés, és amíg az időjárás engedi, a sífutás rejtelseiben mélyedek el.

Mestersége kémiatanár – Sebő Péter

Bemutakozás

32 éve dolgozom tanárként, az általános iskolai 3. osztályosoktól kezdődően a tanárszakos hallgatókig és esti tagozatos érettségire készülő felnőttekig nagyon sokféle korosztályt tanítottam. Volt olyan év is, amikor a harmadik osztályosok környezetismeret órája után mentem az érettségire készülő kémia fakultációsokhoz, másnap pedig már a leendő tanároknak tartottam állatétan gyakorlatot. Többen kérdezték akkor, hogy nem furcsa ez? Hogy lehet ilyen gyorsan váltani? Akkoriban azt mondtam, hogy ez a természetes, épp ezt szeretem a tanításban, nem lehet megenni, hiszen minden óra más és más. Ma is így gondolom, még akkor is, ha sem tárgyat, sem évfolyamokat nem váltok már ilyen nagy léptékben, hiszen mindig váltani kell, minden osztály, minden csoport más egy kicsit.



Milyen diák volt? Voltak például csínytevései, kapott-e intőket?

Tanárként visszatekintve azt tudom mondani, hogy átlagos diák voltam, a bizonyítványomban is általában ez szerepelt a magatartásnál: jó. Kollégistaként persze voltak apróbb csínytevések, amiket elkövettünk, nem értünk be időre a kollégiumba, nem takarítottunk kellő lelkesedéssel, néha ellógtunk egy-egy nulladik órát vagy iskolai ünnepséget, de alapjában véve a legfőbb problémánk és fő időtöltésünk a tanulás volt. Intőt is csak egy alkalommal kaptam, amikor a kémia laboróra idején nem az előírt kísérletet végeztük, pontosabban az előírt kísérlet mellett a rendelkezésre álló vegyszerekből mást is előállítottunk, mint amit kellett. Néhányan úgy gondoltuk, hogy a hosszadalmas szerves szintézisek várakozási idejét kihasználva nitrogén-trijodid előállításával és a többiek megviccelésére való felhasználásával bizonyosan jó hangulatot terem-

hetünk majd. De a felhasználásig nem jutottunk el, mert amikor az előállított anyagból egy kis mennyiséget gyorsan kiszárítva kipróbáltunk, olyan hangos robbanás törte meg a szerves gyakorlat álmos nyugalját, hogy még a szomszéd laborból is összeszaladtak a tanárok, hogy mi történt. Fél óra múlva már az igazgatói irodában voltunk bűnbánaton, ami azonban nem bizonyult elégnek, s meg is kaptuk az igazgatói intőnket.

Miért választotta a tanári pályát? Miért éppen a kémia tantárgyat választotta? Milyen tervekkel vágott neki a pedagógusi pályának? Mennyiben valósultak meg ezek?

Azt, hogy miért és mikor döntöttem el, hogy pedagógus leszek, nem tudnám pontosan felidézni. Valahogy mindig benne volt a levegőben ennek a lehetősége, de határozott igent végül csak akkor mondtam a pályára, amikor már benne voltam. Ekkor ragadtam el a hév, ekkor láttam be, hogy mennyire igaza volt nagyapámnak, amikor arról beszélt, hogy tanárnak lenni nagyon jó, mert ha fiatalok közt dolgozik az ember, akkor maga is fiatal maradhat. De egyben nagyon felelősségteljes is, hiszen a jövő a tanárok kezében van. Nagyapám azt is vallotta, hogy tanárként örökre meg kell őriznie szellemi frissességét és kíváncsiságát, hiszen mindig szembesül azzal, hogy nem tud mindenre válaszolni még a tantárgyaival kapcsolatban sem, ez pedig arra készteti, hogy folyamatosan tanuljon ő is, mint a diákjai. Az azóta eltelt hosszú idő óta, amikor nagyapámtól ezeket hallottam, még inkább belátom, mennyire igaza volt. Ma még egy szaktudományban sem ismerhetünk tanárként mindent, még azt sem, ami a köznapi életet működteti, ami a mindennapokban jelen van, amiről diákjaink kérdést tehetnek fel. A természettudományok iránti érdeklődésem is gyerekkoromra vezethető vissza. Számomra természetes volt, hogy a mindennapi társalgás részét képezi a gőzgép működése, a bolygómozgás törvényszerűségei vagy az elektrolízis kémiája. Nagyapámmal gyakran kirándultunk a közeli erdőkbe is, ahol evidens volt, hogy ismerjük azokat a növényeket és állatokat, amelyek körülvesznek bennünket. Kijártunk nagyapámék kertjébe is, ahol az ültetett növények szaporítása, táplálkozása, a trágyázás, a fotoszintézis éppúgy része volt a beszélgetésnek, mint a kémiai növényvédelem, amit akkoriban még inkább csodáltunk, s kevésbé éreztük azt, hogy talán nem a legbölcsebb dolog a DDT-t vagy a HCH-t szórní a krumplira. A kémia iránti elkötele-

zetségem is erre a korai időszakra tehető, középiskolát is ennek megfelelően választottam, így kerültem a kazincbarcikai vegyipari szakközépiskolába.

Volt-e az életében tanárpéldakép, aki nagy hatással volt önre?

Egyik kedves tanítványom a néhány éve arról beszélt, hogy el sem tudna képzelni más szerepben, mint úgy, hogy a kémiát tanítom. Először nem értettem, miért mondja, hiszen annyi minden érdekes van a világban a kémián kívül is, és én is számtalan egyéb dolog iránt érdeklődöm. Kicsit úgy éreztem, hogy nagyon szűk látókörűnek gondol. Végül rá kellett jönnöm, hogy amit mond, az egyik legnagyobb dicséret, hiszen a tanári hitellességemet erősíti meg. Ha visszagondolok a középiskolai osztályfőnökömre és kémiatanáromra, Ivády Miklósrá, akkor az jut róla eszembe, hogy könnyedén és magabiztosan tudott a tananyag bármely részletéről beszélni, magyarázni. Őt mi sem tudtuk akkor elképzelni más szerepben. A középiskolai évek sok szempontból meghatározónak bizonyultak életemben, s tanárként azt gondolom, hogy nincs ez másként a mai diákoknál sem.

Nagy szerencsém, hogy Hegedűs Mária költő személyében olyan magyartanárom volt, aki annak ellenére nem adta fel, hogy az osztályunkban irodalmat és ebbe rejtve filozófiát tanítson, hogy erre nem nagyon volt érdeklődés bennünk. Az órák nagy része, már amire visszaemlékszem, s nyilván ez a legfontosabb, a nyílt és szabad légkörű beszélgetésekkel telt, ahol mi lelkesen magyaráztunk neki arról, hogy mennyire nincs szükségünk az irodalomra vagy a művészetekre. Mivel ő volt a könyvtáros is az iskolában, ezek a beszélgetések sokszor délután is folytatódtak a könyvtárban pár diákkal. Ha mi arról beszéltünk, hogy a festészetnek semmi értelme a fényképezés mellett, akkor megmutatta nekünk Caspar David Friedrich képeit; amikor a filozófiát neveztük értelmetlen fecsegésnek, Bertrand Russel kis kötetét adta a kezünkbe, amelyet azóta is nagy örömmel forgatok; amikor azt mondtuk, hogy ki nem állhatjuk a költészetet, mert az csak mellébeszélés, elővette Jorge Louis Borges verseit, és arra kért minket, írjunk mi is hasonlókat, az se baj, ha nem tartjuk értelmesnek. Aztán megmutatta, hogy abból, amit írtunk, ő mit olvas ki, és el kellett ismernünk, hogy igen, ez benne van. Ma is úgy vélem, ez fordítva is igaz, meg lehet találni azokat a pontokat a természettudományokban is, amelyek az erre kevésbé fogékony diákokban is felkelthetik az érdeklődést és megmutathatják számunkra nem csak a

természet szépségét, hanem azt is, hogy a természettudományos tudás és megértés olyan része a világnak, amiből kár kimaradni.

Nádasi Mária tanárnőtől már érett fejjel is sokat tanultam a pedagógushivatásról, például arról, hogy ha elveszik belőlünk a lelkesedés, akkor vele együtt a jó szándék is elveszik, s így könnyen átkerülhetünk a pedagógia sötét oldalára, ahol észrevétlenül is a tanulók fejlődésének akadályává (vagy rosszabbá) válhatunk. Ezt nagyon szeretném elkerülni. Nagyon sokat tanultam tőle a szakma szeretetéről is, de leginkább a nyílt oktatásba vetett hitét csodáltam. A nyílt oktatás lényege, hogy a tanuló maga választja ki, mit szeretne tanulni, hogy miben szeretne elmélyülni, akár a tantervi tananyagtól függetlenül (vagy ahelyett). Ez persze a tanuló részéről nagy önismeretet igényel arról, hogy mire lehet képes, hogy mibe hajlandó energiát fektetni a siker valós reményében. Az önismeret persze nem valami előre adott képesség vagy tudás, ami már megvan a döntések előtt, hanem épp ebben a folyamatban születik meg. Igen, ez járhat kudarccal, de ez sem olyan nagy baj, ha képessé válik a korrekcióra.

Hosszasan sorolhatnám még azokat a hatásokat, amelyekről azt gondolom, hogy meghatározó élményeket jelentettek számomra, Sárík Tibor kémiaszakmódszertan-óráit, Riedel Miklós precíz fizikaikémia-előadásait semmiképpen sem szeretném kihagyni, ahogyan Csákváry Béla oldott hangulatú, de tartalmában elmélyedt szerves kémiaiát sem, amely még a szerb népzenevel is összefért. Az egyik évben egy diákcsoporttal a Szent György-hegyen jártunk. Már lefelé jöttünk, amikor egy harmincéves emlék jutott az eszembe arról, hogy egy keszthelyi egyetemi terepgyakorlaton Almádi László valódi elragadtatással beszélt a magas borsóról. S akkor ismét ott volt előttünk a növény, amit azóta sem láttam.

Mit gondol, mitől jó egy kémiaóra?

Attól, hogy nem unalmas. Ezt pedig akkor érhetjük el, ha tudunk feltenni olyan kérdéseket, amelyek a gyerekeket is megérintik, s persze meg is tudjuk válaszolni őket. Elsősorban persze úgy, hogy a válaszban a megértés legyen a legfontosabb. Olyan kérdéseket kell feltenni, amely után a természet működésének megértése adja meg a választ. Legfontosabbak tehát a kérdések, amikre választ keresünk.

Van kedvenc anyaga vagy kedvenc kísérlete? Miért éppen az?

Mindig más és más a kedvenc kísérletem. Leginkább éppen az, amit korábban nem ismertem vagy régen csináltam. Szeretem azt is, ha egy kísérlet nem túl bonyolult előkészítést igényel, s mégis látványos. Szeretem a színes kísérleteket is, különösen, ha feltűnő a színváltozás. Azt is fontosnak tartom, hogy a látványon túl jól illusztrálja azt a jelenséget, amit be szeretnénk mutatni (azon túl, hogy magát az átalakulást nézzük). A napokban próbáltam csak ki először a kobalt-klorid-oldat melegítés-hűtés ill. sósav és hígítás hatására történő színváltozását: egyszerű, színes és a Le Chatelier-elv kitűnő látványos illusztrációját jelenti.

Ha csak egyetlen (vagy néhány) kémiaórát tarthatna, arra milyen témát választana?

Nehéz kérdés. Mindenképpen olyan témát választanék, amelynek nagy gyakorlati jelentősége van, de egyben alkalmat ad, hogy az általános kémiai elmélethez is szorosan kapcsolódjon. Ha csak egy óráról lenne szó, akkor az ammóniaszintézis lenne. Persze bizonyosan sok hiányérzetet hagyna maga után, például a biológiai nitrogénkötésre egy órában már nem jutna idő. Ha néhány óráról lenne szó, akkor a cukrok témakörét választanám a biológiai jelentősége miatt.

Hogyan látja a kémiaoktatás jelenlegi helyzetét?

Azt gondolom, nem látom olyan sötétnek a helyzetet, mint a kollégák legtöbbször. Amíg van diák, aki kíváncsi a tudományra, amíg a versenyekre készülő diákok délutánjaikat is szívesen töltik tanulással, addig nem tudok teljesen pesszimista lenni.

Mivel foglalkozik legszívesebben, amikor éppen nem dolgozik? Mit osztana meg a munkáján kívüli életéből?

Azzal kezdeném, hogy a munkámmal is szívesen foglalkozom azon túl is, mint amikor dolgozok. Itt most nem arra gondolok, hogy tanórákra készülök vagy javítom a dolgozatokat, hanem arra, hogy nagyon szívesen olvasok a kémiával kapcsolatban olyan dolgokról, amik akár még a tanításban is felhasználhatók, legyen szó érdekes vagy új anyagokról, folyamatokról, szerkezetekről vagy tudománytörténetről.

Nagy kertünk is van, ott bármikor találok magamnak elfoglaltságot, pontosabban ott mindig több elfoglaltságot találok, mint amit el tudok végezni. Nagyon szeretek kerékpározni, különösen tavasszal, amikor ébred a természet. Kirándulni leginkább a természetbe és a kertekbe szeretek, nem telhet el úgy nyár, hogy több botanikus kertbe vagy díszkertbe el ne utaznánk. Ez azért is kapóra jön, mert nagyon szeretek fényképezni, persze leginkább tájakat és növényeket.

Gyerekkorom óta sokat olvasok, a szakmai olvasmányokon kívül leggyakrabban filozófiai vagy tudománytörténeti olvasmányaim vannak. Családtörténettel is szívesen foglalkozom, nyaranta több alkalommal is elutaztunk már azokra a helyekre, ahol őseink születtek és éltek. Ezekben a témákban néha írogatok is, legtöbbször csak saját szórakozásra, az olvasmányélmények feldolgozására, de azért néha azért meg is jelenik ebből valami.

Mit tanácsolna a kezdő tanároknak, vagy azoknak, akik tanári pályára készülnek?

Mivel az iskolánk gyakorlóiskola, a tanárjelöltek gyakorlatvezetése is a munkánk része. Nagyon fontosnak gondolom, hogy ők is lássák, hogy ha tisztában vannak azzal a tananyaggal, amit tanítani szeretnének, ha értik azt a nyelvet, amit a kémiatudomány beszél, akkor nem kell mereven ragaszkodniuk ahhoz a vázlathoz, amit az órára készítettek, nem kell folyton a papírjukba nézegetve kínosan pontosan tartani egy logikai sémát, mivel sem a tananyag, sem maga tudás nem ilyen. Az ismeretek olyan tudáshálót alkotnak, amelynek elemei keresztül-kasul, számtalan ponton összefüggenek egymással, s ha tisztában vagyunk ezzel az ismerethálóval (nemcsak azzal a részével, amit tanítunk, hanem azért egy kicsivel többel is), akkor a tanóra menetében is könnyedén és szabadon bonthatjuk ki a fogalmakat, akár humort is megengedve magunknak. Azt gondolom, ez az egyik legfontosabb, amit egy fiatal tanárnak meg kell tanulnia.

GONDOLKODÓ



Feladatok

Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Zagyi Péter

A megoldásokat 2023. április 17-ig lehet a kokel.mke.org.hu honlapon keresztül feltölteni. A formai követelmények figyelmes betartását kérjük.

A **K** feladatsorra beküldött megoldásokból a legjobb 5 feladatot számítjuk csak be fordulónként. A 11-12. évfolyamos diákok esetében a nehezebb (csillagozott) példák mindenképp bekerülnek az 5 közé.

K452. A Mars légköre hozzávetőleg 95,0 $n/n\%$ szén-dioxidot, 2,8 $n/n\%$ nitrogént, 2,0 $n/n\%$ argont és 0,2 $n/n\%$ oxigént tartalmaz. A felszínen a nyomás 6,35 mbar.

- Ha $-60,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os átlaghőmérséklettel számolunk, mekkora a légkör sűrűsége a felszínen? Hányszorosa ez a földi légkör tengerszinti sűrűségének, ha a Földön $14,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os átlaghőmérsékletet veszünk?*
- Az alábbi gázokkal töltött lufik közül melyik szállna felfelé egy marsi születésnap partin: hélium, oxigén, hidrogén-klorid, etán, kripton?*
- Ha a marsi születésnap partin gyertya helyett egy 4,25 grammos magnéziumszalagot hevítünk fel egy $40,0\text{ m}^3$ -es, marsi levegővel töltött tartályban, melynek kezdeti hőmérséklete és nyomása megegyezik a fenti, átlagos értékekkel, mekkora lesz a szilárd anyag tömege az égés után?*

(Borbás Réka)

K453. A legénységgel történő Mars-kutatáshoz meg kell találnunk a módját annak, hogy az alacsony sűrűségű, főleg szén-dioxidból álló légkörből oxigént termeljünk. A NASA Perseverance marsjáróján végzett kísérlet bebizonyította, hogy ez lehetséges. 2021. április 20-án a marsjáró használta az ún. MOXIE-t (Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment), melynek segítségével sikeresen alakította át a szén-dioxidot oxigénné a Marson. Bár a kísérlet még kezdeti stádiumban van, de ígéretesnek bizonyult.

A folyamat lényegében magas hőmérsékleten (kb. 800 °C-on) lezajló elektrolízis. Az elektrolizáló cella katódján a beszívott és pormentesített levegőben lévő szén-dioxid redukálódik szén-monoxiddá. Az elektródokat szilárd elektrolit választja el, amelyben az oxidionok képesek elmozdulni. Ez esetben a katódról az anódra vándorolnak, ahol oxidálódnak. Az anódon keletkezik tehát az oxigén.

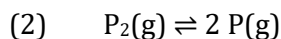
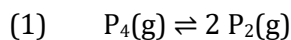
- a) *Írd fel a két elektródon lejátszódó folyamatok egyenletét!*
- b) *Ha 4,00 A áramerősséget használva a cella óránként 1,20 g oxigéngázt állít elő, akkor a cellán átáramlott töltés hány százaléka hasznosul?*

A marsi utazásnak egyik nehézsége, hogy az oxigénszállítást is meg kell oldani. Az egyik terv szerint az ember érkezését megelőzően, 16 hónappal korábban megkezdhenék az oxigéntermelést.

- c) *Ha 24,0 tonna oxigén termelése a cél, akkor hány cellára lenne szükség a fentiek szerint? (Vegyünk egy hónapot átlagosan 30 nappól állónak.) Mennyi szén-monoxid termelődne mindeközben?*
- d) *Miért nem jelenthet megoldást a fenti eljárás a Földön arra, hogy a szén-dioxidot oxigénné alakítsuk, és csökkentjük így az üvegházhatását?*

(Borbás Réka)

K454. A foszforatom hármas kötés létesítésére nagy mérete és kis elektronegativitása miatt nem hajlamos, szemben a nitrogénnel. Mégis létezik P₂ molekula is. Tekintsük a következő egyensúlyokat:



Ha egy $1,00 \text{ dm}^3$ -es tartályból kiszivattyúzzuk a levegőt, és beleteszünk 124 g fehérfoszfort, majd a tartályt $1500 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra melegítjük, a fenti egyensúlyi reakciók végbemennek, és az egyensúly beálltáig a fehérfoszfor $87,8\%$ -a alakul át. A (2) folyamat egyensúlyi állandója $1500 \text{ }^\circ\text{C}$ -on

$$K_2 = 2,33 \cdot 10^{-9} \text{ mol/dm}^3.$$

- Mennyi az (1) folyamat egyensúlyi állandója?*
- Mi lesz a $P_4 : P_2 : P$ anyagmennyiség-arány az egyensúlyi elegyben?*
- Mennyi lesz az egyensúlyi nyomás a tartályban?*
- Ha a hőmérsékletet $1800 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra emeljük, akkor melyik foszforforma (foszforformák) mennyisége lesz kisebb az előző egyensúlyi állapothoz képest az új egyensúly beállása után?*

Egyensúlyi állandók $1800 \text{ }^\circ\text{C}$ -on:

$$K_1 = 239 \text{ mol/dm}^3; K_2 = 2,73 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$$

(Borbás Réka)

K455. Vendel egy olyan porkeveréket akar előállítani, amit pontosan három anyag alkot, pontosan háromféle atom van benne és azok tömegaránya $1:1:1$.

Elsőként a szén, a kalcium-oxid és a kalcium-karbonát keverékét választotta.

- Milyen tömegarányban keverje össze a három anyagot?*

Ez a keverék levegővel érintkezve nem maradna változatlan összetételű.

- Mi a változás oka? Mely elem(ek) tömegaránya nőne és melyiké (melyeké) csökkenne?*

Vendel szeretné lecserélni a kalcium-karbonátot valami más anyagra.

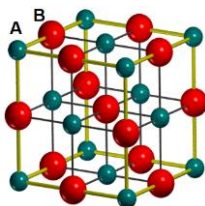
- Mi jöhet szóba? Válaszodat számítással is támaszd alá!*

Egy újabb kihívás az, hogy nitrogén és oxigén is szerepeljen az atomok között, hiszen ezek elemi állapotban gáz-halmazállapotúak. A harmadik elem bármi lehet.

- Keress olyan anyagokat, amelyekkel megvalósíthatók Vendel eredeti feltételei! Számítsd ki a három kiválasztott anyag tömegarányát is!*

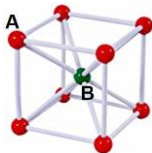
(Zagyi Péter)

K456. Egy ionvegyület két ionja izoelektronos. Szerkezete a kősó rácsához hasonló, tehát elemi cellája egy kocka, melyben az ionok az ábrán látható módon helyezkednek el. A cellaállandó (vagyis a kocka élhossza) 0,4212 nm. Ebből a cellaállandóból kiszámítható az elemi cella sűrűsége, ami megegyezik az anyag sűrűségével: 3,583 g/cm³.



- a) Írd fel az anyag képletét az **A** és **B** betűjelek felhasználásával!
 b) Melyik anyagról lehet szó?

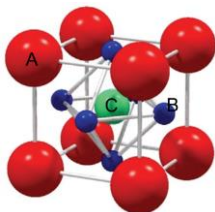
Szintén izoelektronos ionokból áll az a vegyület, melynek elemi cellája szintén kocka, de más, mint az előbbié.



A cellaállandó értéke 0,4503 nm, az ebből számított sűrűség pedig 4,725 g/cm³.

- c) Írd fel az anyag képletét az **A** és **B** betűjelek felhasználásával!
 d) Melyik anyagról lehet szó?

A harmadik vegyület ionjai is izoelektronosak. Kristályszerkezete valamivel bonyolultabb, mint az előzőeké, de ez is szabályos, tehát az elemi cella ismét egy kocka. Ebben az esetben a kocka középpontjában (**C**), lapközéppontjaiban (**B**) és csúcsain (**A**) található az ionok. A cellaállandó értéke 0,3950 nm, az ebből számított sűrűség pedig 2,796 g/cm³.



e) Írd fel az anyag képletét az **A**, **B** és **C** betűjelek felhasználásával!

f) Melyik anyagról lehet szó?

A kérdések megválaszolásához fontos mérlegelni, hogy egy-egy ion hány elemi cellához is tartozik. Hiszen például a c) kérdésre nem helyes válasz az **A₈B**, ugyanis míg a **B** ion teljes egészében az elemi cella része, addig az **A** ionoknak csak egy bizonyos hányada számítódik ide.

(Zagyai Péter)

K457*. Sokszor hallhatunk az omega-3 zsírsavak egészségre gyakorolt hatásáról. Nagyon sokféle omega-3 zsírsav létezik, de főként az alfa-linolénsav (ALA), az eikozapentaénsav (EPA) és a dokozaeaeénsav (DHA) élettani jelentősége, idegrendszerre és szívre gyakorolt pozitív hatása a legfontosabb.

Zsírok és olajok, ill. a zsírsavak telítetlenségének jellemzésére az ún. jódszámot alkalmazzák. Ez megmutatja, hogy 100 gramm anyag hány gramm jódot tud addicionálni. A jódszám meghatározásához a vizsgálandó anyagból bemérünk 0,8-1,0 g-ot egy 250 cm³-es üveg dugós Erlenmeyer-lombikba, hozzáadunk 15-20 cm³ tiszta kloroformot, és hozzápipettázunk pontosan 30,0 cm³ alkoholos jód-higany(II)-klorid-oldatot (mely úgy készül, hogy 25,0 g jódból 95%-os alkohololdattal 500 cm³ oldatot készítünk, illetve 30,0 gramm higany(II)-kloridból is 500 cm³ oldatot készítünk 95%-os alkohololdattal, és a két oldatot összeöntjük). A lombikot megnedvesített dugóval bedugjuk. Ha a folyadék a kevergetéskor nem lesz teljesen tiszta, még kevés kloroformot adunk hozzá. A jódmennyiségnek annyinak kell lennie, hogy a reakció végén az oldat még barna színű legyen. A jódozás alatt az elegyet a közvetlen napfénytől óvjuk. 2 óra alatt a reakció befejeződik. Ekkor az elegyhez 15 cm³ 10%-os KI-oldatot adunk, és 100 cm³ vízzel felhígítjuk. Ha vörös csapadék válik ki (HgI₂), a KI kevés volt, ilyenkor még utólag annyit teszünk hozzá, hogy a csapadék feloldódjék. Ezután gyakori rázogatózás közben annyi 0,1 mol/dm³ Na₂S₂O₃-oldatot adunk hozzá, hogy a vizes és a kloroformos fázis csak gyengén sárga színű legyen. Ekkor keményítőindikátort adunk az elegyhez, és alapos rázogatózás közben színtelenre titráljuk.

A meghatározás során végbemenő reakciók:

$\text{HgCl}_2 + 2 \text{I}_2 \rightarrow \text{HgI}_2 + 2 \text{ICl}$ (az alkoholos jód-higany(II)-klorid-oldatban)

$-\text{CH}=\text{CH}- + \text{ICl} \rightarrow -\text{CHI}-\text{CHCl}-$ (a telítetlen zsír és a jód-klór reakciója)

$\text{ICl} + \text{KI} = \text{I}_2 + \text{KCl}$ (a KI adagolásakor)

$\text{I}_2 + 2 \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 2 \text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ (a titrálás folyamán)

Tehát a higany(II)-klorid lényegében katalizálja az addíciós reakciót.

a) *Miért kell óvni a napfénytől a jódozás alatt az elegyet?*

b) *Írd fel a vörös csapadék keletkezésének és feloldódásának egyenletét!*

Egy laborban táplálékkiegészítőhöz való EPA-DHA keveréket vizsgálnak, és a fenti módszer szerint a keverék bizonyos tömegére 25,3 cm³ nátrium-tioszulfát-oldat fogyott.

c) *Mekkora tömegű tiszta EPA-nak, illetve mekkora tömegű tiszta DHA-nak felel meg ez a fogyás?*

(Borbás Réka)

K458*. Egy kristályvizes fém-acetátban a koordinálódott vízmolekulákat ammóniamolekulákra és metil-alkohol-molekulákra is ki lehet cserélni. Az említett vegyületek tömegszázalékos hidrogén- és oxigéntartalma a számértékek növekvő sorrendjében (de nem feltétlenül az említés sorrendjében): 4,287; 4,849; 4,987; 34,21; 39,58; 42,53.

Határozd meg a kérdéses vegyületek képletét!

(Zagyi Péter)

K459*. 400 cm³ 1,10 g/cm³ sűrűségű, 1,50 mol/dm³ koncentrációjú NaCl-oldatot elektrolizáltunk rézelektrodokkal ellátott készülékben. Az elektrolízist akkor fejeztük be, amikor a katódon 49,0 dm³ standard légköri nyomású, 25 °C-os gáz fejlődött.

a) *Milyen elektródfolyamatok és milyen kémiai változás játszódott le az összekevert oldatban? Írd fel az egyenleteket!*

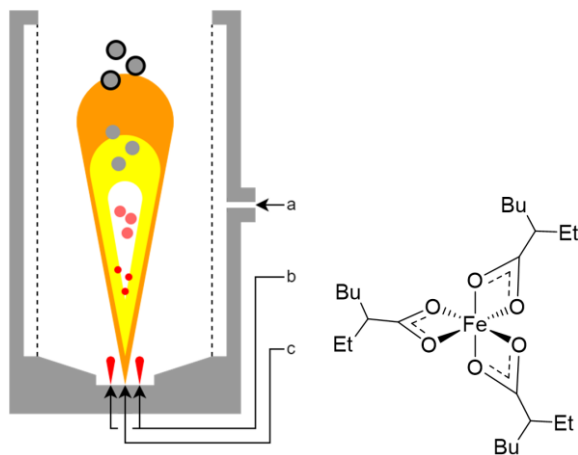
b) *Mennyi lett az oldat tömegszázalékos nátrium-klorid-tartalma az elektrolízis befejeződése után?*

(Forgács József)

H386. A mágneses nanorészecskék, az úgynevezett „nanomágnesek” egyedülálló anyagok. Előállításuk redukív lángban történő pirolízissel történhet. Ilyenkor héjként grafitszerű szén rakódhat le a mágneses magra. A szénbevonathoz katalizátorok vagy gyógyszerek

kapcsolhatóak. Az ilyen funkcionalizált nanomágnesek könnyű elválaszthatóságuk miatt nagyon hasznosak lehetnek.

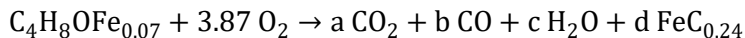
Vas/vas-karbid pirolízises előállításához $\text{Fe}(\text{2-EHA})_3$ (2-EHA = 2-etilhexanoát) prekuzort használnak. A prekuzoroldatot egy fúvókából oxigénnel diszpergálják. A permetet sztöchiometrikusan előkevert metánból és oxigénből álló másodlagos lángban égetik el. A redukáló körülmények érdekében az égés nitrogén atmoszférában történik. Az ábra mutatja az eljárást.



Az ábrán mutatott betáplálások: a: N_2 . b: $\text{CH}_4 + \text{O}_2$. c: 2,7 g/min $\text{Fe}(\text{2-EHA})_3 + 1,8$ g/min THF + O_2 .

a) Írd fel a prekuzor és a THF égésének egyenletét (CO_2 , H_2O és Fe a termékek)! Hány liter/perc oxigénre van szükség a sztöchiometrikus égéshez?

A valóságban kevesebb oxigént használnak, hogy a láng redukáló legyen, mégpedig úgy, hogy a következő egyenlet írja le formálisan az anyagmennyiség-viszonyokat.



b) Számítsd ki az égéstermékben várható a/b arányt!

A vas-karbid biner vegyületben a szén tömegszázalékos aránya 6,67%. Ha egy részecske kevesebb szenet tartalmaz, akkor abban vas és vas-karbid, ha többet, akkor vas-karbid és szén lesz található.

c) A fenti sztöchiometria esetén miből állnak a részecskék?

Nanomágneseket a fenti áramlási sebességek mellett még acetilént is betáplálva állítottak elő, és a kapott anyagban átlagosan a széntartalom 9,4% tömegszázalék, és a részecskék sugara 30 nm. A vas-karbid és a grafit sűrűsége $7,69 \text{ g/cm}^3$ és $2,26 \text{ g/cm}^3$. A grafitban a rétegek közti átlagos távolság 0,335 nm.

d) *Mekkora a kapott nanorészecskék átlagos térfogata (nm^3 -ban)? Milyen vastag és hány grafitréteget tartalmaz a részecskét borító szénhéj?*

(svájci feladat)

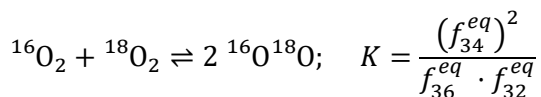
H387. Hevesy György 1943-ban az izotópos nyomkövetés módszerein végzett munkájáért kapott Nobel-díjat. Napjainkban az izotópcsere-reakciókat széles körben használják a reakciómechanizmusok vizsgálatára. Az ilyen izotópcsere-reakciókban az izotópeloszlás végül egyensúlyba kerül („móltörttekkel” kifejezve), mivel az eltérő izotóptartalmú atomok vagy csoportok kicserélődhetnek.

Az izotópcsere-reakciókra példa lehet a $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ izotópcsere a molekuláris oxigénben. Azokat az oxigénmolekulákat, amelyek csak az izotópszisztémájukban különböznek, izotopológoknak nevezzük. Egy ^{18}O és ^{16}O izotópot tartalmazó rendszerben három izotopológ molekula van: $^{16}\text{O}_2$, $^{18}\text{O}_2$ és $^{16}\text{O}^{18}\text{O}$.

A különböző O_2 izotopológokat tartalmazó rendszer izotópos összetétele (nem csak egyensúlyban) az izotópok móltörtjeivel írható le: f_{32} , f_{34} és f_{36} . Ezek a $^{16}\text{O}_2$, $^{16}\text{O}^{18}\text{O}$ és $^{18}\text{O}_2$ móltörtjei. Az összegük pontosan egy, ezért két független paraméter elegendő az izotópposztétel teljes leírásához. Az egyik jellemzően a $^{16}\text{O}^{18}\text{O}$ izotopológ móltörtje, a másik pedig α - a rendszerben lévő ^{18}O atomok móltörtje az O atomokon belül.

a) *Fejezd ki α -t az izotopológ molekulák móltörtjeivel! Fejezd ki f_{32} -t és f_{36} -t az f_{34} és α segítségével!*

A gázfázisban lejátszódó izotópcsere leírható az alábbi reakcióval:



Egy rendszer entrópiája, S , arányos a rendszer lehetséges mikroszkopikus állapotai számának (W) természetes logaritmusával: $S = k_b \cdot \ln W$

A fenti reakcióban a mikroszkopikus állapotok száma 1 a $^{16}\text{O}_2$ és $^{18}\text{O}_2$ izotopológok esetében. A $^{16}\text{O}^{18}\text{O}$ esetében viszont a $W = 2$, mert az oxigénatomok megkülönböztethetők a molekulában. A fenti reakció standard entrópiaváltozása tehát:

$$\begin{aligned}\Delta_r S^0 &= 2 \cdot k_b \cdot \ln 2 - k_b \cdot \ln 1 - k_b \cdot \ln 1 \\ &= 1,87 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \quad (11,3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})\end{aligned}$$

Általánosságban W az alábbi módon számítható egy olyan kétféle izotópból felépülő n atomos izotopológra, amiben m darab van az egyik izotópból:

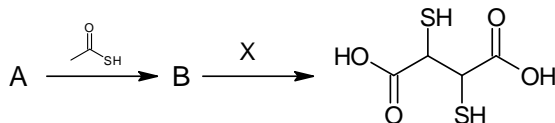
$$W = C_m^n = \frac{n!}{m!(n-m)!}$$

- b) Számítsd ki a fenti izotópcseré reakció standard szabadentalpiaváltozását 298 K-en ($\Delta_r G^0_{298}$) és a termodinamikai egyensúlyi állandóját. Hogyan függ a hőmérséklettől az egyensúlyi állandó?
- c) A kezdetben 0,5 mol $^{16}\text{O}_2$ -t és 0,5 mol $^{18}\text{O}_2$ -t tartalmazó zárt rendszerre számítsd ki az összes izotopológ egyensúlyi móltörtjét és az α -t!

(svájci feladat)

H388. A 2,3-dimerkaptoborostyánkősav (DMSA) fémmérgezők, például ólom (Pb), higany (Hg) és arzén (As) ellen használt gyógyszer, képlete az alábbi sémán is látható. Hatásmechanizmusa a kelátképzésen alapul, amelynek során a kelátképző gyógyszer erősen megköti a fémiot, vízben oldódó 1:1 arányú komplexet képezve, amely aztán a vizelettel ürül ki.

A dikarboxil-acetilént (A) tioecetsavval reagáltatva a B vegyületet kapjuk, amiből előállítható a termék DMSA.



- a) Rajzold fel a betűvel jelölt anyagokat! Rajzold fel és nevezd el a termék sztereoisomereit! Vannak köztük enantiomerek? A gyógyszer oldata a polarizált fény síkját nem forgatja el. Melyik sztereoisomert forgalmazzák tehát?

A DMSA négyértékű sav. A savi disszociációs állandók pK értékei: 2,71, 3,48, 9,65, 12,05.

b) *Becsüld meg a 0,1 M DMSA-oldat pH-ját 0,1 pH egység pontossággal! Hogyan lehetne a kapott eredményen pontosítani?*

Egy személynél Pb-mérgezést diagnosztizáltak, miután a vizsgálat 85 $\mu\text{g}/\text{dl}$ ólomszintet mutatott ki a vérében. A beteget intravénásan beadott DMSA-val kezelték, és az adott dózis 5 mg/testsúlykg-nak felelt meg. Tegyük fel, hogy a beteg átlagos: testtömege 75 kg és a vértérfogata 5 liter.

c) *A befecskendezés után a szabad DMSA egyensúlyi koncentrációja 99,5%-a lesz a beadott mennyiségnek. Mennyi lesz a DMSA-val nem komplexált ólom koncentrációja ekkor?*

A DMSA-komplex Cd^{2+} -val, egy másik, a ligandum által megkötött mérgező fémionnal való kölcsönhatásának vizsgálatára a következő kísérletet végeztük el:

0,1 mmol DMSA-Pb-hez 1 l semleges vízben 0,05 mmol Cd(II) sót adtunk. Feltételezzük, hogy a térfogat nem változott, és nem történt sav-bázis reakció.

A DMSA-Pb komplex stabilitási állandója $K_1 = 10^{17,6}$ 1/M a DMSA-Cd-ra $K_2 = 10^{16,5}$ 1/M.

d) *Mi lesz az oldatban a négy speciesz egyensúlyi koncentrációja?*

(svájci feladat)

H389. A matematikai linearizálás hasznos a nagy adathalmazok elemzése során, mivel a lineáris grafikonok csak két pont egyedi meghatározását igénylik. Linearizálással egyszerű összefüggések találhatóak még bonyolult egyenletekhez is.

A) Gáztörvény

a) *Keress egy linearizált összefüggést az ideális gáztörvényre állandó hőmérsékleten a nyomás (p) és a térfogat (V) függvényekből álló változókat használva! Add meg az egyenes meredekségét és az x - és y -tengelyekkel való metszéspontját! A grafikon milyen irányba tolódik el, amikor a hőmérséklet emelkedik?*

b) *Magyarázd meg, hogy miért figyelhető meg kísérletileg a lineáris grafikontól való eltérés nagy nyomáson!*

B) Egyensúlyi állandó

c) *Mutasd meg, hogy milyen tengelyeket kell használnunk ahhoz, hogy az egyensúlyi állandó és a hőmérséklet összefüggése lineáris legyen!*

d) *Mutasd meg, hogy milyen tengelyeket kell használnunk ahhoz, hogy az egyensúlyi állandó és a nyomás összefüggése lineáris legyen! Mi lesz az egyenes meredeksége ilyenkor?*

C) Egy érdekes függvény: $y = \frac{ax}{b+x}$

Háromféleképp is lehet linearizálni ezt a függvényt. A táblázat mutatja az egyes módszerek jellemzőit.

	Linearizált forma	Meredekség	x -metszet	y -metszet
1		$1/a$		
2			$-1/b$	
3				a

e) *Töltsd ki a táblázat üres helyeit!*

(svájci feladat)

H390. Az illékony anyagok összetételének vizsgálatára gyakran használják a gázkromatográfia módszerét. A keveréket egy hosszú, vékony és forró üvegcsőbe, az úgynevezett oszlopba fecskendezik be. Az oszlop belsejét egy nem illékony, de az gáz összetevőit megkötni képes anyag (pl. egy gyanta vagy olaj) borítja. Az oszlopon egy gázt, az ún. vivőgázt áramoltatják át, ami a mintával befecskendezett levegőt és vegyületeket végighajtja az oszlopon. A végighaladás során az egyes anyagok elkülönülnek egymástól. Minél illékonyabb egy vegyület, annál gyorsabban jut át az oszlopon. Az oszlop végén a kiáramló anyag mennyiségét rögzítik, aminek az eredménye az ún. kromatogram. A levegő észlelése (a holtidő) és egy vegyület távozása közt eltelt időt a vegyület retenciós idejének hívják.

Kováts Ervin, aki a zürichi ETH professzora volt 1955 és 1967 között, megfigyelte, hogy állandó hőmérsékleten a normál alkánok homológ sorának vegyületei egymást úgy követik, hogy a retenciós ideik mértani sort képeznek. A sorozat f szorzótényezője 1,6 (pl. 20,0 s, 32,0 s, 51,2 s,

81,9 s, 131,1 s, ...). Egy bizonyos oszlopon és hőmérsékleten az n -hexán retenciós ideje $t_6 = 100$ s.

a) Számítsd ki a homológ sor további tagjainak retenciós idejét a $C_{10}H_{22}$ -ig! Keresd egy olyan lineáris összefüggést, amivel a retenciós idő (t_n) megkapható a szénatomszámból (n)! Hogy kapható meg t_n -ből t_{n+1} ?

Ha egy több egymást követő n -alkánt és egy ismeretlen X anyagot tartalmazó keveréket az előbbiekkel azonos körülmények között injektálunk, akkor az X komponens két egymást követő n -alkán között a t_x időpontban hagyja el az oszlopot: $t_n < t_x < t_{n+1}$. Ezekre az esetekre Kováts az X komponens R_x retenciós indexét a következő kifejezéssel definiálta:

$$R_x = 100n + 100 \frac{\log(t_x/t_n)}{\log(t_{n+1}/t_n)}$$

Ezzel a meghatározással az n -alkánok retenciós indexe $100n$. A kísérletek azt mutatják, hogy ugyanazok a megfontolások homológ vegyületek bármely sorozatára alkalmazhatók. Tehát a normál alkoholok, vagy az n -aldehidek stb. minden egymást követő retenciós indexe százszal különbözik:

$$R_{x,n+1} = R_{x,n} + 100$$

b) X egy n -alkohol, amelynek retenciós ideje $t_x = 200$ s a fenti kísérleti körülmények között. Számítsd ki R_x retenciós indexét!

A Kováts-indexeket olyan kísérletből is meg lehet kapni, amelyben az oszlop hőmérséklete programozottan változik. Ha a csövet állandó sebességgel (néhány °C/perc) melegítjük, akkor az n -alkánok a szénatomok számával (n) arányos idő alatt távoznak.

Ilyenkor az R'_x retenciós indexek egy másik Kováts-formulával számíthatók ki:

$$R'_x = 100n + 100 \frac{t'_x - t'_n}{t'_{n+1} - t'_n}$$

Itt t'_n az X előtt távozó, n db szénatomot tartalmazó normál alkán retenciós ideje.

Az izotermikus módszerrel és a hőmérséklet-programozásos méréssel kapott indexeket azonosnak tekintjük. Mint ilyenek, a Kováts-indexek a rendszertől függetlennek és a moláris tömegekhez vagy a normál

nyomáson mért forráspontokhoz hasonlóan alapvetően az anyagot jellemző tulajdonságnak tekinthetők.

Egy adott fűtési sebesség mellett ha az n -hexán retenciós ideje $t = 160$ s, akkor az n -heptán esetében 180 s, az n -oktán esetében 200 s, az n -nonán esetében 220 s és az n -dekán esetében 240 s lesz a retenciós idő.

c) Számítsd ki a b) pontban szereplő X n -alkohol várható retenciós idejét ennél a fűtési sebességnél!

Kísérletei alapján Kováts professzor a következő szabályokat tudta felállítani:

- Az n szénatomos normál alkoholok retenciós indexe 280-zal nagyobb, mint a megfelelő n -alkáné. Például az etanol R' értéke 480-nak felel meg.
- Az etil- n -karboxilátok retenciós indexe 179-cel nagyobb, mint a megfelelő n -alkáné (az észterek összes szénatomját számolva). Például az etil-sztearát ($C_{17}H_{35}CO_2C_2H_5$) retenciós indexe 2179.
- Két egymást követő szénatom közötti kettős kötés bevezetése körülbelül 30 %-kal csökkenti a retenciós indexeket.

Egy növényi olajat elemeztek zsírsavtartalmának meghatározására. Mivel a zsírsavak természetesen előforduló trigliceridjei (a glicerin ($C_3H_8O_3$) és a zsírsavak triészterei) nem alkalmasak gázkromatográfiára, először át kell alakítani őket illékony észterekké. Az olajat minimális mennyiségű NaOH-val etanolban történő hevítéssel átészterezték.

Miután a kapott keverékhez 5 db $n = 18-22$ szénatomos alkánt adtak, azt gázkromatográfiásan elemezték egy állandó (de nem a c kérdésben használt) fűtési sebességet használó hőmérséklet-programmal. Az analízis eredménye a következő retenciós időknél adott csúcsokat:

16,43; 17,38; 18,13; 18,33; 19,28; 19,75; 19,99; 20,23 perc

d) Azonosítsd a keverékben lévő összes anyagot, és rendeld őket az észlelt csúcsokhoz! A glicerin ebben a mérésben nem mutatható ki.

(svájci feladat)

Megoldások

K436. Az **A** vegyület általános képlete (az atomok arányára megadott információ alapján) legyen Me_3X_2 , ahol **Me** a d-mezőbeli fém, **X** pedig a nemfémes elem. A vegyület direktszintézise így az alábbi egyenlettel írható le:

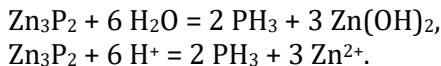


(Itt persze figyelmen kívül hagyjuk, hogy a nemfémes elem esetleg molekularácsos, de ez a tömegarányokat nem befolyásolja. Gondoljunk arra, hogy az elemi ként is mindig csak S -ként, nem S_8 -ként jelöljük egyenletekben!) A három eltérő beméréssel történt szintézist megvizsgálva észrevehetjük, hogy a nemfém változatlan mennyisége mellett a fém tömegét 100,0 g-ról 250,0 g-ra növelve a képződő vegyület tömege is éppen 2,5-szeresére nő. Ez azt jelenti, hogy ebben a két esetben a fém a reakció sztöchiometriájának a meghatározója, a nemfémet pedig feleslegben alkalmaztuk. Ezzel szemben, ha már 400,0 g fémet vinnénk reakcióba, akkor nem képződik négyszer annyi termék, mint 100,0 g esetén. Ez csak akkor lehetséges, ha ilyen arányoknál már a fém van feleslegben, és a nemfém reagál el maradéktalanul. Ezek szerint például az 1. és a 3. esettel számolva elmondhatjuk a tömegmegmaradás elve következtében, hogy 100,0 g fém 31,6 g nemfémmel, 100,0 g nemfém pedig 316,7 g fémmel egyesül sztöchiometrikusan. $M(\text{Me})$ legyen a fém, $M(\text{X})$ pedig a nemfém moláris tömege! A fenti általános reakcióegyenletet alapul véve felírható az alábbi kétismeretlenes egyenletrendszer:

$$(1) \frac{100,0}{3M(\text{Me})} = \frac{31,6}{2M(\text{X})},$$

$$(2) \frac{316,7}{3M(\text{Me})} = \frac{100,0}{2M(\text{X})}.$$

Az egyenletrendszert megoldva: $M(\text{Me}) = 65,38 \text{ g/mol}$, $M(\text{X}) = 30,97 \text{ g/mol}$. A fém a cink, a nemfém a foszfor, az **A** vegyület képlete tehát Zn_3P_2 . Ezt az anyagot ízeltlábúak és rágcsálók irtására használják például a mezőgazdaságban. Hidrolízisével fokhagymaszagú foszfin-gáz szabadul fel, amely csalogatja a kártevőt, egyúttal viszont igen hatásos méreg. Az emésztőrendszer savas közegében még intenzívebb a foszfin felszabadulása. A folyamatok egyenlete (melyek közül elegendő volt az egyiket felírni a megoldásban):



A **B** vegyület képletének meghatározása innentől nem nehéz feladat, hiszen a megadott adatok alapján az adott tömegű mintában $N(\text{Zn}):N(\text{P}) = 5,837 \cdot 10^{22} : (1,163 \cdot 10^{23}) = 1:2$. A vegyület képlete: **ZnP₂**.

A feladatra érkezett megoldások közül Csernyák Miláné, Muraközi Péteré, Takács-Benyhe Bertalané és Viczkó Csaba Péteré volt hibátlan.

(Varga Bence)

K437. a) Az **X** sav a tömény salétromsav, az ötvözet ezüsttartalma reagál vele az $\text{Ag} + 2 \text{HNO}_3 \rightarrow \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ reakcióegyenlet szerint, a fejlődő vörösbarna színű gáz a nitrogén-dioxid.

b) Az oldás során kapott ezüstionok reagálnak a konyhasó kloridionjával, a keletkező fehér csapadék az ezüst-klorid:



c) A forró szelénsav az ékszer maradékát, az aranyat oldja, a $6 \text{H}_2\text{SeO}_4 + 2 \text{Au} \rightarrow \text{Au}_2(\text{SeO}_4)_3 + 3 \text{H}_2\text{SeO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$ egyenlet szerint.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 8,8 pont, hibátlan megoldást 15 tanuló küldött be. A leggyakoribb hiba a sztöchiometriai együtthatók hiánya volt a savas oldások egyenleteiben.

(Vörös Tamás)

K438. a) A termék 100 g-ját vizsgálva abban 10,40 g bór, 34,68 g szén, 46,19 g oxigén és $(100 - 10,40 - 34,68 - 46,19) \text{ g} = 8,73 \text{ g}$ hidrogén található. Ezen alkotók anyagmennyisége: 0,962 mol bór, 2,89 mol szén, 2,89 mol oxigén és 8,66 mol hidrogén. Ez alapján a keresett termékben az alkotók anyagmennyiség aránya 1:3:3:9, azaz a tapasztalati képlet $\text{BC}_3\text{O}_3\text{H}_9$. Ez egyben megfelel a molekulaképletnek is, hiszen a termék a bórsav metil-alkohollal alkotott észtere, képlete $\text{B}(\text{OCH}_3)_3$. A kísérletben oldószerként és reakciópartnerként alkalmazott folyadék a metil-alkohol (CH_3OH) volt, melynek sűrűsége valóban a feladat szövegében szereplő érték ($0,792 \text{ g/cm}^3$) és belőle bórsavval – tömény kénsav

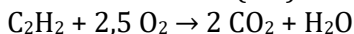
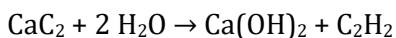
katalizálta reakcióban – vízkilépés közben keletkezik a fenti észter ($3 \text{ CH}_3\text{OH} + \text{H}_3\text{BO}_3 \rightarrow \text{B}(\text{OCH}_3)_3 + 3 \text{ H}_2\text{O}$).

b) Az égés egyenlete: $2 \text{ B}(\text{OCH}_3)_3 + 9 \text{ O}_2 \rightarrow 6 \text{ CO}_2 + 9 \text{ H}_2\text{O} + \text{B}_2\text{O}_3$

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 8,1 pont, hibátlan megoldást 9 tanuló küldött be. A feladat a) része szerint meg kellett adni az oldószerként és reakciópartnerként is szereplő folyadék képletét, több megoldó csak a metanol nevét adta meg. További gyakori hiba volt, hogy a b) feladatrész egyenletében a bór-trioxid képlete helytelenül szerepelt.

(Vörös Tamás)

K439. a) A tök belsejében lezajló reakciók egyenletei:



b) Feltételezhető, hogy a tök kb. $1,5 \text{ dm}^3$ térfogatú belső terében kiinduláskor $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -os, $101,3 \text{ kPa}$ nyomású levegő van. Ennek anyagmennyisége $1,5 \text{ dm}^3 / 24,5 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = 0,0612 \text{ mol}$. A kiindulási levegő 21%-a, azaz $0,0129 \text{ mol O}_2$ és 79%-a, vagyis $0,0484 \text{ mol N}_2$. Az ötszörös túlnyomás miatt a megengedhető maximális nyomás a tök belsejében $(5+1) \cdot 101,3 \text{ kPa} = 607,8 \text{ kPa}$. A hőmérséklet értéke 673 K , a $pV=nRT$ összefüggés alapján a megengedhető legnagyobb anyagmennyiség $0,163 \text{ mol}$. Tételezzük fel, hogy az előállított $x \text{ mol}$ anyagmennyiségű acetilén teljesen elég! Ehhez az égés egyenlete alapján $2,5x \text{ mol O}_2$ szükséges és $2x \text{ mol CO}_2$ mellett $x \text{ mol}$ vízgőz keletkezik. A megmaradó O_2 anyagmennyisége $(0,0129 - 2,5x) \text{ mol}$, a $0,0484 \text{ mol N}_2$ változatlanul jelen van. Amennyiben a termékelegy nyomása eléri az ötszörös túlnyomást, az elegy anyagmennyiségére felírható:

$$2x + x + (0,0129 - 2,5x) + 0,0484 = 0,163$$

Ebből x értéke $0,203 \text{ mol}$, vagyis ennyi acetilén elégetése szükséges a kritikus nyomás eléréséhez. Vegyük azonban észre, hogy nem áll rendelkezésre ekkora mennyiségű C_2H_2 égéséhez szükséges oxigén, azaz nem fog elégni az összes előállított acetilén!

Elfogy tehát a kiindulási $0,0129 \text{ mol O}_2$, ez $0,00516 \text{ mol C}_2\text{H}_2$ égéséhez elegendő és $0,0155 \text{ mol CO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ elegy képződik belőle. Emellett a gáz-elegyben benne lesz a $0,0484 \text{ mol N}_2$ és az el nem fogyott $y \text{ mol}$ acetilén.

Ötszörös túlnyomás esetén felírható a gázelegy össz-anyagmennyiségére a $0,0155 + 0,0484 + y = 0,163$ összefüggés, melyből $y = 0,0991$ mol, azaz ekkora mennyiségű acetilén nem égett el. Az összes kiindulási C_2H_2 ($0,00516 + 0,0991$) mol = $0,104$ mol volt, azaz $0,104$ mol kalcium-karbidot mert bemérni Vendel, ennek tömege $6,67$ gramm. (Könnyen ellenőrizhető, hogy ilyen mennyiség esetén a kalcium-karbid és víz reakciójában a víz van feleslegben, tehát elegendő kiindulási anyag áll rendelkezésre a reakcióhoz.)

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 3,2 pont, a legjobb megoldást (8 pont) Viczkó Csaba Péter küldte be. A megoldók egy része a tők belsejében ötszörös túlnyomást okozó gázelegyet CO_2-H_2O elegynek, több megoldó tiszta C_2H_2 -nek vette, nem számolva sem az eredetileg a tőkben lévő levegővel, sem azzal, hogy a kiindulási O_2 mennyisége csak kevés acetilén égéséhez elegendő (az oxigén a kifaragott darabok kirepülését követően tud csak pótlódni). Emellett gyakori hiba volt a helytelen/hiányzó sztöchiometriai együttható az a) feladatrészben. Az ötszörös túlnyomást sok megoldó a légköri nyomás ötszörösének vette, ezért nem járt pontlevonás.

(Vörös Tamás)

K440. a) Tekintsünk 100 g $C_3H_8O_2-H_2O$ keveréket, benne x g propándiolt. A $46,8$ g oxigén a két vegyületből jön össze:

$$46,8 = x \frac{2M(O)}{M(C_3H_8O_2)} + (100 - x) \frac{M(O)}{M(H_2O)}$$

Az egyenlet megoldása $x = 89,9$ g, azaz a keverék ennyi tömegszázalék propándiolt tartalmazott.

b) Az 1 mikrométer sugarú, gömb alakú cseppek térfogata és felülete:

$$V = \frac{4}{3} r^3 \pi = 4,19 \cdot 10^{-18} m^3 \quad A = 4r^2 \pi = 1,26 \cdot 10^{-11} m^2$$

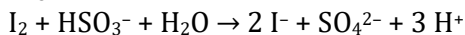
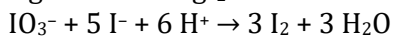
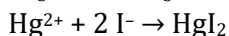
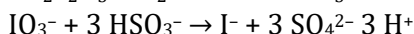
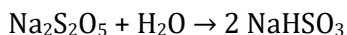
A folyadék sűrűségét 10^6 g/ m^3 -nek véve a fajlagos felület 3 m²/g.

c) A percnként betáplált kb. 2 g ködképző folyadék tömege elhanyagolható az átáramló 24 m³ levegő tömege mellett, hisz ez ezer mólnyi gázt, nagyságrendileg 30 kg tömeget jelent. Tehát a köd sűrűsége hozzávetőleg megegyezik a levegő sűrűségével.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 6,9 pont volt. A legtöbb tévedést a mértékegység-átváltások okozták a b) részben. A c) feladatnál a folyadék tömegétől senki nem tekintett el, de elfogadtuk a kiszámított, a levegő sűrűségét reprodukáló eredményeket is.

(Magyarfalvi Gábor)

K441. a) A lejátszódó reakciók egyenletei:



b) A reakció kezdeti lépése, a jodátionok redukciója jodidionokká lassú reakció, el kell telnie az összeöntés után néhány másodpercnek ahhoz, hogy a rendszer jodidion koncentrációja elérje azt az oldhatósági szorzatnak megfelelő értéket, ahol meg tud indulni a csapadékkiválás.

c) A fekete színt a jodátionok és jodidionok reakciójában keletkező jódkeményítővel alkotott komplexe adja. Addig, amíg nem lesz teljes a HgI_2 csapadék leválása, azaz nem fogynak el a Hg^{2+} -ionok, addig a rendszer jodidion koncentrációja alacsony, nem tud megindulni a jódképződés, így a sötét színű komplex sem alakul ki.

d) Ha a HgCl_2 -oldat arányát csökkentették volna, akkor a kisebb higany(II)-ion koncentráció miatt később indult volna meg a narancssárga csapadék leválása, mivel több időnek kellett volna eltelnie összeöntés után, hogy az eredetihez képest nagyobb jodidion koncentráció kialakuljon és az ionkoncentrációk szorzata elérje az oldhatósági szorzat értékét. Emellett a narancssárga színt rövidebb ideig látták volna és hamarabb megjelent volna a fekete szín, hiszen a kisebb mennyiségű higany(II)-ionok hamarabb elfogytak volna.

e) A sötét szín nem jelent volna meg abban az esetben, ha nem tettek volna a kiindulási oldatba keményítőt, illetve akkor sem, ha a nátrium-metabiszulfidot nagy feleslegben alkalmazták volna, mivel az visszaredukálta volna az oldat jódtartalmát jodidionokká. A jódképződés és a sötét szín megjelenését az is megakadályozhatja, ha a higany(II)-

klorid oldat arányát növeljük és a rendszerben lévő teljes jodidion mennyisége csapadékként kiválik.

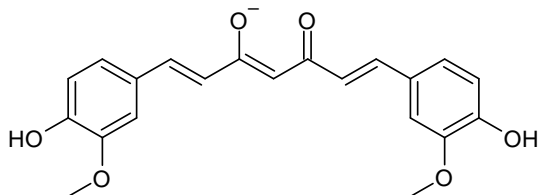
A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 7,3 pont, a legjobb megoldást Szabó Márton küldte be. Egy-egy rosszul felírt egyenlet mellett a legtöbb pontlevonás a b)-e) kérdésekre adott hiányos válaszok miatt volt. Több megoldó végzett számításokat az e) kérdés megválaszolásához, azonban enélkül is megszerezhető volt az erre a feladatrészre járó pontszám.

(Vörös Tamás)

K442. A kurkumin molekulája aromás gyűrűket és hosszabb alifás láncot is tartalmaz, így vízben rosszul oldódik. Lúgos közegben protonleadással ion képződik belőle, mely sokkal jobban oldódik vízben. Az oldhatóságot amfipatikus molekulák is képesek növelni. Ennek oka, hogy a vegyületek molekulái körbeveszik a kismértékben poláris kurkumin molekuláit, oly módon, hogy a hidrofób részük van a molekulához közelebb és a hidrofil részük van távolabb, így egy vízben jobban oldódó molekula-asszociátum jön létre.

A kurkumin deprotonálásához megfelelően erős bázis kell. Ilyen célra alkalmas lehet a mosósóda (szilárd Na_2CO_3), a trisó (szilárd Na_3PO_4) a szalmiákszesz (NH_3 -oldat) és a lefolyótisztító (szilárd NaOH) is. Az elhalványodás oka az oldat pH-jának csökkenése. Ez például a levegő szén-dioxidjának megkötődésével jöhet létre.

A kurkuminból az alábbi anion képződik lúgos közegben:



Megfelelő sárga színű anyag lehet a vas(III)-klorid, mely kálium-tiocianáttal vérvörös színreakciót ad. Hasonló színváltozást jól megválasztott sav-bázis indikátorok, savak és lúgok alkalmazásával is el lehet érni.

A pontszámok átlaga 7,81 lett. Hibátlan, vagy közel hibátlan megoldást küldött be Csernyák Milán, Muraközi Péter, Nagy Dániel, Tóth Petra Lili és Viczkó Csaba Péter.

(Ficsór István Dávid)

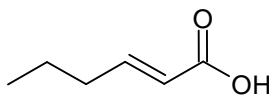
K443. a) A kénsavas gázmosó tömege az égés során keletkezett víz tömegével nőtt. Az 1,837 g H_2O anyagmennyisége 0,102 mol, benne 0,204 mol, azaz 0,204 g H atom található. A második gázmosóban lévő KOH-oldat az 5,388 g CO_2 -ot kötötte meg ($2 \text{ KOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$), melynek anyagmennyisége 0,122 mol. Az ebben lévő 0,122 mol C atom tömege 1,469 g. A kiindulási 2,00 g vegyület tömegéből levonva a H és C atomok tömegét $(2,00 - 0,204 - 1,469) \text{ g} = 0,327 \text{ g}$ adódik, amely megfelel a kiindulási vegyületben lévő O atomok tömegének. Ekkora tömegű O atom anyagmennyisége 0,0204 mol. Az eddigiek alapján a vizsgált vegyület 2,00 g-ja 0,204 mol H és 0,122 mol C atom mellett 0,0204 mol O atomot tartalmaz. Ez alapján a tapasztalati képlete $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}$, amely a feladat további adatai szerint megfelel az összegképletnek is.

b) Az égés egyenlete: $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O} + 8 \text{ O}_2 \rightarrow 6 \text{ CO}_2 + 5 \text{ H}_2\text{O}$. A 2,00 g kiindulási vegyület anyagmennyisége 0,0204 mol, a tökéletes égéséhez ennek nyolcszorosa, azaz 0,163 mol O_2 szükséges. A 2,00 molnyi, 21,0% oxigént tartalmazó levegőben 0,420 mol O_2 van, ebből fogy el 0,163 mol, azaz a felesleg $0,420 \text{ mol} - 0,163 \text{ mol} = 0,257 \text{ mol}$. A százalékos felesleg: $0,257/0,163 \cdot 100\% = 158\%$.

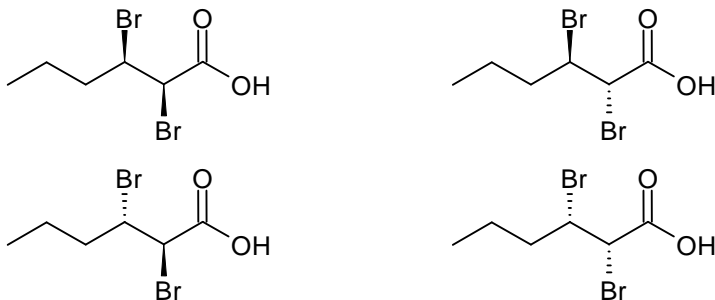
c) A vegyület adja az ezüsttükörpróbát, tehát egy nyílt, elágazásmentes szénláncú aldehid. Tekintettel arra, hogy konjugált kettős kötések tartalmaz, a vegyület a hex-2-énal, melynek két tényszerű izomere (cisz, illetve transz) van:



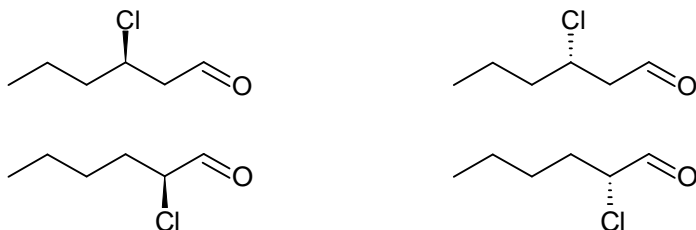
Az ezüsttükörpróba során hex-2-énsav keletkezik (az egyszerűség kedvéért csak a transz izomeren ábrázolva):



Brómmal való reakciója során telítődik a kettős kötés és oxidálódik a formilcsoport karboxilcsoporttá. Az így keletkező 2,3-dibrómhexánsavnak két kiralitáscentruma, azaz összesen négy izomerje van:



A HCl-dal való addíciós reakcióban 2-klórhexanal, illetve 3-klórhexanal képződik. Mindkét termék tartalmaz egy-egy kiralitáscentrumot, azaz mindkettőnek két ténizomerje van:

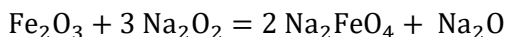


A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 7,3 pont, hibátlan, szép megoldást küldött be Burkódi Mikes, Kozma Szemere és Szabó Márton. Több megoldó feltételezte, hogy a kiindulási vegyületben a 6 mol C és 10 mol H atom mellett 1 mol O atom van, de nem ellenőrizte a feladat adatai alapján ennek helyességét. Gyakori hiba volt, hogy az oxigénfelesleget a megoldók az összes hozzáadott és az égéshez szükséges gázmeny-nyiség hányadosaként adták meg, nem pedig a felesleg és a felhasznált oxigén mennyiségét osztották el egymással. A c) feladatrészben sokan helytelenül adták meg a brómozás termékeit, nem figyelve arra, hogy a vegyület nem 1:1, hanem 1:2 arányban reagál brómmal, így a kettős kötés telítése mellett kell lejátsszódnia további reakciónak is.

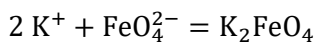
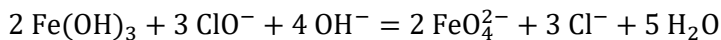
(Vörös Tamás)

H376. A feladat szövege alapján sejthető, hogy egy vastartalmú vegyületről lehet szó, hiszen mindegyik reakcióban szerepel egy ilyen anyag. Az is megfigyelhető, hogy a lila anyag oxidáló környezetben keletkezik. Mivel két reakcióban is +3-as az oxidációs száma a vasnak az oxidálószerrel reagáló vegyületben, ezért elképzelhető, hogy a vasnak egy ennél magasabb oxidációs számú vegyülete keletkezik. Az ilyen vegyületek száma nem nagy, így egy kis keresés után rá lehet jönni, hogy a feladat a ferrátióról (FeO_4^{2-}), illetve annak vegyületeiről szól.

A szilárd fázisú reakcióban a nátrium-peroxid az oxidálószer, így feltételezhető, hogy a ferrátion, valamint a peroxidionból keletkező oxidion nátriummal alkotott vegyülete lesz a két termék. Ez alapján a keresett reakcióegyenlet:

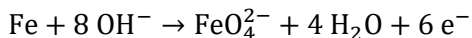


Az oldatban véghez vitt előállítás első lépésében egy lúgos közegű oxidáció megy végbe, majd a kálium-hidroxid-oldat hozzáadásakor keletkezik a csapadék. Ez alapján a keletkező csapadék a kálium-ferrát. A lejátszódó reakciók egyenletei pedig az alábbiak:



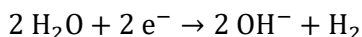
Az elektrolízisen alapuló eljárás során is kálium-ferrát keletkezik.

Az anódon lejátszódó folyamatok:

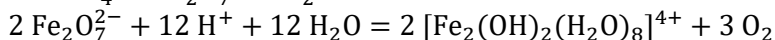
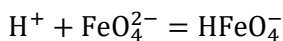


Ezenfelül az oldatban történő előállítás során végbemenő csapadékképződési reakció itt is lejátszódhat.

A katódon lejátszódó folyamat:



A feladat utolsó bekezdésében szereplő reakciókat az alábbi reakcióegyenletek írják le:

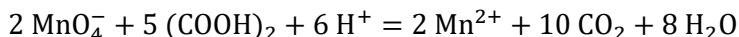


A beküldött dolgozatokra kapott pontok átlaga 7,74 lett. A legnagyobb nehézséget a c) kérdés megválaszolása jelentette. Hibátlan, vagy közel hibátlan megoldást küldött be Éger Viktória, Kozma Szemere, Viczián Dániel és Viczkó Csaba Péter.

(Ficsór István Dávid)

H377. Mivel a feladatban mind a három mérés esetén ugyanazt a mennyiséget többször is ki kell számolni, ezért érdemes olyan összefüggéseket előkészíteni, melyek segítségével könnyedén meg tudjuk határozni a kiindulási oldat oldott anyag tartalmát.

A titráláson alapuló mérés során az alábbi reakcióegyenlettel leírt reakció játszódik le:

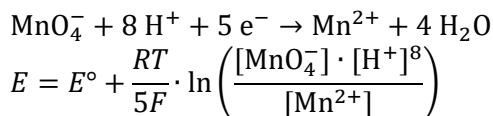


Ez alapján a reakcióban elreagáló KMnO_4 anyagmennyisége, illetve koncentrációja:

$$n(\text{KMnO}_4) = \frac{2}{5} n((\text{COOH})_2) = \frac{2}{5} n((\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O})$$

$$c(\text{KMnO}_4) = \frac{n(\text{KMnO}_4)}{V(\text{fogyás})} = \frac{2m((\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O})}{5V(\text{fogyás}) \cdot M((\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O})}$$

A második mérés során egy redoxelektródot állítottunk össze, mely feltételezhetően a galvancia cella katódja. Így ennek az elektródpotenciálja a mért kapcsolás feszültség. Az összeállított elektródot az alábbi elektródreakció írja le, melyre felírható a Nernst-egyenlet.



A Nernst-egyenletből kifejezhető a cellában lévő permanganátion koncentráció ($[\text{KMnO}_4]$), az alapján pedig az eredeti koncentráció is megadható:

$$c(\text{KMnO}_4) = \frac{25,00}{1,000} \cdot [\text{MnO}_4^-] = 25,00 \cdot \frac{[\text{Mn}^{2+}]}{[\text{H}^+]^8} \cdot e^{\frac{5F(E-E^\circ)}{RT}}$$

Ebbe a kifejezésbe még beilleszthetjük a pH-t is.

$$c(\text{KMnO}_4) = 25,00 \cdot [\text{MnO}_4^-] = 25,00 \cdot \frac{[\text{Mn}^{2+}]}{10^{-8 \cdot \text{pH}}} \cdot e^{\frac{5F(E-E^\circ)}{RT}}$$

A harmadik mérés egy spektrofotometriás mennyiségi meghatározás. E mérés kiértékelésekor a Lambert-Beer-törvényt használhatjuk:

$$A = c(\text{MnO}_4^-, \text{hígított}) \cdot \epsilon l$$

Ezt felhasználva megadhatjuk az eredeti oldat anyagmennyiség-koncentrációját is:

$$c(\text{KMnO}_4) = 100,0 \cdot c(\text{MnO}_4^-, \text{hígított}) = 100,0 \cdot A \cdot (\epsilon l)^{-1}$$

Az előkészített összefüggésekbe most már elegendő a megfelelő adatokat behelyettesíteni.

A feladat szövege alapján a buretta, illetve három műszer hibájával kell foglalkoznunk. E három műszer a pH-mérő, a feszültségmérő és a spektrofotométer. A feladatban szereplő mérési adatok, illetve ezen adatok bizonytalanságából számolt koncentrációk az alábbi táblázatban olvashatók.

Mérés	Koncentrációk / (mol/dm ³)		
	Legkisebb	Mért	Legnagyobb
1.	0,020222	0,020232	0,020242
2.	0,016735	0,020225	0,024443
3.	0,020196	0,020217	0,020239

A számolások során felhasznált adatok: az oxálsav moláris tömege 126,068 g/mol, a Faraday-állandó 96485 C/mol, az egyetemes gázállandó 8,314 J/(molK), a víz olvadáspontja 273,15 K, míg a fenti elektródreakció standardpotenciálja +1,51 V.

A második mérés esetén összesen négy eset lehetséges a két adat bizonytalansága miatt. Ekkor vagy kiszámoljuk mind a négy esetben a koncentrációt, vagy a fenti összefüggés alapján észrevesszük, hogy a keresett mennyiség akkor a maximális, amikor a pH és a mért feszültség a maximális, illetve akkor minimális, amikor az előbbi két mennyiség minimális.

A lehetséges koncentrációkat figyelembe véve a titrálás a legpontosabb, ugyanis ott a legkisebb ez az intervallum.

A feladatban szereplő értékes jegyeket figyelembe véve látható, hogy az 1-es és a 3-as mérés esetén ez az intervallum nem jelent nagy bizonytalanságot.

A feladatra kapott átlagpontoszám 7,06 lett. Érdemes megjegyezni, hogy a feladatban szereplő pontosság lényegében a megfelelő számú értékes jegyre történő kerekítés figyelembevételét jelenti.

(Ficsór István Dávid)

H378. a) Mivel a polarizációs sík elforgatásának szöge egyenesen arányos a fényút hosszával és a koncentrációval (a fajlagos forgatóképesség állandó, így azzal nem törődünk), így ha ezek egyenlőek, az elforgatás szöge is. Ennélfogva az első esetben nem számít az irány, mindhárom tengely irányában ugyanaz lesz.

Ha hígítjuk, a koncentráció a felére csökken, így a vízszintes tengelyek mentén a felére csökken, hisz az úthossz nem változik, de a kettő egyenlő marad, a függőleges tengely mentén az úthossz a duplájára nő, így az elforgatás szöge ugyanaz marad, mint eredetileg volt, így ebben az esetben számít az irány.

b) Első lépésben bontsuk fel az elforgatási szöget két tényezőként:

$$\alpha = \alpha_{A_R} + \alpha_{A_S} = [\alpha_{A_R}] \cdot l \cdot c_{A_R} + [\alpha_{A_S}] \cdot l \cdot c_{A_S}$$

Ha a kezdeti koncentráció c_0 , akkor az alábbiak állnak fenn:

$$\begin{aligned} c_{A_R} &= c_0 \cdot e^{-kt} \\ c_{A_S} &= c_0 - c_{A_R} = c_0 \cdot (1 - e^{-kt}) \end{aligned}$$

Kihasználva, hogy a fajlagos forgatóképességek épp egymás ellentettjei, illetve behelyettesítve a korábbi egyenletbe:

$$\begin{aligned} \alpha &= [\alpha_{A_R}] \cdot l \cdot c_0 \cdot e^{-kt} - [\alpha_{A_R}] \cdot l \cdot c_0 \cdot (1 - e^{-kt}) \\ &= [\alpha_{A_R}] \cdot l \cdot c_0 \cdot (2e^{-kt} - 1) \end{aligned}$$

Vezessünk be az első három tényező szorzatára egy új változót, α_0 -t, ami egyébként az elforgatási szög kezdeti értéke.

Ezt felírva egy rendkívül egyszerű végső függvényt kapunk az elforgatási szögére:

$$\alpha(t) = \alpha_0 \cdot (2e^{-kt} - 1)$$

A szögsebességre két gyakori megoldás is volt. Az első a feladatban szereplő analógiát használja ki. Ebben a gondolatmenetben felismerjük, hogy az elforgatási szög egyenesen arányos a koncentrációval, illetve a reakciósebesség a koncentráció változásából következik, míg a szögsebesség az elforgatási szögeből, aminek az oka a koncentráció változása, így logikus, hogy ω szögsebességre igaz, hogy:

$$\omega_t = k \cdot \alpha_t$$

Ide behelyettesítve:

$$\omega(t) = k \cdot \alpha_0 \cdot (2e^{-kt} - 1)$$

Ez egyébként nem a teljes értékű megoldás, de magasabb szintű matematikai ismeretek nélkül erre a megoldásra lehet csak eljutni, így ez helyesnek számít, illetve minden olyan megoldás is, ami ebből az ötletből indul ki.

A másik gyakori megoldás több matematikai ismeretet igényel, ebben azt használjuk ki, hogy a szögsebesség a szögelfordulás deriváltja, így:

$$\omega(t) = \frac{d}{dt} \alpha_0 \cdot (2e^{-kt} - 1) = -2k \cdot \alpha_0 \cdot e^{-kt}$$

c) A korábban megállapított függvényt kellett ábrázolni, ha alapvetően felismerhető volt rajta, az, hogy egy exponenciális függvény, nem volt kirajzolva az idő tengely negatív tartománya, a görbe a $(0; \alpha_0)$ pontból indult és felismerhető rajta, hogy az $y = -\alpha_0$ aszimptotához tart, akár ha konkrét értéket használt is a megoldó, elfogadtuk.

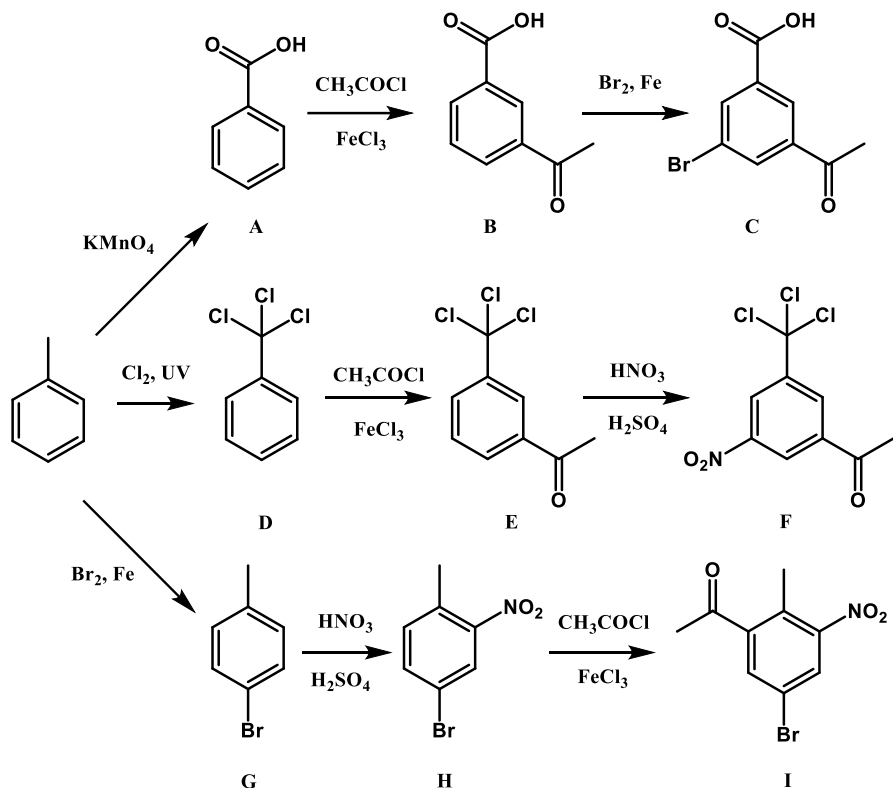
Többen is azt a hibát követték el az a) feladatban, hogy az úthossznak a küvetta megfelelő paraméterét vették, pedig nem ettől függ, hanem a folyadék réteg vastagságától, amin áthalad. Illetve voltak, akik nagyon helyesen megjegyezték, hogy egy küvetát csak egy irányból tudunk használni, azonban ez egy elméleti jellegű feladat volt, nem mérés technikai, így ezt nem kell figyelembe venni.

A b) feladatban gyakori hiba volt az, hogy pillanatnyi szögsebesség helyett az addigi átlag szögsebességet számolták ki, a kettő nem ugyanaz.

A feladat nehéznek bizonyult, de ennek ellenére sok helyes megoldás érkezett. Maximális pontot ért el Éger Viktória, Gerendás Roland, Nemeskéri Dániel, Papp Marcell Imre és Viczián Dániel.

(Sajósi Benedek)

H379. a) A feladatrész megoldása:

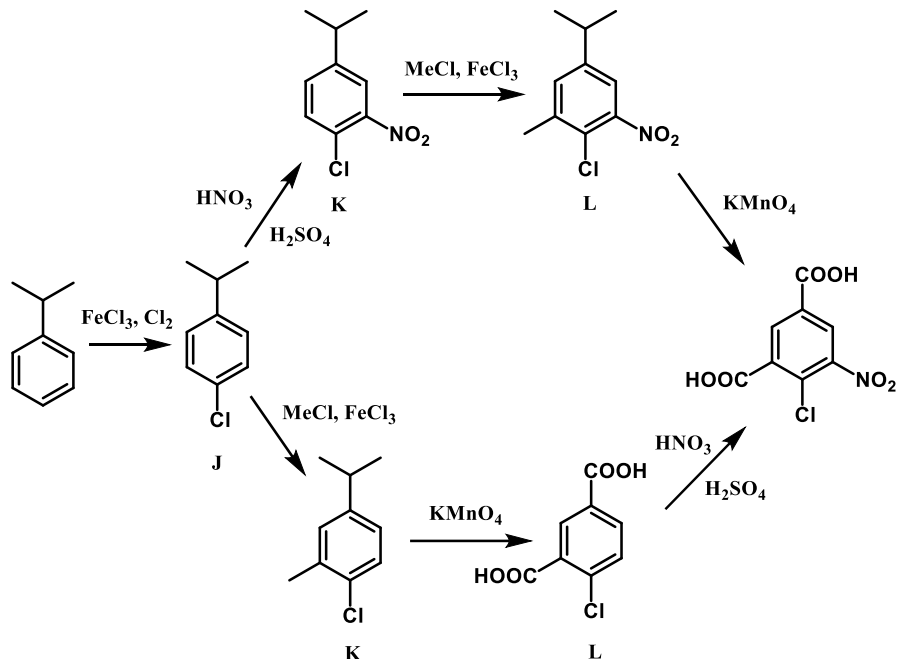


Az **A** vegyület esetén, ha keletkezik is vegyes savanhidrid a benzoec-savból, irányítása nem változik. A **B**, **C**, **E**, **F** vegyületekhez vezető reakciók a szokásos irányítási szabályokat követik. A **D** molekula a gyökös klórozás eredményeként benzil helyzetben szubsztituált.

G esetén 2-brómtoluol keletkezésével is számolnunk kell, de csak a sztérikusan kevésbé gátolt terméket tüntettük fel. Reagensmennyiségek hiányában a 2,4,6-tribrómtoluol is elfogadható. **H** megoldásához nem elég az alapvető irányítási szabályok alkalmazása. Diszubsztituált benzolszármazékok aromás elektrofil szubsztitúciója esetén figyelembe kell venni, hogy az erősebben aktiváló csoport hatása érvényesül, jelen esetben a metilcsoport orto-para irányítása, így a főtermék – legalábbis ezen körülmények közt – a 4-bróm-2-nitrotoluol. **I** esetén hasonló a helyzet. Utóbbinál elfogadható válasz az a – teljesen jogos – kétség is, hogy akár

egyáltalán nem fog végbemenni a Friedel-Crafts-acilezés 2 dezaktiváló csoport jelenlétében, de konkrét irodalmi példa híján ezt nem tudhatjuk biztosan.

b) A feladatrész megoldása:

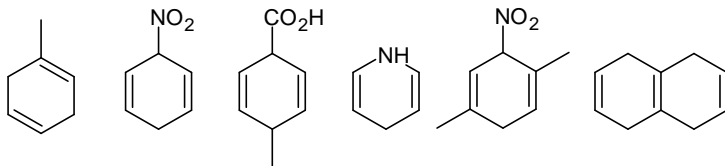


Két utat is feltüntettünk, amelyek közül nehéz megtippelni, melyik lesz sikeresebb. **K** vegyület esetén a megoldás ellentmondani látszik **H** problémájának, ám az irodalom is megerősíti, hogy még egy további faktort figyelembe kell itt vennünk: a sztérikus gátlást. Az izopropilcsoport térbeli kiterjedése a harmadik (és valószínűleg negyedik is) szubsztituens orto-helyzetbe való belépését erősen gátolja, igazából csak ezért megoldható a feladatrész.

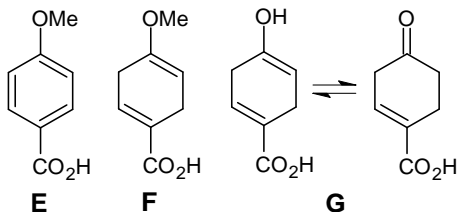
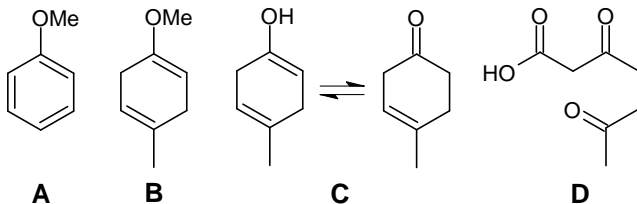
A feladat könnyűnek bizonyult, a legtöbben egyedül a diszubsztituált benzolszármazékok irányítását rontották el, erre figyeljetez ezentúl a hasonló problémák megoldásakor.

(Szobota András)

H380. a) Az irányítási szabályok figyelembevételével a következő vegyületek keletkeznek a Birch-redukció során:



b) A vázolt reakciósorokban a következő vegyületek szerepelnek. A keto-enol tautóméria során mindig a keton lesz a stabilabb.



A feladat megoldásával kapcsolatban a legtöbb nehézséget a keto-enol tautóméria helyes felismerése és a szén-szén kettős kötés teljes oxidációja jelentette.

(Varga Szilárd)

KERESD A KÉMIÁT!

Szerkesztő: Keglevich Kristóf



Kedves Diákok!

Elérkezett a 2022/2023-as tanév utolsó fordulója. Az e lapszámban közölt idézetekhez kapcsolódó megoldásokat szokott módon a <http://kokel.mke.org.hu> honlapon keresztül küldhetitek be. A feladatok szerves, általános és élelmiszerkémiai tárgyúak. A válaszok nem túlzottan bonyolultak, használjatok kézikönyveket, illetve nyomozzatok az interneten!

Beküldési határidő: 2023. április 17.

Az új feladatok kitűzését követően olvashatóak a 2022/5. sz. feladatainak megoldásai.

Sikeres munkát, jó versenyzést kívánunk mindenkinek!

*

9. feladat: az éter (10 pont)

*„Te, magas ég ura! Hatalmas isten.
Ki trónolsz ott fenn aether-palotádban.
Borítsd a földet szörnyű fellegekkel.”*

(Lucius Annaeus Seneca [†65]: Thyestes (Radó Antal fordítása)

„Fájt a vágás, bár éterrel fagyasztották közben, vékony sugárban fecskendezte az arcára az egészségügyi altiszt furcsa edényből, és jószagú volt, mégis fájt, de nem mert nyögni sem.”

(Ottlik Géza: Iskola a határon [1959])

Kérdések:

a) Mi volt az „éter” szó jelentése az ókorban?

- b) Az „éter” a dietil-éter köznapi neve, de az étercsoportot tartalmazó molekulákat is étereknek nevezzük. Több más szerves vegyület hétköznapi elnevezése tudományos értelemben egy egész vegyületcsoportot jelent. Hozz két további ilyen példát!
- c) Ki, mikor, hogyan alkalmazta először a gyógyászatban az éter narkotikus hatását?
- d) Mi az anyagszerkezeti oka az éter az Ottlik-idézet szerinti orvosi felhasználásának?
- e) Mire használják az étert a laboratóriumokban? Mire kell vigyázni, ha valaki éterrel dolgozik?
- f) Kémiaórán úgy szoktuk tanulni, hogy a dietil-éter nem oldódik vízben. Nézz utána, valóban így van-e ez (20 °C-on)!

(Keglevich Kristóf)

10. feladat: Sherlock Holmes és a különféle ragasztók (20 pont)

“– Értem. Valaki tehát kivágta az üzenetet egy rövid ollóval, fölragasztotta csirizzel ...

– Gumiarábikummal – mondta Holmes.

– Szóval fölragasztotta gumiarábikummal ...”

(Arthur Conan Doyle: A sátán kutyája [1901/1902] – Árkos Antal fordítása)

Kérdések:

A ragasztók nagy részének „ragasztóanyaga” valamilyen polimer (makromolekula).

- a) Milyen makromolekula található a csirizben? Melyik egyszerű, iskolában tanult színreakcióval lehetne kimutatni a „csirizt”? (Add meg a reagenst és a várható színt pozitív teszt esetében!) A reagensből melyik ion (!) vesz részt a színreakcióban?

A gumiarábikum – neve ellenére – nem gumi, hanem poliszacharid. Közel sem csak ragasztásra használják, évente 100 000 tonna nagyságrendben dolgozzák fel világszerte.

- b) Honnan nyerik a gumiarábikumot? Milyen más elnevezése van?

- c) Melyik két monoszacharid fordul elő legnagyobb mennyiségben a gumiarábikumban kötött formában?
- d) Élelmiszeradalékként milyen E-számmal jelölik? Milyen szerepük van az ilyen E-számcsoporthoz tartozó adalékanyagoknak?
- e) Keress 3-3 példát a gumiarábikum élelmiszeripari és nem élelmiszeripari alkalmazására!

A gumiarábikumhoz hasonló módon, a kaucsukfa kérgének megsértésével nyerhető a kaucsuk.

- f) Felépítése szerint hová sorolható be a nyerskaucsuk? Rajzold fel a makromolekula (polimer) jellemző részletét!
- g) Oldható a gumiarábikum vagy a fából csapolt nyerskaucsuk vízben? Hogyan vihetőek vizes közegű oldatba?

A ma használatos papírragasztókban legvalószínűbben a következő három polimer valamelyike lehet: PVA / PVAc / PVP. Közülük kettő (tisztán formában!) „ehető” is: E1201 és E1203 számmal engedélyezettek az EU-ban étrendkiegészítő-tabletták bevonó anyagaként vagy stabilizátorként.

- h) Keresd ki a három polimer teljes nevét (pontos kémiai elnevezést adj meg, ne márkaneveket), és rajzold fel a bennük található ismétlődő egységet! Add meg, hogy a szénhidrogénláncba melyikben milyen funkciós csoport kapcsolódik vagy a kapcsolódó molekularészletben milyen jellegzetes kötés található!
- i) Az egyik nem vízoldható a három polimer közül. Melyik?
- j) Nevezd meg egy, a környezetben előforduló ragasztó hatóanyagát!

(Horváth Judit)

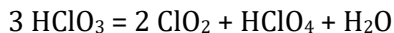
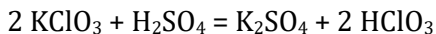
*

A 2022/5. számban kitűzött feladatok megoldása

4. idézet: Irinyi János gyufája

A 19. század első felében számos gyufa-előállítási kísérlet folyt. A próbálkozások egyik irányát a **mártógyufa** jelentette. Ez úgy működött, hogy kálium-kloráttal (KClO_3), kénporral és ragasztóanyaggal bevont

fapálcát kénsavba mártottak. A kénsav hatására a klorátból nagyon reaktív klór-dioxid (ClO_2) gáz képződött, emiatt lobbant lángra a gyufa. A robbanékony eljárás hangos és nagyon bűdös volt, ráadásul a kénsav eléggé veszélyessé is tette.



Irinyi János (1817–1895), aki igen fontosnak tartotta a **magyar nyelvű kémiai terminológia** terjesztését, a zajtalan gyufán kívül az idegen eredetű vegyszernevek kiváltása céljából különféle magyar anyagneveket is megalkotott. Az „ólom másodélegye” az ólom-dioxid (PbO_2). Két megjegyzés: a PbO_2 neve nem ólom-peroxid vagy szuperoxid, hanem ólom-dioxid. Az Irinyi-féle nomenklatúrában az ólom első „élegye”, azaz oxidja az ólom(II)-oxid (PbO). A szintén Irinyi-korabeli „ólompír” elnevezés a míniumot (Pb_3O_4) jelenti, neve vörös színéből származik. A választóvíz, azaz a salétromsav (HNO_3) az ezüstöt oldja, az aranyat nem.

A 19 éves Irinyinek 1836-ban – akkoriban a főiskola-szerű bécsi Politechnikum hallgatójaként – egy tanítási órán, egy rosszul sikerült előadási kísérlet kapcsán született meg a zajtalan gyufa összetételével kapcsolatos ötlete. A kísérlet lényege az lett volna, hogy az ólom-dioxid és a kén összedörzsölésekor a kénnek meg kellett volna gyulladnia. Irinyi rájött, hogy a kén helyett a vilány (foszfor) már régen lángra kapott volna.

Irinyi zajtalan gyufája fehérfoszfort tartalmazott a gyufa fejében (érdes felülethez kellett dörzsölni). A **mai biztonsági gyufa** vörösfoszfort tartalmaz a doboz oldalán. Ezért „biztonsági”: kizárólag akkor gyullad meg, ha a pálcika fejét a doboz oldalához dörzsöljük, mert az éghető anyagok a pálcika fején vannak. Irinyi gyufája megalkotásakor még nem használhatott vörösfoszfort, azt ugyanis csak az 1840-es években fedezték fel. Ezután került a piacra a mai (ún. svéd vagy biztonsági) gyufa.

A **két** legelterjedtebb **foszforallotróp** közül rendhagyó módon – majd 200 évvel korábban történt felfedezése miatt – a kevésbé stabil fehérfoszfor **képződéshője** 0 kJ/mol (standard nyomáson és 25 °C-on), a stabilabb vörösfoszforé pedig –17,7 kJ/mol.

Hogyan lehet egyik allotrópot előállítani a másikból? Mindkét foszformódosulat gőzében P_4 -molekulák vannak. Így ha vörösfoszfort oxigénmentes környezetben elgőzöltetünk, a gőz lehűtésekor fehérfoszfor

keletkezik. Ha pedig a fehérfoszfort oxigénmentes térben 250 °C-ra hevítjük, vörösfoszfor képződik belőle.

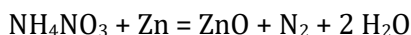
5. idézet: diszperz rendszerek

A **gáz** és a **gőz** nem azonos jelentésű fogalmak. A gáz légnemű anyag. A gőz olyan gáz, amely a nyomás kellő növelésével cseppfolyósítható, azaz nagy nyomáson nem viselkedik ideális gázként. Bizonyos hőmérséklet (az ún. kritikus hőmérséklet, pl. a víz esetén 374 °C) felett az adott légnemű anyag már nem cseppfolyósítható a nyomás növelésével, ekkor már nem minősül gőznek. A vízpára vízgőz.

A **füst** olyan diszperz rendszer, melyben gáz diszpergál szilárd halmazállapotú anyagot, azaz tulajdonképpen gázban finoman eloszlatott szilárd szemcséket jelent. A természettudományos értelemben vett füst esetén nem szükségszerű, hogy égés során keletkezzen. Pl. a hidrogén-halogenidok és az ammónia kölcsönösen fehér füsttel mutatják ki egymást, és ez a füst (pl. ammónium-klorid) sav-bázis reakcióban jön létre.



További, füst képződéséhez vezető reakciók:



A **diszkófüst** és a **színházi műfüst** valójában nem füst, hanem köd, hiszen levegőben diszpergált apró folyadékcseppekből állnak. Előállításuk régen úgy történt, hogy szárazjeget (szilárd szén-dioxidot) szórtak forró vízbe, mire az hevesen szublimált, és a keletkező gázáram apró vízcseppeket ragadott magával. A modernebb füstgépek propán-1,2-diol, glicerin és egyéb folyadékok keverékét porlasztják, azaz felforralt gőzeikre hideg levegőt vezetve állítanak elő apró folyadékcseppeket.

6. idézet: a tallium

A **tallium neve** onnét származik, hogy spektrumában egy jellegzetes zöld vonal figyelhető meg ('thallos' (görög) = zöld hajtás). Szintén spektruma, azaz színképe alapján nyerte nevét a rubídium (Rb, vörös vonal), cézium (Cs, égszínkék vonal) és az indium (In, indigókék vonal). Néhány versenyző félreértette a kérdést, és olyan elemeket is említett, amelyeket saját (pl. a sárgászöld színű klór vagy a lila gőzökkel szublimáló jód)

vagy vegyületeik (pl. a ródium, melynek némely sója rózsaszínű) jellemző színe alapján neveztek el. Egy elem saját színe nem azonos lángfestésének vagy színeképének jellemző színével – pl. a szürke nátrium lángfestése haragossárga.

Az **alumínium** és a **tallium** is a III. főcsoportban található. Előbbi **oxidációs száma** minden vegyületében +3 (azaz három vegyértékű). A tallium szintén lehet három vegyértékű, de kémiájában a +1 oxidációs szám uralkodik (ezek a vegyületei ionosak, pl. a TlOH az alkálifém-hidroxidokhoz hasonlóan erős bázis). Az alumíniumatom külső elektronhéja alatt s^2p^6 nemesgázszerkezetű lezárt héj van, ami kedvezményezetté teszi a három vegyértékűséget. Ezzel ellentétben sem a tallium(I)ion, sem a tallium(III)ion nem nemesgázszerkezetű ($[Xe]6s^25d^{10}$, illetve $[Xe]5d^{10}$). A magasabb rendszámú fématomok külső héjának s-elektronjai csak erősebb oxidálószerrek hatására szakadnak le, hiszen atommagjaik több protont tartalmaznak és erősebb vonzást fejtenek ki a vegyértékelektronokra. Ezért képez az ón és az ólom két, a bizmut pedig három vegyértékű ionokat, holott a IV., illetve az V. főcsoport elemei.

A **tallium mérgező hatása** azzal függ össze, hogy ionsugara (Tl^+) 140 pm, ami nagyon hasonló az azonos töltésű káliumion sugarához: 133 pm. A Tl^+ a K^+ -csatornán kerül a sejtek belsejébe, így helyettesíti a káliumionokat. Az ionsugarak megállapításával a beküldőknek sok gondjuk akadt. A fenti adatok a „sárga” függvény táblából származnak (Az *elemek atomjainak fizikai adatai* c. táblázat). Más adatbázis használata esetén némi eltérés elképzelhető, azonban elvi hibának számít, ha valaki a Tl^{3+} sugarát (95 pm) adja meg a Tl^+ sugaraként.

Az Agatha Christie-idézetben a **talliummérgezés** jellegzetes kórisméjeként a hajhullás szerepelt. További tünetek: fokhagymaszagú lehelet, köröm alatt harántirányú fehér csíkok. A talliumhoz hasonlóan hajhullást okozhatnak a szervezetbe került arzén- vagy higanyvegyületek, illetve több rákellenes, kemoterápiás szer, pl. a ciszplatin.

*

A kérdések ezúttal talán kissé nehezebbre, utánaolvasósabbra sikerültek. A beküldött megoldások közül kiemelkedett Csingi Zoltán, Kaleta Viktória, Kiss Gábor Imre, Lelkes Máté, Pap Klaudia és Zombory Réka munkája. A részletes eredmények:

		4.	5.	6.	Σ
1.	Bella Alisa (9.) Soproni Széchenyi István Gimnázium	7	6,5	2,5	16
2.	Bodor Boldizsár (10.) Kecskeméti Református Gimnázium	5	4,5	3,5	13
3.	Csingi Zoltán (11.) Szent Bazil Oktatási Kp., Hajdúdorog	11	8,5	8	27,5
4.	Fábián László (9.) Soproni Széchenyi István Gimnázium	6	5	5	16
5.	Kaleta Viktória (10.) ELTE Apáczai Csere Jn. Gyak.gimn., Bp.	11	8	6	25
6.	Kiss Gábor Imre (10.) Kecskeméti Református Gimnázium	11	7,5	6,5	25
7.	Koncz Emese (11.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	10	6	5,5	21,5
8.	Kovács Klára (10.) Debreceni Ref. Koll. Dóczy Gimnáziuma	4,5	3	4,5	12
9.	Kurucz Dorka (10.) Kecskeméti Református Gimnázium	9	6	4,5	19,5
10.	Lelkes Máté (12.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	12,5	7	7	26,5
11.	Mikus Mariann (10.) Kecskeméti Református Gimnázium	5,5	4,5	4,5	14,5
12.	Pap Klaudia (10.) Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	11	8	6	25
13.	Róbert Dóra (9.) Soproni Széchenyi István Gimnázium	11	5,5	5	21,5
14.	Váradai Eliza Sára (10.) Debreceni Ref. Koll. Dóczy Gimnáziuma	6	5	2,5	13,5
15.	Zombory Réka (10.) Kecskeméti Református Gimnázium	11	7,5	7	25,5

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia angolul

Szerkesztő: Tóth Edina

Az évek során annyi korábban elterjedten használt anyagról derült ki, hogy ártalmas a számunkra! Erre jó példa a formaldehid, amit korábban elterjedten használtak, akár még az élelmiszeriparban is. Pontosan azok a tulajdonságok, amik a kiváló fertőtlenítő hatást eredményezték, felelősek a formaldehid rákkeltőségért. Arra viszont ritkán térünk ki, mire és milyen módon is hatnak. Következzen erre egy szöveg, aminek fordításait **április 17**-ig várjuk.

Segítségül: az angol nyelvben a vessző ezredes elválasztót jelent. Tehát 25,619 jelentése: 25619.

Formaldehyde and Cancer Risk

What is formaldehyde?

Formaldehyde is a colorless, flammable, strong-smelling chemical that is used in building materials and to produce many household products. It is used in pressed-wood products, such as particleboard, plywood, and fiberboard; glues and adhesives; permanent-press fabrics; paper product coatings; and certain insulation materials. In addition, formaldehyde is commonly used as an industrial fungicide, germicide, and disinfectant, and as a preservative in mortuaries and medical laboratories. Formaldehyde also occurs naturally in the environment. It is produced in small amounts by most living organisms as part of normal metabolic processes.

How is the general population exposed to formaldehyde?

According to a 1997 report by the U.S. Consumer Product Safety Commission, formaldehyde is normally present in both indoor and outdoor air at low levels, usually less than 0.03 parts of formaldehyde per million parts of air (ppm). Materials containing formaldehyde can release formaldehyde gas or vapor into the air. One source of formaldehyde exposure in the air is automobile tailpipe emissions.

During the 1970s, urea-formaldehyde foam insulation (UFFI) was used in many homes. However, few homes are now insulated with UFFI. Homes in which UFFI was installed many years ago are not likely to have high formaldehyde levels now. Pressed-wood products containing formaldehyde resins are often a significant source of formaldehyde in homes. Other potential indoor sources of formaldehyde include cigarette smoke and the use of unvented fuel-burning appliances, such as gas stoves, wood-burning stoves, and kerosene heaters.

Industrial workers who produce formaldehyde or formaldehyde-containing products, laboratory technicians, certain health care professionals, and mortuary employees may be exposed to higher levels of formaldehyde than the general public. Exposure occurs primarily by inhaling formaldehyde gas or vapor from the air or by absorbing liquids containing formaldehyde through the skin.

What are the short-term health effects of formaldehyde exposure?

When formaldehyde is present in the air at levels exceeding 0.1 ppm, some individuals may experience adverse effects such as watery eyes; burning sensations in the eyes, nose, and throat; coughing; wheezing; nausea; and skin irritation. Some people are very sensitive to formaldehyde, whereas others have no reaction to the same level of exposure.

Can formaldehyde cause cancer?

Although the short-term health effects of formaldehyde exposure are well known, less is known about its potential long-term health effects. In 1980, laboratory studies showed that exposure to formaldehyde could cause nasal cancer in rats. This finding raised the question of whether formaldehyde exposure could also cause cancer in humans. In 1987, the U.S. Environmental Protection Agency (EPA) classified

formaldehyde as a probable human carcinogen under conditions of unusually high or prolonged exposure (1). Since that time, some studies of humans have suggested that formaldehyde exposure is associated with certain types of cancer. The International Agency for Research on Cancer (IARC) classifies formaldehyde as a human carcinogen. In 2011, the National Toxicology Program, an interagency program of the Department of Health and Human Services, named formaldehyde as a known human carcinogen in its 12th Report on Carcinogens.

What have scientists learned about the relationship between formaldehyde and cancer?

Since the 1980s, the National Cancer Institute (NCI), a component of the National Institutes of Health (NIH), has conducted studies to determine whether there is an association between occupational exposure to formaldehyde and an increase in the risk of cancer. The results of this research have provided EPA and the Occupational Safety and Health Administration (OSHA) with information to evaluate the potential health effects of workplace exposure to formaldehyde.

The long-term effects of formaldehyde exposure have been evaluated in epidemiologic studies (studies that attempt to uncover the patterns and causes of disease in groups of people). One type of epidemiologic study is called a cohort study. A cohort is a group of people who may vary in their exposure to a particular factor, such as formaldehyde, and are followed over time to see whether they develop a disease. Another kind of epidemiologic study is called a case-control study. Case-control studies begin with people who are diagnosed as having a disease (cases) and compare them to people without the disease (controls), trying to identify differences in factors, such as exposure to formaldehyde, that might explain why the cases developed the disease but the controls did not.

Several NCI surveys of professionals who are potentially exposed to formaldehyde in their work, such as anatomists and embalmers, have suggested that these individuals are at an increased risk of leukemia and brain cancer compared with the general population. However, specific work practices and exposures were not characterized in these studies. An NCI case-control study among funeral industry workers that characterized exposure to formaldehyde also found an association

between increasing formaldehyde exposure and mortality from myeloid leukemia. For this study, carried out among funeral industry workers who had died between 1960 and 1986, researchers compared those who had died from hematopoietic and lymphatic cancers and brain tumors with those who died from other causes. (Hematopoietic or hematologic cancers such as leukemia develop in the blood or bone marrow. Lymphatic cancers develop in the tissues and organs that produce, store, and carry white blood cells that fight infections and other diseases.) This analysis showed that those who had performed the most embalming and those with the highest estimated formaldehyde exposure had the greatest risk of myeloid leukemia. There was no association with other cancers of the hematopoietic and lymphatic systems or with brain cancer.

A number of cohort studies involving workers exposed to formaldehyde have recently been completed. One study, conducted by NCI, looked at 25,619 workers in industries with the potential for occupational formaldehyde exposure and estimated each worker's exposure to the chemical while at work. The results showed an increased risk of death due to leukemia, particularly myeloid leukemia, among workers exposed to formaldehyde. This risk was associated with increasing peak and average levels of exposure, as well as with the duration of exposure, but it was not associated with cumulative exposure. An additional 10 years of data on the same workers were used in a follow-up study published in 2009. This analysis continued to show a possible link between formaldehyde exposure and cancers of the hematopoietic and lymphatic systems, particularly myeloid leukemia. As in the initial study, the risk was highest earlier in the follow-up period. Risks declined steadily over time, such that the cumulative excess risk of myeloid leukemia was no longer statistically significant at the end of the follow-up period. The researchers noted that similar patterns of risks over time had been seen for other agents known to cause leukemia.

A cohort study of 11,039 textile workers performed by the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) also found an association between the duration of exposure to formaldehyde and leukemia deaths. However, the evidence remains mixed because a cohort study of 14,014 British industry workers found no association between formaldehyde exposure and leukemia deaths.

Formaldehyde undergoes rapid chemical changes immediately after absorption. Therefore, some scientists think that formaldehyde is unlikely to have effects at sites other than the upper respiratory tract. However, some laboratory studies suggest that formaldehyde may affect the lymphatic and hematopoietic systems. Based on both the epidemiologic data from cohort and case-control studies and the experimental data from laboratory research, NCI investigators have concluded that exposure to formaldehyde may cause leukemia, particularly myeloid leukemia, in humans.

[...]

Based on the following sources:

<https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/substances/formaldehyde/formaldehyde-fact-sheet>
(last accessed 26/02/2023)

MŰHELY



Kérjük, hogy a MŰHELY című módszertani rovatba szánt írásait közvetlenül a szerkesztőhöz küldjék lehetőleg e-mail mellékletként vagy postán a következő címre: Dr. Tóth Zoltán, Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertan, 4002 Debrecen, Pf. 400.

E-mail: tothzoltandr@gmail.com.

Ernyey Dániel

TikTok videók felhasználása a kémiaoktatásban

1. A módszer áttekintése

Bevezetés

Sajnos Magyarországon a kémia már hosszú idő óta a legkevésbé kedvelt tantárgyak egyike. Ez a viszolygás már olyan mértékű, hogy az oktatás eredményességére is kihatással van, ezért szükség van az olyan új módszerekre, melyek ebben a helyzetben is hatékonyan használhatóak. A jelen dolgozat célja is az, hogy egy nálunk kevésbé ismert módszert bemutatva segítséget adjon a tanításhoz a jelen és a jövő kémiatanárainak úgy, hogy egyúttal a diákok tantárgy iránti motivációját is számottevően növelje.

A módszer lényege

Már-már félelmetes, mekkora népszerűségnek örvend a tizenéves generáció körében a TikTok nevű videómegosztó platform, melynek fő sajátága, hogy kifejezetten rövid videók készítésére és megosztására

alkalmas. Ki ne látott volna akár az utcán vagy valahol a szabadban zenére táncoló fiatalokat, ahogy egymást videózzák. Az iskolában szünetekben pontosan ugyanez történik. Akkor miért is ne használhatnánk fel ezt a tudást a tanórán is? A kezelőfelülete is a korosztálynak megfelelő egyszerűségű, egy gyakorlott okostelefon-felhasználó számára (mint amilyenek a mai diákok is), semmiféle nehézséget nem okoz. A környezet a millióféle zenének és effektnek köszönhetően kiemelten ingergazdag, könnyű vele lekötni a figyelmet. Milyen jó lenne, ha ezt a figyelmet a kémiára lehetne irányítani! A feladat véleményem szerint megfelelő szaktanári irányítás mellett teljes mértékben kivitelezhető.

Személyes tapasztalatom, hogy Magyarországon vonakodva engedünk be a tanórákra olyan eszközöket, amelyek nem kifejezetten iskolai használatra lettek tervezve, ugyanakkor számos kutatás bizonyítja ezek használatának megalapozottságát [1]. Világszerte több országban is találhatunk példát TikTok videók tanórára történő bevitelére [2][3], mi több, kémiai témát feldolgozó használatára is [4], sőt mindezzel párhuzamosan maga az oldal is törekszik a platform oktatási célú funkcióinak erősítésére (LearnOnTikTok).

A módszer lényege, hogy a jól megszokott zenés, pörgős, esetenként vicces formát felhasználva készítsünk videókat kémiai témákról. A lehető legtöbb készség fejlesztésének az érdekében célszerű a videókat csoportmunka formájában készíteni.

1. Csoportok alkotása, a feladat kereteinek megbeszélése.
2. Témák kiosztása, otthoni munka kezdetben folyamatos tanári ellenőrzéssel, majd egyre inkább önállóan.
3. A videók bemutatása.
4. A tudásanyag elsajátítási hatékonyságának ellenőrzése.

Fontos, hogy a témák egy témakörből kerüljenek ki, mert nem videós óratartás a feladat, hanem az adott témakör egy-egy kis mozzanatának (kísérlet, törvény) látványos és rövid megjelenítése. A kereteket célszerű lefektetni, hogy mi szerepeljen feltétlenül a videóban, annak érdekében, hogy a kívánt célt biztosan elérjük. Ilyen lehet például a videó minimális/maximális hossza, narráció, kötelező zene vagy éppen egy poén. A cél az, hogy a diákok a saját érdeklődési területükön keresztül mutassák egymásnak a rájuk eső témát és mindezt „hazai

pályán” tegyék. A videó alapja számos forrásból érkezhethet: lehet otthoni vagy órai kísérletezésről felvétel, internetről elérhető képsorok, vagy akár teljesen önálló ötlet is. A megvalósításnak csak a kreativitás szabhat határt. A végén az ellenőrzés a kitűzött célok elérésének megvalósulását szolgálja, amennyiben a tanulók nagy arányban jó választ adnak, a téma csak rövid megbeszélést igényel, amennyiben nem, akkor természetesen részletesebb magyarázat szükséges a tanár részéről. Ráadásul mindez egy kitűnő lehetőség is a diákok fejében lévő tévképzetek feltárására.

A fentiekből eredően értelemszerűen a módszer nem kizárólag kémia, hanem akármilyen más órán is ugyanezen recept alapján alkalmazható.

A módszer alkalmazásának előnyei

Szeretjük azt gondolni tanárként, hogy csak mi tudjuk, hogy egy adott témát hogyan lehet a legjobban megtanítani. Azonban a videós módszer teret enged a diákoknak is: megmutathatják, hogy ők hogyan tartják a legérthetőbbnek, hogyan tanítanak meg kortársaiknak. Elképzelhető, hogy sokkal szemléletesebb és emlékezetesebb megoldást találnak ki nálunk. Emellett kognitív szinten is megvizsgálva arra juthatunk, hogy tapasztalataim alapján a Bloom-taxonómia minden szintjéről végeznek tevékenységet a tanulók.

A csoportmunkának köszönhetően (annak ellenére, hogy egy telefonos alkalmazást használnak) a társas és szociális készségeik is fejleszthetőek, s mindez akár az online térben is. Megtaníthatjuk egyúttal, hogy az internet által kínált lehetőségek milyen sokrétűen felhasználhatóak. Nagy előny, hogy egy olyan platformot használnak a tanulók, amely egyébként is az életük szerves részét képezi, nem egy új oldal vagy applikáció használatát kell megtanulniuk, melynek kezelőfelülete jóval egyszerűbb a különböző videószerkesztő oldalakénál. A figyelemlekötés teljesen adott, kezdetben a módszer újszerűsége miatt, hosszútávon az általa kínált kellően ingergazdag zenés és látványos stílusból fakadóan.

2. Egy alkalmazási lehetőség: Sav-bázis reakciók

A feldolgozott témakör

A témakör az egyik legnagyobb és legfontosabb reakciótípus, mely a jelenlegi NAT-nak [5] és a kétszintű érettséginek [6] (a 2024-től

érvényesnek [7]) is fontos részét képezi. A megértése elengedhetetlen a későbbi szerves és szervetlen kémiai tanulmányok sikeres teljesítéséhez. Rengeteg kapcsolódási pontot találhatunk más tantárgyakhoz:

- fizika: optika (indikátorok színének kialakulása)
- biológia: gyomorsav, kémhatásfüggő folyamatok a szervezetben
- földrajz: felszínromboló hatások (savas eső)
- matematika: pH-számítás

A módszer alkalmazhatóságának indoklása

Láthattuk, hogy az összefonódások miatt tényleg az egyik leghangsúlyosabb része kell, hogy legyen ez a témakör az általános kémia tanításának. Éppen ezért is hasznos lehet minden olyan lehetőség, amivel meg tudjuk támogatni a tanórán elhangzottakat, amire tökéletesen alkalmas a rövid videós módszer.

Emellett fontos, hogy olyan témánál alkalmazzuk, ahol sok színvonalas videó készíthető. Ehhez egyrészt a témakörnek kellően nagyoknak kell lennie, hogy egy osztálynyi diáknak jusson elég feldolgozható téma-részlet. Másrészt célszerű kezdetben nem a legelvontabb, a tapasztalat alapján legkevésbé érthető témaköröknél bevezetni, mert ilyenkor csak még nagyobb kavargást tudunk vele okozni, sőt akár különböző tévképzetek is rögzülhetnek. Ha már többször is használtuk, és a feladat értelmezése többé nem jelent nehézséget, érdemes lehet kipróbálni nehezebb témaköröknél is, de én eleinte azt nem tartom jó ötletnek.

A sav-bázis reakcióknál a videókon gyönyörűen bemutathatók az indikátorok típusai, a színváltozásaik alapján a közömbösítések, lehet „bűvészkedni” [8], haladóbb csoport esetében a titrálás menete és jellemző hibái is bemutathatóak.

Ugyanakkor jelentős limitáló tényező a megvalósíthatóságban az iskola házirendje és szokásjoga, hiszen sok esetben az anyaggyűjtés már a tanórán megkezdődik az ottani tanári bemutató- és tanulókísérletek rögzítésével, amihez elengedhetetlen kellék a telefon. Ezzel együtt figyelni kell, hogy a csoport esetében minden diáknak adottak-e az eszközök (ami a legtöbb esetben egy okostelefon) a feladat elvégzéséhez. Elképzelhető ugyanis, hogy olyan diákokat is tanítunk,

ahol a család nem engedheti meg magának ezeket a drágább eszközöket és így a módszerrel csak plusz frusztrációt okozunk, amit szigorúan kerülni kell.

A feldolgozás menete

Mint hogy a videókat az órai anyag feldolgozásaként képzelem el, nem cél, hogy a diákok önállóan előre feldolgozzák azt, hanem inkább kiegészítő szerep jutna nekik. Ennek érdekében a témakör elején csak a csoportok létrehozása történne meg (csoportonként 4 fő), akik utána a tanóra végén jelentkezhetnek az adott órai anyaghoz kötődő témákért. Minden csapatnak pontosan egy videót kell elkészítenie. A videók elkészítési határideje a következő óra, ami heti egy óra esetén egy hétnyi munkaidőt jelent. Ez személyes tapasztalatom szerint bőven elég szokott lenni. Ha az órák gyakrabban követik egymást, akkor csoportfüggő, hogy a pár napos idő elég-e a megvalósításra. Amennyiben nem, célszerű lehet a videókat összevágni, és az összefoglaló óra keretei között levetíteni egyben az összeset.

A témakörhöz a tankönyv [9] leckéi alapján az alábbi videótémák tartoznak:

Óra	Téma
Savak és bázisok	Savak otthon
	Bázisok otthon
	Só = NaCl?
	Gyomorégés
A kémhatás és a pH	Indikátorok a szertárban
	Vöröskáposztalé mint indikátor
	Bűvészkedés
	Készíts otthon pH skálát!
A sav-bázis reakció	Hogyan kell titrálni?
	Jellemző titrálási hibák
	Gyenge/erős, mi a különbség?
	Sók kémhatása

1. táblázat. A választható témák

A diákok számára a feladat pontos kiírása:

Készítsetek az órán megalkotott csapatokban egy rövid, lényegre törő, a tanult anyaghoz kapcsolódó témájú TikTok videót a megadott szempontok szerint.

Általános cél, hogy a videó a témájául szolgáló példákat/kísérleteket/törvényeket a lehető legpontosabban, legrövidebben és legérthetőbben bemutassa.

Formai szempontok:

- minimális hossz: 45 másodperc, maximális hossz: 90 másodperc;
- használj effekteket;
- narrálva maximum az idő felében lehet;
- egy jó zene elengedhetetlen kelléke egy jó videónak;
- tartalmazzon legalább egy jó poént (ennek megítélése az osztály feladata).

Beküldési határidő: következő óra előtti nap 23:59 (megadott e-mail címre).

Konzultáció: óra után, szakkör előtt.

Az alábbi linkeken pár példát is láthattok:

<https://vm.tiktok.com/ZMFDdECXb/> [10]

<https://vm.tiktok.com/ZMFDRJF7X/> [11]

<https://vm.tiktok.com/ZMFDRAWn8/> [12]

<https://vm.tiktok.com/ZMFDRLgBd/> [13]

<https://vm.tiktok.com/ZMFDRXR5/> [14]

A témakör feldolgozása ennek megfelelően a következő módon alakulna heti egy óra esetén:

1. óra: Savak és bázisok	0-35. perc	Új anyag
	35-45. perc	Csoportok felosztása, feladat megbeszélése, témaosztás

2. óra: A kémhatás és pH	0-5. perc	Videók megnézése, értékelőlap kitöltése
	5-10. perc	Ellenőrzés
	10-40. perc	Új anyag
	40-45. perc	Témaosztás
3. óra: A sav bázis reakció	0-5. perc	Videók megnézése, értékelőlap kitöltése
	5-10. perc	Ellenőrzés
	10-40. perc	Új anyag
	40-45. perc	Témaosztás
4. óra: Összefoglalás	0-5. perc	Videók megnézése, értékelőlap kitöltése
	5-10. perc	Ellenőrzés
	10-40. perc	Összefoglalás

2. táblázat. A témakör feldolgozásának ütemezése

Az ellenőrzés Kahoot teszt formájában történik, amelyet mindig a beérkezett videóknak megfelelően állítok össze. A rendszer előnye, hogy a videók megnézése az óra elején történik, ezért amennyiben a témával kapcsolatban valamilyen a hiányosság merülne fel az ellenőrzés során, a probléma orvoslására bőven van még az adott tanórán idő.

Heti több óra esetén annyiban módosulna a tematikus terv, hogy az összes videó megnézése az összefoglaló órára összpontosulna a nagy témakör (kémiai reakciók) végén. Természetesen az ellenőrzés itt is megtörténne, csak egy nagyobb teszt formájában.

A videókat a gamifikáció során használt pontrendszer alapján értékelhetjük. A tanár ötfokozatú pontskálán pontozza a kész műveket. Azonban fontos, hogy a diákok is adhassanak egymásnak visszajelzést, ezért a videók megnézése után mindenki kitölti az értékelőlapot, és ez alapján a három legmagasabb összpontszámú bónuszpontokra is jogosult lesz az alábbi táblázat szerint.

1. hely	+5
2. hely	+4

Irodalom

- [1] Murányi, Z., & Farkasné, Ö. M. (2016) Mobilizált kémia. Azaz: lehet-e az okostelefon a kémiatanítás hatékony eszköze? In: Karlovitz, János Tibor (szerk.) Pedagógiai és szakmódszertani tanulmányok. Komárno, Szlovákia: International Research Institute 132 p. pp. 99-106.
- [2] Fiallos, A., Fiallos, C., & Figueroa, S. (2021). Tiktok and Education: Discovering Knowledge through Learning Videos. In 2021 Eighth International Conference on EDemocracy & EGovernment (ICEDEG) (pp. 172-176). IEEE.
- [3] Khlaif, Z. N., & Salha, S. (2021). Using TikTok in Education: A Form of Micro-learning or Nano-learning?. *Interdisciplinary Journal of Virtual Learning in Medical Sciences*, 12(3), 213-218.
- [4] Hayes, C., Stott, K., Lamb, K. J., & Hurst, G. A. (2020). "Making every second count": Utilizing TikTok and systems thinking to facilitate scientific public engagement and contextualization of chemistry at home. *J. Chem. Educ.* 2020, 97, 10, 3858-3866.
- [5] https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/Tanevkezdes2020/tanmenetek/9_evfolyam/OH-KEM09TA_kemia_9_tanmenet.docx (2022.10.31.)
- [6] https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/erettsegi/vizsgakovetelmenyek2017/kemia_vk.pdf (2022.10.31.)
- [7] https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/erettsegi/vizsgakovetelmenyek2024/kemia_2024_e.pdf (2022.10.31.)
- [8] Riedel, M.; Rózsahegyi, M.; Szalay, L.; Wajand, J.; Szalay, L. (alkotó szerk.): *Kémiai kísérletek az általános iskolákban*. ELTE, Budapest, 2016, 28-29. o.
- [9] https://www.nkp.hu/tankonyv/kemia_9_nat2020/ (2022.10.31.)
- [10] <https://vm.tiktok.com/ZMFdECXb/> (2022.11.1.)
- [11] <https://vm.tiktok.com/ZMFDRJF7X/> (2022.11.1.)
- [12] <https://vm.tiktok.com/ZMFDRAWn8/> (2022.11.1.)
- [13] <https://vm.tiktok.com/ZMFDRLgBd/> (2022.11.1.)
- [14] <https://vm.tiktok.com/ZMFDRXR5/> (2022.11.1.)

A szám szerzői

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

Ernyey Dániel tanárszakos hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Ficsór István Dávid tanárszakos hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Forgács József nyugalmazott középiskolai tanár, Vegyipari Szakközépiskola, Debrecen

Dr. Horváth Judit tudományos munkatárs, Sheffieldi Egyetem

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

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

Sajósi Benedek BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Szobota András PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Tóth Edina középiskolai tanár, BMSzC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum

Dr. Varga Szilárd tudományos munkatárs, Természettudományi Kutatóközpont

Varga Bence középiskolai tanár, ELTE Apáczai Csere János Gimnázium

Vörös Tamás igazságügyi szakértő, NSzKK

Zagyi Péter középiskolai tanár, Németh László Gimnázium, Budapest

TARTALOM

MI LETT BELŐLED IFJÚ VEGYÉSZ? – Prajczér Petra.....	69
MESTERSÉGE KÉMIATANÁR – Sebő Péter	72
GONDOLKODÓ	78
KERESD A KÉMIÁT!	107
KÉMIA IDEGEN NYELVEN	114
Tóth Edina: Kémia angolul	114
MŰHELY	119
Ernyey Dániel: TikTok videók felhasználása a kémiaoktatásban.....	119
A SZÁM SZERZŐI	128