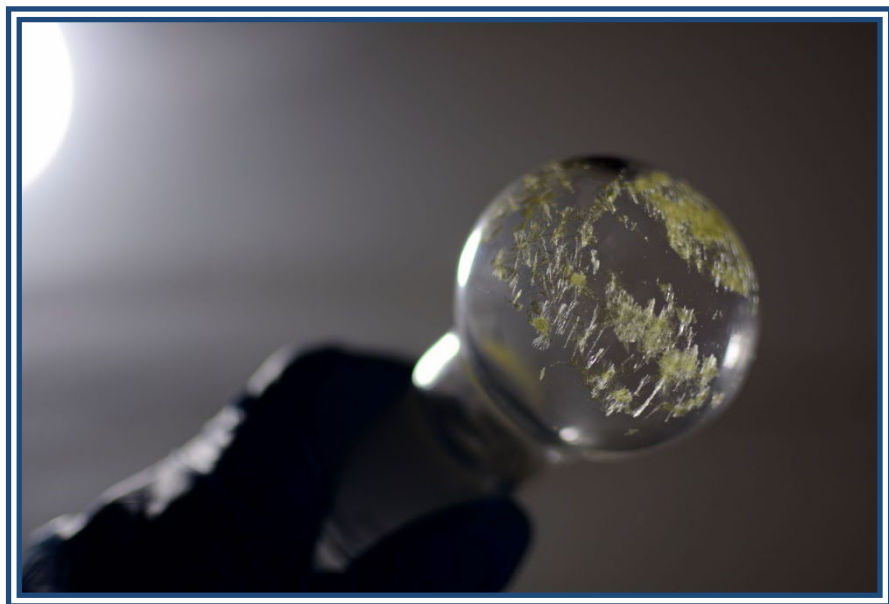
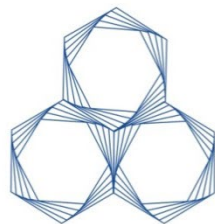


Középiskolai Kémiai Lapok



LI.

2024/2.



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



HIFLY LABS

Nemzeti
Tehetség Program

nka

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

2024. április	II. évfolyam	2. szám
---------------	--------------	---------

Alapító: Dr. Várnai György

Főszerkesztő: Zagyai Péter

A szerkesztőbizottság:

Elnöke: Dr. Magyarfalvi Gábor

Tagok: Barabás Gergő, Dr. Borbás Réka, Dr. Horváth Judit,
Dr. Ősz Katalin, Dr. Tóth Zoltán, Dr. Varga Szilárd, Zagyai Péter

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

Kiadja: Magyar Kémikusok Egyesülete
Felelős kiadó: Dr. Szabó János Zoltán
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
jelzőszámon „MKE9068” megjelöléssel.

Készült: Europrinting Kft.

Megjelenik évente ötször.

Előfizetési díj a 2024. 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 Hegedüs Kristóf fotója látható.

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?

Szekeres Zsolt, adattudományos vezető

Mikor vettél rész kémiaversenyeken, és milyen eredményeket értél el?

1992. Irinyi országos 1. hely
1993. Irinyi országos 1. hely
1994. OKTV országos 8. hely
1995. OKTV országos 4. hely
1995. diákolimpia bronzérem

Ki volt a felkészítő tanárod? Hogyan gondolsz vissza rá?

Czirók Ede, az ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnáziumában.

Végletekig elkötelezett pedagógusnak ismertem meg, aki rengeteg elméleti és gyakorlati felkészülési lehetőséget biztosított a versenyzőknek. Máig emlékezetes a vele és a diáktársakkal közösen szervezett iskolai „szag kiállítás”, amelynek során az apáczais diákok és tanárok az illatok és szagok széles spektrumával ismerkedhettek meg az iskola folyosóin, az egyszerű észterektől a halogénektől át a szkatolig.



Milyen indíttatásból kezdted el a kémiával komolyabban foglalkozni?

Azt hiszem, a gyerekkori kíváncsiság hajtott még az általános iskola formális képzése beindulása előtt, talán úgy 11-12 éves koromtól. Balázs Lórántné Kémiai kísérletek című könyve és az akkor a környéken beszerezhető vegyszerek és laboratóriumi eszközök jelentették az első lépéseket. A későbbi versenyeredmények alapozták meg az egyetemi jelentkezésemet az ELTE vegyész szakára, amin akkoriban nem is kellett sokat gondolkodnom.

Ismerted-e diákkorodban a KÖKÉL-t?

Igen, rendszeresen olvastam.

Hozzásegítettek-e a pályaválasztásodhoz a versenyeken elért eredmények?

Igen, főleg az egyetemi jelentkezést illetően. A pályaválasztás hagyományos fogalmát napjainkban kicsit túlzott egyszerűsítésnek tartom abból a szempontból, hogy talán az idő előrehaladtával egyre kevésbé várható el sok tizenévestől, hogy egy életre elköteleződjön egy konkrét szakma vagy akár hivatás mellett. Viszont azt gondolom, hogy versenyezni általában is hasznos és élvezetes, segít önmagunk megismerésében és kitartásra nevelésében is – függetlenül attól, hogy egy-egy konkrét versenyen milyen helyezést is érünk el.

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

A vegyész diploma megszerzése után elméleti kémiából szereztem PhD fokozatot az ELTE-n Surján Péter témavezetésével, az ő nemzetközileg is kimagasló kutatócsoportjában. A diploma és a doktori fokozat megszerzése nem jelentette számomra azt, hogy ragaszkodni szeretnék ahhoz, hogy ezen a területen maradjak, egyszerűen egy-egy állomásként gondolok ezekre a mérföldkövekre. Egyrészt szerettem volna látni, hogy milyen más területeken is tudom kamatoztatni a tudományos gondolkodást, másrészt anyagi és a külföldi/itthoni életvitelhez kapcsolódó szempontokat is figyelembe vettem.

A pénzügyi szektorban helyezkedtem el Magyarországon. Fejlesztettem a derivatív piacokra árazó modelleket, foglalkoztam kockázatelemzéssel, fejlesztettem ezen modelleken alapuló termékeket, majd pedig ehhez kapcsolódó modell kontroll funkciókban (validáció, audit) töltöttem be vezetői szerepeket. 2020 óta pedig egy HR data science csapatot vezetek, amely az alkalmazottaink sajtóságait és az ahhoz kapcsolódó szervezeti folyamatok dinamikáját tanulmányozza és szolgáltat információkat vezetői döntésekhez.

Nyertél-e más versenyt, ösztöndíjat?

Az egyetemen harmadévesként az ELTE Eötvös Collegiumának tagjaként egy féléves USA ösztöndíjat nyertem el egy csereprogram részeként. A doktori képzés alatt pedig két alkalommal nyertem HPC-Europa ösztöndíjat, amelynek keretében Edinburgh-ban és Amszterdamban végeztem tanulmányokat és folytattam kutatást.

Van-e kémikus példaképed (akár kortárs is)? Miért pont ő?

John B. Goodenough, a 2019-es kémiai Nobel-díjas. Sok évtizedes kitarlásáért, amivel hozzájárult a napjainkban széles körben használt lítiumionos akkumulátorok kifejlesztéséhez, annak ellenére, hogy a munkája értékének elismerése sokat váratott magára.

Mit üzensz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?

A kémiával foglalkozás kitűnő módja annak a megélésének, hogy a világ megismerhető és alakítható. Tudománytörténeti szempontból az az út, amit ez a terület az alkímia misztikumától a klasszikus alaptudományá váláson keresztül a modern alkalmazásokig megtett, olyan pálya, ami bizonyos értelemben rokon az emberi megismerési folyamattal. A kémiai fogalmak biztos elsajátítása megalapozza a napjaink áltudományos áradatának ellenálló egészséges szkepticizmus kialakulását, és a különböző mérettartományok tanulmányozása magától értetődően bevezet az emergencia világába is, ami további perspektívákat nyit. Biztos vagyok benne, hogy akár a közoktatás vagy a felsőoktatás szintjén, akár a későbbi szakmai karrier során (a kémia világán belül és attól távolabb is) ez a tapasztalat mindenképpen kamatoztatható.

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

Mostanában pl. sokat foglalkozom mesterséges intelligenciával. Az AI világa jól láthatóan és egyre gyorsuló módon változtatja azt, hogy hogyan tanulunk, hogyan éljük meg a kreativitásunkat és hogyan gondolkodunk a jövőről. Próbálok viszonylag naprakész maradni a fontosabb GenAI területeken és hobbi szinten is szívesen fejlesztek olyan alkalmazásokat, amik ehhez kapcsolódnak.

A kedvenc anyag nehéz kérdés, sok anyagot lehet sokféle tulajdonságáért szeretni. Talán a gyurmalint mondanám egy kedvencnek, amivel a gyermekeim is szívesen játszanak.

Mestersége kémia tanár – Kalocsai Ottó

Bemutakozás

Gödöllőn születtem, ahol azóta is élek. Általános és középfokú tanulmányaimat is ebben a városban végeztem, egyetemi éveimet Budapesten töltöttem. A diploma megszerzése után két évet Pécelen, a Fáy András Mezőgazdasági Szakközépiskolában, ezt követően tizenkét évet főállásban az Isaszegi Informatikai Szakközépiskolában, óraadóként a Premontrei Szent Norbert Gimnáziumban és esti tagozaton, jelenlegi munkahelyemen a Gödöllői Török Ignác Gimnáziumban dolgoztam.



Immár azonban a tizenharmadik tanévem töltöm ebben az iskolában teljes állásban, ahova számtalan kedves emlék és kellemes élmény köt, mind tanárként, mind egykori diákként. Elvált vagyok, két lányom van, egy huszonhét és egy húszéves.

Mindig fontosnak tartottam a tehetséggondozást, ennek eredményeként 2016-ban és 2017-ben Miniszteri elismerő oklevelet kaptam.

2017-ben és 2018-ban az Eredményes tehetséggondozásért tankerületi elismerő oklevéllel jutalmaztak.

2019-ben a Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémiaoktatásért Díj odaítélésével ismerte el munkásságom.

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

Diákéveimre visszatekintve, nem mindig voltam a tanulás mintapéldája. Erősen szelektáltam az egyes tárgyak között, talán a kémia volt az egyetlen, amit már hetedik osztály óta folyamatosan kedveltem, ezért mindig készültem is rá. Az osztályomban gyakran előfordultak csínytevések, melyeknek természetesen én is a részese voltam. Így egy-egy intővel is gazdagodtam néha, többek között olyan tanáraimtól is, akikkel azóta kollégákként dolgozunk együtt.

Miért választotta a tanári pályát? Miért éppen a kémia tantárgyat választotta?

Agrár egyetemen kezdtem tanulni a gimnázium után, mellette pedig karateedzéseket tartottam gyerekeknek. A foglalkozások alatt világhossá vált számomra, hogy szeretek fiatalok között lenni, hatékonyan tudunk együtt dolgozni. Mivel szerettem volt iskolámat és visszavágytam falai közé, kézenfekvő volt, hogy tanárként tudom leginkább önmagam megvalósítani.

Milyen tervekkel vágott neki a pedagógusi pályának? Mennyiben valósultak meg ezek?

A terveim közé tartozott és tartozik most is, hogy jó viszonyba kerüljek a tanítványaimmal, példakép lehessen számukra. Szerettem volna munkámmal terelgetni, támogatni őket, ezzel terveik megvalósítását elősegíteni. Együtt tudunk örülni sikereiknek, eredményeiknek. Szerencsére sokszor lehetőségem van további életútjukat is nyomon követni. Sokan orvosok, állatorvosok lettek és külföldön is sikeresen megállják a helyüket.

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

Középiskolás éveim alatt vált vonzóvá a tanári hivatás, melyben nem kevés szerepe volt jelenlegi munkahelyemnek, az itt dolgozó tanároknak, elsősorban matematika és fizika tanárnőmnek. Tudásával és következetes hozzáállásával példaképemmé vált, és ez a pályám további évei során sem változott.

Mit gondol, mitől jó egy kémiaóra?

Az a jó óra, amely mozgalmas, érdekes és le tudja kötni a gyerekek figyelmét. Ez gyakorlati feladatok és kísérletek elvégzésével, érdekességek, aktuális tudományos eredmények vagy felfedezések bemutatásával megvalósítható. A későbbi életben is hasznosítható tudás tananyaghoz kapcsolása is nagyban növeli az óra színvonalát.

Ön szerint milyen a „jó” gyerek?

Számomra a „jó” gyerek kíváncsi és vannak az adott témához érdekes kérdései. Fontos, hogy jól álljon a feladatokhoz és a társaihoz is emberileg. Gazdag érzelmi világgal rendelkezzen és kreativitással.

Van kedvenc anyaga vagy kedvenc kísérlete? Miért éppen az?

Olyan kísérleteket szeretek, melyet tanulókísérletként és tanári demonstrációs kísérletként is el tudunk végezni. Ilyen lehet akár egy egyszerű durranógáz reakció, mely izgalmas, hangos, így a gyerekeknek nagyon tetszik.

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

Elképzelésem szerint, ez egy hetedik osztályos, anyagszerkezeti ismereteket tárgyaló óra lenne, sok tanuló által elvégezhető, élménydús kísérletekkel. A gyerekek ebben a korban ismerkednek meg a kémiával, ha jól indítjuk ezt, akkor az érdeklődés a továbbiakban is megmarad, megalapozva a következő évek sikeres közös munkáját. Ebben a korban a legnagyobb az érdeklődés bennük, és ilyenkor válhatnak igazán elkötelezetté a tárgy iránt.

Volt-e olyan pillanat vagy esemény a pályáján, amit különösen emlékezetesnek tart?

Az első olyan eredményem, hogy országos szintű versenyre tudtam juttatni tanulókat, jelentős mértékben meghatározó volt a munkám során. Az, hogy megismerhettem a kollégákat és csatlakozhattam ebbe a közösségbe, szintén egy olyan élmény számomra, amelyre a jövőben is örömmel fogok visszatekinteni.

Hogyan látja a kémiaoktatás jelenlegi helyzetét?

A kémiaoktatás jelenlegi helyzetét illetően vannak aggályaim általánosságban és helyi szinten is. Az elkövetkezendő években sok kollégám fog nyugdíjba menni, többek között természettudományi területről is. A színvonalas oktatás további biztosítása egyre nehezebbnek tűnik, mind személyi, mind tárgyi feltételek tekintetében. Remélhetőleg az új intézkedések vonzóbbá fogják tenni a pedagógus pályát, így a viszonylag nehéznek ítélt kémia szakos tanári hivatást is.

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

Szeretek kertészkedni, haszon- és hobbiállatokat is tartok, ez is színesebbé teszi a mindennapjaimat. Némi műszaki érzékkel is rendelkezem, szívesen javítok meg és újítok fel régi dolgokat.

Szabadidőmben a festés, zenehallgatás és a tudományos cikkek olvasása is fontos szerepet tölt be.

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

Azt, hogy szeressék a munkájukat, mert ha nem hisznek benne teljes szívből, akkor sosem fog működni.

Milyen terveik vannak az elkövetkezendő évekre?

A terveim szerint utolsó nyolc évfolyamos osztályom gimnáziumi éveit kísérem végig. Szerintem egy ember életében a középiskolás évek a legmeghatározóbbak későbbi élete, pályaválasztása során. Fontos számomra, hogy segítsen őket és megosszam velük minden tapasztalatom, majd egy sikeres érettségivel zárják az élményekben gazdag éveket. Ez az elsődleges és legfontosabb célom. Terveim között szerepel a tárgyamhoz kapcsolódó tananyagfejlesztésben való részvétel is, továbbá egy, a fakultációs órákhoz jól használható kiadvány létrehozása is.

GONDOLKODÓ



Feladatok

Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Zagyi Péter

A megoldásokat 2024. május 2-ig lehet a kokel.mke.org.hu honlapon keresztül feltölteni, vagy postára adás után regisztrálni. A formai követelmények figyelmes betartását kérjük. A postacím:

KÖKÉL Gondolkodó

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

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.

K484. Az alumínium(III)-klorid vegyület megjelenési formája függ a hőmérséklettől és a közegtől. Vízmentes szilárd alakját ionosnak tekintjük, amelyben minden alumíniumiont hat kloridion vesz körül.

Az alumínium(III)-klorid $180,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on szublimál. Ha egy $1,00\text{ dm}^3$ -es evakuált tartályba $3,00$ gramm szilárd alumínium(III)-kloridot teszünk, majd $200,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra melegítjük, a nyomás $204,8\text{ kPa}$ lesz.

a) *Mi a moláris tömege és képlete a keletkező gázfázisú alumínium(III)-kloridnak?*

b) A gázfázisban lévő alumínium(III)-klorid-molekulák alumíniumatomja az elektronhiányos állapot elkerülésére datív kötést tud létesíteni. Rajzold le a szerkezetét a 200 °C-on gázfázisban jelenlévő molekulának!

A tartályt 1100 °C-ra tovább melegítve a nyomás 722,8 kPa-ra növekedett.

c) Mi a moláris tömege és képlete az alumínium(III)-kloridnak 1100 °C-on?

Ha alumínium(III)-kloridot (**X**) folyékony alumíniummal 1200 °C-ra hevítünk, egy gáz-halmazállapotú alumínium-klorid (**Y**) vegyület keletkezik, melyet az Oroszlán csillagkép egyik távoli csillagának légkörében is megfigyeltek. Ideális esetben 1,00 g **X** és 0,404 g alumínium reakciója adna tiszta terméket 3054 J hő felszabadulása mellett.

d) Írd fel a végbemenő reakció egyenletét!

e) Mennyi az alumínium és klór közötti kötés kötési energiája a kiindulási alumínium(III)-kloridban és a termékben?

$$\Delta_k H(\mathbf{X}(\text{g})) = -584,6 \text{ kJ/mol}; \Delta_k H(\text{Al}(\text{f})) = 10,56 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta_k H(\text{Al}(\text{g})) = 330 \text{ kJ/mol}; E_{\text{kötési}}(\text{Cl}-\text{Cl}) = 242,6 \text{ kJ/mol}$$

(Borbás Réka)

K485. Az alumínium(III)-klorid kristályvizes só formájában is létezik, amelynek képlete $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Amikor a kristályvizes szilárd anyagot hevítjük, elbomlik, egy szilárd anyag és két különböző gáz-halmazállapotú termék képződik. 1 mol kiindulási anyagból összesen 8 mol termék keletkezik, amelyek közül az egyik termék a megnedvesített univerzál indikátorpapírt vörösre színezi.

a) Add meg a bomlás egyenletét!

Az alumíniumionnak szilárd halmazállapotban bázikus kloridjai is vannak, amelyek képlete $\text{Al}_2(\text{OH})_{6-x}\text{Cl}_x$. Ezek közül néhány ritka ásványként is előfordulhat, de főleg mesterségesen állítják elő, és használják pl. izadásgátló termékek aktív hatóanyagaként. Az egyik ilyen vegyületből 1,000 g-ot feloldunk híg vizes salétromsavoldatban, és az oldatból 250,0 cm^3 törzsoldatot készítünk. Ebből az oldatból 25,0 cm^3 -t 0,0500 mol/ dm^3 töménységű ezüst-nitrát-oldattal titrálunk. A csapadék teljes leválasztáshoz 20,75 cm^3 ezüst-nitrát-oldatra volt szükség.

b) *Add meg a vizsgált bázikus alumínium-klorid képletét!*

Az alumínium egy másik ásványa azért érdekes, mert egy ritka példája egy szerves kationból, ebben az esetben az Al^{3+} , és egy szerves anionból képződő ásványra. Ha az ásványt vákuumban fokozatosan felmelegítik, az ásvány először $200\text{ }^\circ\text{C}$ -on elveszíti kristályvizét, majd $600\text{ }^\circ\text{C}$ -ig fokozatosan elbomlik. Ha 100 mg ásványt $200\text{ }^\circ\text{C}$ -on hevítünk, tömegének $40,9\%$ -át veszíti el. Ha a keletkező vízmentes szilárd anyagot $600\text{ }^\circ\text{C}$ -ra hevítjük, $26,7\text{ mg}$ szén-dioxid és $4,24\text{ mg}$ szén-monoxid keletkezik. A $28,15\text{ mg}$ szilárd maradék $54,90\text{ m/m}\%$ alumínium(III)-oxidot és $45,10\text{ m/m}\%$ szenet tartalmaz.

c) *Add meg az ásvány képletét $\text{Al}_n\text{C}_k\text{O}_m \cdot x\text{H}_2\text{O}$ formában; n , k , m és x egész számok.*

d) *A vegyületben két alumíniumionra egy többszörösen töltött anion jut. Mi az ásványban lévő anion képlete?*

(Borbás Réka)

K486. A szakkörösök azt a feladatot kapták, hogy állítsanak elő kémcsőben vas(III)-hidroxidot. Egymás közt azzal versenyeztek, hogy ki tudja bonyolultabban előállítani.

Az egyik csapat 10 gramm $5\text{ m/m}\%$ -os vas(II)-szulfát oldathoz először 4 cm^3 2 mol/dm^3 töménységű NaOH -oldatot, majd $1,5\text{ cm}^3$ $5\text{ m/m}\%$ -os hidrogén-peroxid-oldatot öntött.

a) *Írd le a lejátszódó folyamatok egyenletét!*

A másik csapat 10 gramm $5\text{ m/m}\%$ -os vas(II)-szulfát oldathoz először a $1,5\text{ cm}^3$ $5\text{ m/m}\%$ -os hidrogén-peroxid-oldatot öntötte, majd ezután a 4 cm^3 2 mol/dm^3 töménységű NaOH -oldatot. Azonban így pezsgést tapasztaltak, és a csapadék színe is eltért az előző csapatétól.

b) *Magyarázd meg a különbséget a két csapat munkája között!*

A harmadik csapat 10 cm^3 $5\text{ m/m}\%$ -os nátrium-karbonát-oldatot öntött össze 10 cm^3 telített vas(III)-klorid-oldattal.

c) *Mit tapasztalhattak, és milyen egyenletek magyarázzák a tapasztalatot?*

(Borbás Réka)

K487. Számrejtvény. A rejtvény megoldásai egész számok, melyet a négyzetekbe kell beírni a keresztrejtvények szabályai szerint. Nem egész számok esetén az egészre kerekített értéket írd be!

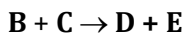
1	2		3	
4		5		6
7			8	
9		10		

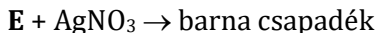
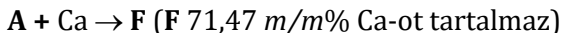
Vízszintes: 1. A 158 alaninegységből álló polipeptid relatív molekulatömege. 4. A tejsavból 230 molekulát egymással összekapcsolva keletkező politejsav relatív molekulatömege. 7. A $[\text{Kr}]5s^14d^5$ elektronszerkezetű atom rendszáma. 8. Annak az elemnek a rendszáma, amelynek oxidja az egyik elemből 12,44 $m/m\%$ -ot tartalmaz. 9. A függőleges (4)-esben szereplő gáz 1,00 grammja ezen a hőmérsékleten ($^{\circ}\text{C}$ -ban) és standard légköri nyomáson 190 cm^3 térfogatot tölt ki. 10. Egy közismert, hidrogént nem tartalmazó polimer monomerjének relatív molekulatömege.

Függőleges: 2. A 26 monomeregységből álló PVC relatív molekulatömege. 3. Annak az elemnek a rendszáma, amely a nevét egy színről, közvetve azonban egy országról kapta. 4. Annak a kéntartalmú gáznak a relatív molekulatömege, amelynek levegőre vonatkoztatott relatív sűrűsége 5,03. 5. A 82872 molekulatömegű amilózmolekula hidrolízisekor keletkező glükózmolekulák száma. 6. Egy szerves vegyület relatív molekulatömege, amely 74,45 $m/m\%$ szenet és 9,02 $m/m\%$ hidrogént tartalmaz oxigén mellett. 8. Annak a szerves vegyületnek a tapasztalati képletéhez tartozó relatív tömege, amelynek helyettesítésére gyakran használnak poli-metil-metakrilátot.

(Borbás Réka)

K488. A különböző betűk különböző elemeket és vegyületeket jelölnek.





Add meg **A, B, C, D, E, F, G** képletét és írd fel a reakcióegyenleteket!

(Borbás Réka)

K489*. A $C_6H_{12}O$ vegyületről a következőket tudjuk.

- Optikai és geometriai izomériát is mutat.
- Fémnátriummal reagáltatva színtelen, szagtalan gáz fejlődik.
- A brómos vizet elszínteleníti.
- A felhevített rézdrótot ezzel a vegyülettel reagáltatva egy szerves termék keletkezik, miközben a rézdrót vörös színűvé válik.
- Ha vegyületet $180^\circ C$ -on tömény kénsav jelenlétében eliminációs reakcióba visszük, konjugált kettős kötések keletkeznek.

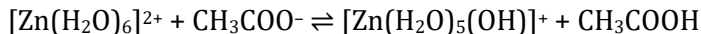
Add meg a molekula lehetséges szerkezeti képleteit!

(Borbás Réka)

K490*. A vízmolekula erősebb savként viselkedik fémionhoz kötődve, mint „szabadon”. Például a $[Zn(H_2O)_6]^{2+} \rightleftharpoons [Zn(H_2O)_5(OH)]^+ + H^+$ folyamat savi disszociációs állandója $1,10 \cdot 10^{-9}$.

a) Mennyi a hidrogénion-koncentrációja a $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú cink-nitrát-oldatnak?

b) Mennyi az egyensúlyi állandója a



folyamatnak, ha az ecetsav savi disszociációs állandója $1,78 \cdot 10^{-5}$?

c) Egy $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú cink-acetát-oldatban a cinkionok hány százaléka van $[Zn(H_2O)_5(OH)]^+$ formában, ha feltételezzük, hogy a cink csak az akvakomplex formában és a fenti egyszeresen pozitív összetett ion formában van az oldatban?

(Borbás Réka)

K491*. 200,0 gramm oldat az **A** sóból 13,54 grammot, a **B** sóból 7,790 grammot tartalmaz. Az **A** só kloridiont, a **B** só szulfátiont tartalmaz. A két sóban más a fémion, de mindkettő kétértékű. Ha az oldatot 3,00 órán keresztül elektrolizáljuk indifferens elektródokkal egyenletes áramerősséggel, akkor a katódon összesen 9,351 gramm fém válik le. Az anódon az első órában 1,371 dm³, a második órában 1,234 dm³, a harmadik órában 0,686 dm³ gáz fejlődik. A gázok 25,0 °C-osak és standard légköri nyomásúak. A klór beoldódásától tekintsünk el.

- a) *Add meg a két fémet a két sóban, és az elektrolízishez használt áramerősséget!*
- b) *Mekkora térfogatú gáz fejlődik a katódon az első, a második, ill. a harmadik órában?*

(Borbás Réka)

H406. Az égetett magnéziát különböző magnézium-karbonátot tartalmazó ásványokból gyártják. Szennyvízkezelésben, műtrágyaként, ipari segédanyagként szennyezettebb formában, gyógyszerekben, tápokban, tisztítva használják.

Ali azt a feladatot kapta, hogy gyors módszert találjon égetett magnézia mintáinak vizsgálatára. Mérőeszközei (mérleg és hőmérő) és vegyszerei nagyon korlátozottak voltak, ezért termokémiai módszerben gondolkodott. Tudta, hogy a mintákban a magnézium-oxid mellett kimutatható mennyiségű kalcium-oxid és szilícium-dioxid is lehet. Megkereste a szükséges hőtani adatokat:

	$\Delta_k H^\circ$ (kJ/mol)
CaO(s)	-636
MgO(s)	-602
SiO ₂ (s)	-854
HCl(g)	-92,5
H ₂ O(f)	-286
CaCl ₂ (s)	-796
MgCl ₂ (s)	-641
H ⁺ (aq)	0,0
Cl ⁻ (aq)	-168
Ca ²⁺ (aq)	-543
Mg ²⁺ (aq)	-462

	c_p (kJ/kg·K)
H ₂ O(f)*	4,178
CaO(s)	0,918
MgO(s)	0,877
SiO ₂ (s)	0,736

	$\Delta_r H^\circ$ (kJ/mol)
H ⁺ (aq) + OH ⁻ (aq) = H ₂ O(l)	-56,0

* Feltételezte, hogy minden vizes oldat ugyanolyan fajlagos hőkapacitással rendelkezik, mint a víz.

Először egy kalorimétert ütött össze minél jobb hőszigeteléssel, és mérte a hőkapacitását. A kaloriméterbe 200 cm^3 $0,500 \text{ M}$ HCl oldatot (sűrűség: $1,007 \text{ g cm}^{-3}$) majd 300 cm^3 $0,400 \text{ M}$ NaOH oldatot (sűrűség: $1,016 \text{ g cm}^{-3}$) adott. Eredetileg mindkét oldat hőmérséklete $24,2 \text{ }^\circ\text{C}$ volt. Miután a lúgos oldatot beöntötte a kaloriméterbe, figyelte a reakcióban elért hőmérsékletet. A legmagasabb pont $26,3 \text{ }^\circ\text{C}$ volt.

a) *Számítsd ki a kaloriméter hőkapacitását!*

Ezt követően Ali gondosan kimért egy $12,81 \text{ g}$ -os magnéziamintát. A kaloriméter alapos megtisztítása után 500 cm^3 $2,000 \text{ M}$ sósavat (sűrűsége: $1,033 \text{ g cm}^{-3}$) tett bele, és megvárta, amíg a hőmérséklet $24,4 \text{ }^\circ\text{C}$ -on stabilizálódik (a laboratóriumi hőmérsékletnek megfelelően). Ezután hozzáadta a mintát a sósavhoz, és addig keverte az oldatot, amíg el nem érte a $40,5 \text{ }^\circ\text{C}$ -os csúcshőmérsékletét. A reakciót követően Ali leszűrte a kaloriméter tartalmát. Mosás és szárítás után $0,51 \text{ g}$ tömegű szilárd, oldhatatlan anyagot izolált.

b) *Írj rendezett ionegyenleteket a minta sósavban való oldódása során végbemenő folyamatokra! Számítsd ki a standard entalpiaváltozásukat!*

c) *Ali kísérleti adatai alapján számítsd ki a minta tömegszázalékos MgO-tartalmát! Számítsd ki a várható végső hőmérsékletet, ha az ugyanabban a kísérletben vett mintája tiszta magnézium lett volna!*

Ali gyanakodni kezdett, miután elvégezte ugyanezeket a számításokat. Örömmel talált egy fenoltalein-oldatot, aminek a segítségével sikerült kidolgoznia egy módszert, ugyanezekkel az eszközökkel és vegyszerekkel, de pontosabban meg tudta kapni az MgO-tartalmat.

d) *Javasolj egy ilyen eljárást!*

(Villányi Attila)

H407. Az almalé magában sem rossz, de kétlépcsős eljárással almaecet készítésére is használják.

Az elsőben az erjesztés etanolt termel az almalé cukortartalmából. Érdekes módon az almalében fontos összetevő, a kétértékű almasav is etanollá alakul ebben a lépésben.

A másodikban a levegő oxigénje oxidálja az etanolt ecetsavvá mikrobák jelenlétében.

Feltételezhető, hogy az almalé összes cukortartalma egyszerű hexóz, amelyek ugyanolyan összetételűek, mint a glükóz, és nagyon hasonlóan erjednek.

a) Add meg az almaecetkészítés említett reakcióinak egyenleteit!

Egy kis családi vállalkozásban, amely almaecetet gyártott almaléből, egy nap a végtermék nem tartalmazott alkoholt, hanem inkább édes, mint savanyú ízű volt. A fővegyész felfedezte, hogy ugyanazt az almalevet használták, mint az előző napon, amikor minden rendben ment. A kis laboratóriumban volt egy jól működő pH-mérő és néhány berendezés a sav-bázis titráláshoz. Annak kiderítésére, hogy mi romlott el, néhány kísérletet hajtottak végre. A fővegyész felidézett néhány fontos ténytet is, amelyeket a korábbi vizsgálatok állapítottak meg az üzlet indulásakor:

- Az almalé savasságát gyakorlatilag csak az almasav okozza.
- Az almaecet savasságát gyakorlatilag csak az ecetsav okozza.
- Sem az almalé, sem az almaecet nem tartalmaz fémeteket a fő szerves összetevőikhez hasonló koncentrációban (még káliumot és nátriumot sem).

Először az előző napon előállított almaecet $2,00 \text{ cm}^3$ -ét titrálták $0,1000 \text{ mol/dm}^3$ nátrium-hidroxid-oldattal, indikátorként fenolftaleint használva. A végpontot $21,72 \text{ cm}^3$ -nél érték el. Ezután $2,00 \text{ cm}^3$ jó almaecetet összekeverték $10,86 \text{ cm}^3$ $0,1000 \text{ mol/dm}^3$ nátrium-hidroxid-oldattal és annyi vízzel, hogy a végső térfogat $25,00 \text{ cm}^3$ legyen. Ennek az oldatnak a pH-ját $4,76$ -nak mérték.

b) Számítsd ki az almaecet ecetsavtartalmát g/dm^3 egységben, majd becsüld meg az ecetsav pK_s -ét!

Ezután $10,00 \text{ cm}^3$ almalevet titráltak $0,1000 \text{ mol/dm}^3$ nátrium-hidroxid oldattal, indikátorként fenolftaleint használva. A végpontot $11,01 \text{ cm}^3$ -nél érték el. Ebben az esetben két mintát készítettek elő pH-mérésre. Az elsőben $10,00 \text{ cm}^3$ almalevet összekeverték $3,67 \text{ cm}^3$ $0,1000 \text{ mol/dm}^3$ nátrium-hidroxid oldattal, és a végső térfogatot $25,00 \text{ cm}^3$ -re állították be: a pH-t $3,67$ -re mérték. A másodikban $10,00 \text{ cm}^3$ almalevet összekeverték $7,35 \text{ cm}^3$ $0,1000 \text{ mol/dm}^3$ nátrium-hidroxid oldattal, és a végső térfogatot $25,00 \text{ cm}^3$ -re állították be: a pH-t $4,95$ -nek mérték.

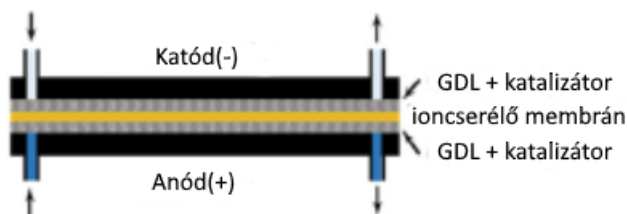
- c) Számítsd ki az almalé almasavtartalmát g/dm^3 egységben, majd becsüld meg az almasav két pK_s értékét!
- d) A már rendelkezésre álló adatok alapján becsüld meg az almalé cukortartalmát g/dm^3 egységben, feltételezve, hogy az oldat térfogata nem változik jelentősen az erjedés során. Tételezz fel 100%-os hatékonyságot minden lépésben!

Eztán jött a problémás végtermék vizsgálata. Ebből az oldatból $5,00\text{ cm}^3$ -t $100,00\text{ cm}^3$ -re hígítottak, a kapott oldat pH-ja 3,03 volt. Ezután további $5,00\text{ cm}^3$ oldatot összekeverték $5,00\text{ cm}^3$ $0,1000\text{ mol/dm}^3$ NaOH-val, és $100,00\text{ cm}^3$ -re hígították. A kapott oldat pH-ja 4,52 volt.

- e) Számítsd ki az ecetsav és almasav és a cukrok koncentrációját a termékben g/dm^3 egységben!

(Lente Gábor)

H408. A szén-dioxid megkötése, leválasztása, tárolása és hasznosítása várhatóan fontos technológia lesz. Néhány évvel ezelőtt magyar kutatók egy olyan vízzel táplált elektrolizátorról számoltak be, ami 420 mA/cm^2 áramsűrűséggel tudott CO-ot előállítani. A cella kialakítása a következő:



A legfontosabb elem a központi ioncsereelő membrán, amelyen bizonyos ionok át tudnak haladni. Ennek a membránnak mindkét oldalán található egy gázdifúziós réteg (GDL). Ez egy részlegesen nedvesíthető porózus anyag, amelynek felületére katalizátor kerül. Optimális esetben mind a gáz, mind az elektrolit bejut a pórusokba, és a réteg vezeti az elektromosságot.

- a) Mi lehet ez az olcsó, könnyen módosítható, inert, porózus és jól vezető réteg a katód oldalán?

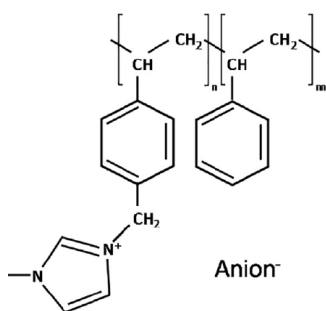
Ezt az anyagot a katódoldalon ezüst nanorészecske katalizátor aktiválja. Az anódoldalon a gázdifúziós réteg porózus Ti-film, felületén IrO_x nanorészecske-katalizátorral.

A semleges oldattal nedvesített katódtéren párával telített szén-dioxidot, míg az anódtéren töményebb (1 M) KOH-oldatot vezetnek át.

b) *Add meg a várt katód- és anódelektrodreakciókat (az oldatok pH-jának megfelelő formában). Add meg az elektrolízis nettó reakcióját!*

Az ioncserélő membrán anyaga valóban döntő fontosságú. Az elektrokémiában sokat használt porózus polimerek, mint például a Nafion vagy a SPEEK (a szerkezetek az ábrán láthatók) a gyakorlatban nem válnak be ebben a rendszerben. Ha ezeket a membránanyagokat használnák, két ion áthatolhatna rajtuk, ami nemkívánatos eredményekhez vezethet. Az egyik ion megváltoztathatja a katód pH-ját, alternatív elektrodreakcióval befolyásolva a termék összetételét. Másrészt, ha a másik ion átáramlik a membránon, a katódtér közel semleges pH-ja megmaradna, de a pórusokba leváló szilárd anyag megakadályozza a hosszabb elektrolízist.

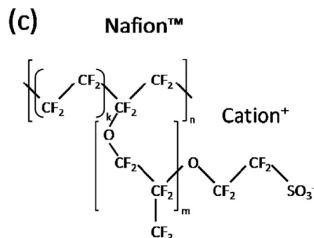
c) *Mi ez a két ion? Milyen irányban haladhatnak át a membránokon? Írd le az egyiknél említett mellékreációt és annak a szilárd anyagnak a képletét, amely a másik ion áramlása következtében a pórusokban képződne!*



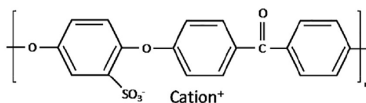
Ha az ioncserélő membrán a bal oldali polimerből készül, a helyzet javul. További kémiai reakciók még mindig valószínűek a katódtérben a magas szén-dioxid-koncentráció miatt.

d) *Mely ionok és milyen irányba haladhatnak át ezen az elválasztó membránon?*

Folyamatos működés esetén (kb. egy óra elteltével) a rendszer működése állandósul, és az anódtérből kilépő kétkomponensű gáznak csak 1/3-a lesz az oxigén.



SPEEK: sulfonated poly(ether ketone)

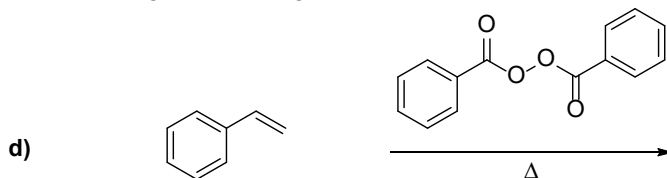
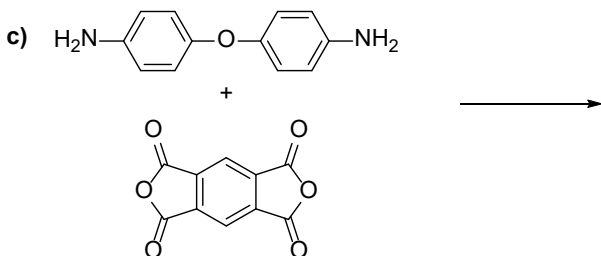
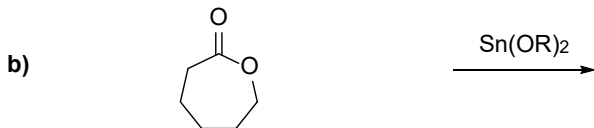
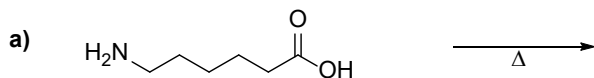


- e) Mi a gáz másik összetevője? A lejátszódó kémiai és elektrokémiai folyamatok sztöchiometriája alapján a membránon áthaladó különböző ionok közül melyik lesz az elsődleges töltéshordozó?
- f) Ideális elektrokémiai szelektivitás esetén a bemenő CO_2 hányad része alakul szén-monoxiddá ebben az állapotban?

(Magyarfalvi Gábor)

H409. A polimerizációs folyamatok hatalmas szerepet játszanak a petrokémiai és feldolgozóiparban, lehetővé téve olyan komplex műanyagok létrehozását, amelyek korábban elérhetetlenek voltak.

Az alábbi polimerizációs reakciókhoz rajzold fel a kapott polimerek ismétlődő egységeit! Ezenkívül osztályozd az egyes folyamatokat lépcsős vagy láncpolimerizációként!

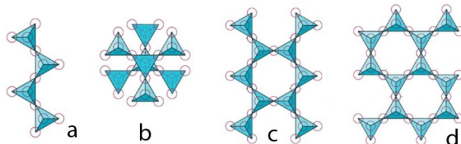


(diákolimpiai feladat)

H410. A Föld legnagyobb homoksivataga, a Rub'al Khali (الرُّبْعُ الْخَالِي) Szaúd-Arábia délkeleti részét borítja. A homokszemek leggyakoribb összetevői a szilícium-dioxid (SiO_2) és a különböző szilikátok. Az olivin, $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$ és a gránát, $(\text{Mg,Fe,Mn})_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ vagy $\text{Ca}_3(\text{Al,Cr,Fe})_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ csak két példa a sok szilikátásvány közül. A zárójeles elemek változó összetételű kristályszerkezetet jeleznek, amelyben különböző atomok kerülhetnek ugyanabba a helyzetbe a kristályban. Az olivin esetében ez azt jelenti, hogy bármelyik $x = 0-1$ esetén létezik $(\text{Mg}_{1-x}\text{Fe}_x)_2\text{SiO}_4$ kristály.

a) *Melyik gránátvázlatot szilícium-dioxid-tartalma a legkisebb? A képletét oxidok keverékeként írd le!*

Az ábrán poliszilikátionok vázlatos szerkezete látható, a SiO_4 tetraéderek feltüntetésével.



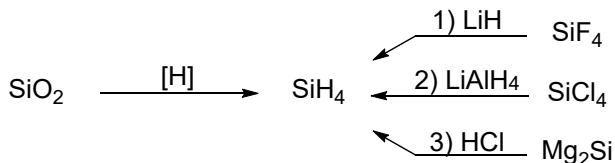
b) *Add meg az ábrán látható négy szerkezet töltését! Az a és c szerkezetek kiterjeszthetők egydimenziós, a d szerkezet pedig kétdimenziós polimer ionná. Keresd meg a polimerionok empirikus képletét!*

Jó néhány változatos színű drágakő is szilikát. Szaúd-Arábia délnyugati részén, Bisha környékén találtak berilleket, amelyek a smaragdok és akvamarinok ásványi családjába tartoznak.

A smaragd és az akvamarin analóg berill szerkezettel rendelkezik, és különleges zöld és kék a színük. A tiszta berill színtelen és Si, O, Al és Be tartalmú. 0,2024 g berill 0,0635 g Si-t és 0,0102 g Be-t tartalmaz. Egy másik ásvány, az égszínkék bazzit sztöchiometriája megegyezik a berillével, de az Al-t egy másik fém helyettesíti. A bazzit Si tömegtörtje 6,25%-kal tér el a berill Si tömegtörtjétől.

c) *Mi a két ásvány képlete?*

Az iparban a tiszta szilíciumot, az elektronikai ipar elsődleges félvezetőjét, szilánból (SiH_4) gyártják, amelyet SiO_2 redukciójával nyernek. Ezenkívül kisebb mennyiségben a szilán előállítható bizonyos szilíciumszármazékokból, például szilícium-halogenidekből (SiF_4 , SiCl_4) vagy fém-szilicidekből, például Mg_2Si -ből.



d) Írj egyenleteket a szilánképződés három számozott reakciójára!

Ezek a reakciók Si-tartalmú melléktermékeket eredményezhetnek. A melléktermékekből tekintsük **A**-t, **B**-t és **C**-t, amelyek mindegyike egyedi a három reakció egyikére. Molekulatömegük ebben a sorrendben nő: **B**, **C**, **A**. Az **A** vegyület 93,3 tömegszázalék Si-t tartalmaz. A **B** vegyület tömegspektrumából kiderül, hogy 101 g/mol az átlagos moláris tömege. A **B** molekulája két szimmetriasíkkal rendelkezik. Végül a **C** 73,1 tömegszázalék halogént tartalmaz.

e) Azonosítsd az **A**, **B** és **C** vegyületeket, és rendeld hozzájuk a megfelelő reakciókat!

(diákolimpiai feladat)

Megoldások

K468. a) Ha a szénhidrogén képlete C_xH_y , akkor

$$\frac{y}{12x + y} = 0,1$$

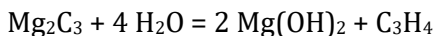
amiből $x : y = 3 : 4$.

mivel a gáz egy karbidból képződik, kicsi x -et várunk, így legyen $x=3$, ekkor $y=4$. C_3H_4 ez a propin képlete (illetve más izomereké is, de karbidból azok nem keletkezhetnek).

Innen már azt is tudjuk, hogy az anion az első karbidban a C_3^{4-} ehhez tartozik tehát két mólnyi fémion. Így

$$M_{fém1} = \frac{100 - 42,55}{42,55 : 12 : 3 \cdot 2} = 24,3 \text{ g/mol.}$$

Ez pontosan a magnézium moláris tömege, így az első karbid a Mg_2C_3 .



b) $CaC_2 + 2 H_2O = C_2H_2 + Ca(OH)_2$; $C_2H_2 + 2,5 O_2 = 2 CO_2 + H_2O$

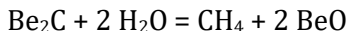
A tömegszázalék csak segítség.

c) Legyen a karbid képlete Me_zC . Számoljuk ki a moláris tömegeket a minimális és a maximális tömegszázalékokra!

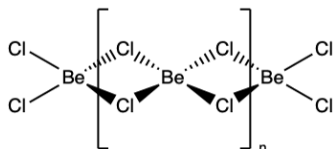
$$14,66 \frac{\text{g}}{\text{mol}} : z < M < 22,29 \frac{\text{g}}{\text{mol}} : z ;$$

$$14,66 \frac{\text{g}}{\text{mol}} < M \cdot z < 22,29 \frac{\text{g}}{\text{mol}} .$$

Az alumíniummal való hasonlóság miatt csak a berilliumra gondolhatunk, ekkor $z = 2$ és így a tömegszázaléknak meg is felel a Be_2C képletű karbid, hiszen $9 \cdot 2 = 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ a szükséges intervallumba esik.



A polimer szerkezete:



A feladat könnyűnek bizonyult sok jó és majdnem hibátlan megoldás érkezett.

(Nemeskéri Dániel)

K469. A forró oldatból kiváló arany só 100,0 grammjában 47,88 g, azaz 0,2431 mol arany mellett 23,33 g, vagyis 1,458 mol oxigén található, a két atom anyagmennyiség-aránya 1:6. Feltételezve, hogy az oxoanion XO_4^{y-} képletű, a keresett ismeretlen elem (X) és az O-atomok anyagmennyiség aránya 1:4, vagyis a vizsgált 100,0 gramm sóban lévő $(100 - 47,88 - 23,33) \text{ g} = 28,79 \text{ g}$ ismeretlen elem anyagmennyisége az O-atomok mennyiségének negyede, azaz 0,3645 mol. Ezek alapján a keresett elem moláris tömege $28,79 \text{ g} / 0,3645 \text{ mol} = 78,98 \text{ g/mol}$, mely érték megfelel a szelén moláris tömegének. Az oldatból kivált só képlete tehát – figyelembe véve a számítások során kapott anyagmennyiség-arányokat – $\text{Au}_2(\text{SeO}_4)_3$. Az oldás egyenlete:



A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 8,7 pont, hibátlan megoldást 7 tanuló küldött be. Teljes értékű megoldásként csak azokat fogadtuk el, ahol a felírt egyenlet mellett a megoldás számítással is alá van támasztva.

(Vörös Tamás)

K470. a) A tartályban kezdetben a $pV=nRT$ összefüggés alapján $n_0 = (101,3 \text{ kPa} \cdot 20,0 \text{ dm}^3) / (8,314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}) = 0,818 \text{ mol}$ argon volt. Az $1100 \text{ }^\circ\text{C}$ -on történő hőbomlást követően összesen $n_1 = (208,3 \text{ kPa} \cdot 20,0 \text{ dm}^3) / (8,314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}) = 1,681 \text{ mol}$ gáz volt a tartályban, mely az Ar mellett $1,681 \text{ mol} - 0,818 \text{ mol} = 0,863 \text{ mol}$, a hőbontás során keletkező gázt tartalmazott. A keletkezett gáz tömege $100,0 \text{ g} - 62,02 \text{ g} = 37,98 \text{ g}$, moláris tömege $37,98 \text{ g} / 0,863 \text{ mol}$, azaz $44,0 \text{ g/mol}$. Ez a gáz a CO_2 . A karbonátok hevítése során távozhat szén-dioxid, a kiindulási vegyület feltételezhetően vas(II)-karbonát volt, a hevítés egyenlete: $\text{FeCO}_3 = \text{FeO} + \text{CO}_2$. A keletkezett $62,02 \text{ gramm}$ FeO anyagmennyisége $0,863 \text{ mol}$, éppen annyi, mint a fejlődő szén-dioxidé, azaz valóban az előbbi folyamat játszódott le.

b) A $730 \text{ }^\circ\text{C}$ -os hevítést követően szintén $1,681 \text{ mol}$ gáz volt a tartályban, melyből a hevítés során keletkezett $0,863 \text{ mol}$ gázelegy, ennek átlagos

moláris tömege $(100,0 - 66,62) \text{ g} / 0,863 \text{ mol} = 38,68 \text{ g/mol}$. Feltételezhető, hogy ez egy CO – CO₂ elegy, melyre felírható az $x \cdot 28 + (1 - x) \cdot 44 = 38,68$ összefüggés, ahol $x = 0,333$. Tehát a gázelegy 33,3 n/n% CO mellett 66,7 n/n% CO₂-ot tartalmaz, a két gáz anyagmennyiség-aránya 1:2. Ezek alapján a 730 °C-on lejátszódó bomlás egyenlete: $3 \text{ FeCO}_3 = \text{CO} + 2 \text{ CO}_2 + \text{Fe}_3\text{O}_4$. Kiszámítható, hogy az előbbi reakcióegyenlet szerint a 100 g vas(II)-karbonátból valóban 66,62 gramm Fe₃O₄ keletkezik.

c) A tartály tartalma a harmadik kísérletben 0,818 mol levegő volt kiinduláskor, melynek 21,0 %-a, azaz 0,172 mol volt O₂, a maradék 0,646 mol pedig N₂. Levegőben történő hevítés során a kiindulási vegyület vastartalma Fe(III)-oxidá, széntartalma szén-dioxidá oxidálódik, a lejátszódó reakció: $2 \text{ FeCO}_3 + 0,5 \text{ O}_2 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2 \text{ CO}_2$. 20,00 gramm kiindulási anyag anyagmennyisége 0,173 mol, melyből ugyanekkora anyagmennyiségű CO₂ keletkezik és a folyamat során elfogy 0,0432 mol O₂. A reakció végén a tartályban lévő gáz anyagmennyisége 0,646 mol N₂ + 0,173 mol CO₂ + 0,129 mol O₂, azaz összesen 0,948 mol.

Ennek nyomása 25 °C-on a $pV = nRT$ összefüggés alapján $(0,948 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}) / 20,0 \text{ dm}^3 = 117 \text{ kPa}$. A tartályban maradt szilárd anyag 0,0863 mol Fe₂O₃, melynek tömege 13,8 gramm.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 7,4 pont, hibátlan megoldást Vékony Zalán és Simon Dániel János küldött be. Néhány esetben a felírt egyenleteket a megoldók számítással nem támasztották alá, ezeket nem fogadtuk el teljes értékű megoldásként.

(Vörös Tamás)

K471. a) Az 5 dm³ vér 60%-a, azaz 3 dm³ vérplazma, melyben a kloridion koncentrációja 0,113 – 0,116 mol/dm³. Ez alapján a vérplazmában lévő kloridion mennyisége 0,339 – 0,348 mol, tömege 12,0 – 12,4 gramm.

b) Az a) feladatrészben kapott 12,0 – 12,4 gramm a 95 grammnak 12,6 – 13,1%-a.

c) A fiziológiás sóoldat sűrűségét 1,0 g/cm³-nek véve 1 dm³, azaz 1000 cm³ ilyen oldat tömege 1000 g. Ebben van oldva 8,7 g, azaz 0,149 mol NaCl, az összes oldott ion mennyisége ennek kétszerese, vagyis 0,298 mol. Tehát az összkoncentráció 298 mmol/dm³. Mivel ál-

landó T esetén $p_{\text{ozmózis}}$ egyenesen arányos az ionok összkoncentrációjával, ezért elegendő azt megvizsgálnunk, hogy a sejtplazma 4 – 5 mmol/dm³-es kloridion koncentrációja a fenti érték hány százaléka. Ez az érték $(4/298 - 5/298) \cdot 100\%$, azaz 1,3 – 1,7%.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 8,9 pont, hibátlan, szép megoldást Bencze Kinga és Gáspár Réka küldött be. Néhány esetben a megoldók a fentiekben megadott értéktartományok átlagát adták meg válaszként, ezt is teljes értékű megoldásként fogadtuk el.

(Vörös Tamás)

K472. a) A dodekaédert 12 db szabályos ötszöglap alkotja, összesen 20 csúcsa van. Jelölje Z_A az A, Z_B a B atomok rendszámát és egyben elektronszámát is. Ekkor a dodekaéder egy lapjára felírható, hogy $5Z_A + Z_B = 334$. A teljes test 20 db A és 12 db B atomot tartalmaz, a 6 negatív töltéssel együtt ez összesen 1974 elektront jelent, azaz felírható, hogy $20Z_A + 12Z_B + 6 = 1974$. A két egyenlet megoldása $Z_A = 51$ és $Z_B = 79$, tehát az A jelű atom az antimon, míg a B jelű atom az arany. Az anion vázát 20 db Sb-atom és 12 db Au-atom alkotja, összegképlete $\text{Sb}_{20}\text{Au}_{12}^{6-}$.

b) Az ábrán látható szerves vegyület összegképlete $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_6\text{N}_2$, egy káliumionnal együtt a moláris tömege 415,57 g/mol. Az a) feladatrészen kapott anion moláris tömege 4798,64 g/mol, melyet kivonva a kérdéses vegyület moláris tömegéből $(6915,64 - 4798,64)$ g/mol = 2117 g/mol adódik. Ez x mol, káliumiont is magában foglaló $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_6\text{N}_2$ és a fém-fullerén belsejében lévő ion moláris tömegének (M_{Me}) az összege. Ez alapján felírható, hogy $415,57x + M_{\text{Me}} = 2117$. Ebből $x = 5$ esetén adódik kémiailag helyes megoldás, ekkor $M_{\text{Me}} = 39,1$ g/mol, ami a kálium moláris tömege, tehát a keresett ion a káliumion.

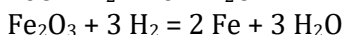
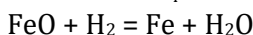
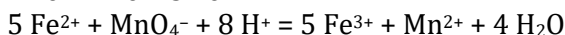
c) Az ion magas szimmetriája ellenére több szempontból is túlzó a fém-fullerén elnevezés, például: az aniont nem csak egyféle atom alkotja; töltéssel rendelkező részecske, nem molekula; tartalmaz a szerkezeti vázon belül további iont. Az antimon pedig valójában egy félfém.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 9,3 pont, hibátlan, szép megoldást küldött be Takách Máté, Molnár Kristóf István és Simon Dániel János. Az a) feladatrészen egy-egy számolási hiba, illetve hi-

básan felírt egyenlet ellenére is sikerült megtalálni a megoldóknak a kérdéses elemeket. A feladat b) része a nagy moláris tömegek miatt érzékeny a kerekítésre, a kation azonosításában ez azonban nem okozott gondot. A feladatban szereplő „fém-fullerén”-nel kapcsolatos cikk 2023 novemberében jelent meg a Science folyóiratban „An all-metal fullerene: [K@Au₁₂Sb₂₀]⁵⁻” címmel.

(Vörös Tamás)

K473. a) A lejátszódó reakciók:



b) A kiindulási porkeverék összetétele:

$$n(\text{Fe}) = 3,956 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n(\text{FeO}) = 2,290 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 5,298 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

A hidrogénfejlődésért az az elemi vas a felelős, amely a szinproporciós reakció után megmarad. A keletkező H₂ anyagmennyisége ezzel egyenlő:

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Fe}) - n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 3,426 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

A képződő gáz térfogata standard légköri nyomáson és 25 °C-on tehát 838 cm³.

A kénsavas oldás végén a minta teljes vastartalma Fe²⁺ formában lesz jelen; az összanyagmennyiség:

$$n(\text{Fe}^{2+}) = 7,305 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

A titrálás során ezzel reagál:

$$n(\text{MnO}_4^-) = \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{20} \cdot n(\text{Fe}^{2+}) = 7,305 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

A várható fogyás tehát 37,27 cm³.

A hidrogénes redukcióban keletkező víz anyagmennyisége

$$n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{FeO}) + 3n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 3,879 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

A gázmosó várt tömegnövekedése tehát 0,6988 g.

c) Az adatokból elvileg felírható egy egyenletrendszer. Jelölje x , y és z rendre az Fe, az Fe^{2+} és az Fe^{3+} anyagmennyiségét.

$$x + y + z = 7,305 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \quad (1)$$

$$y + 1,5z = 3,879 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \quad (2)$$

$$x - 0,5z = 3,426 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \quad (3)$$

$$x \cdot M(\text{Fe}) + y \cdot M(\text{FeO}) + 0,5z \cdot M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 4,700 \text{ g} \quad (4)$$

Ha alaposan szemügyre vesszük, akkor rá kell jönnünk, hogy valójában csak két független egyenletünk van. Az könnyen látható, hogy a (3) egyenlet az (1) és (2) különbsége, tehát azoktól nem független.

A hidrogénes redukcióval keletkező víz mennyisége a minta oxigéntartalmát mutatja meg, míg a titrálásból a minta teljes vastartalma adódik. Ennek a kettőnek az összege nyilvánvalóan a minta teljes tömege, tehát a (4) egyenlet nem független az (1) és (2) egyenletektől.

Végeredményben tehát az egyenletrendszer nem oldható meg: a minta összetételét nem lehetne meghatározni a fejlődő hidrogéngáz, a titrálásra fogyott permanganát és a hidrogénes redukcióban keletkező víz tömegéből.

d) Mivel a permanganát a kloriddal is reakcióba lép, a permanganátos titrálás során nagyobb fogyást kaptunk volna.

A feladat nem bizonyult egyszerűnek. A b) feladatrészben annak felismerése okozott problémát, hogy a kénsavas oldás végén a minta teljes vastartalma Fe^{2+} formában lesz jelen. A c) feladatrészben pedig egyedül Molnár Kristóf István ismerte fel, hogy nincs három független egyenletünk a háromismeretlenes egyenletrendszer megoldásához.

(Zagyi Péter)

K474. Jelölje M a keresett vegyület moláris tömegét! A $7,000 \text{ g/dm}^3$ -es oldat anyagmennyiség-koncentrációja $7,000/M \text{ mol/dm}^3$, benne az egyensúlyi H^+ és anion (A^-) koncentráció $3,273 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$, míg a disszociálatlan molekulák (HA) egyensúlyi koncentrációja $(7,000/M - 3,273 \cdot 10^{-3}) \text{ mol/dm}^3$. A pontosan 3-as pH-jú oldat esetén az egyensúlyi koncentrációk: $[\text{H}^+] = [\text{A}^-] = 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$, valamint $[\text{HA}] = (7,000/M/9,865 - 10^{-3}) \text{ mol/dm}^3$. Mivel a savállandó értéke a két oldat esetén azonos, felírható a következő összefüggés:

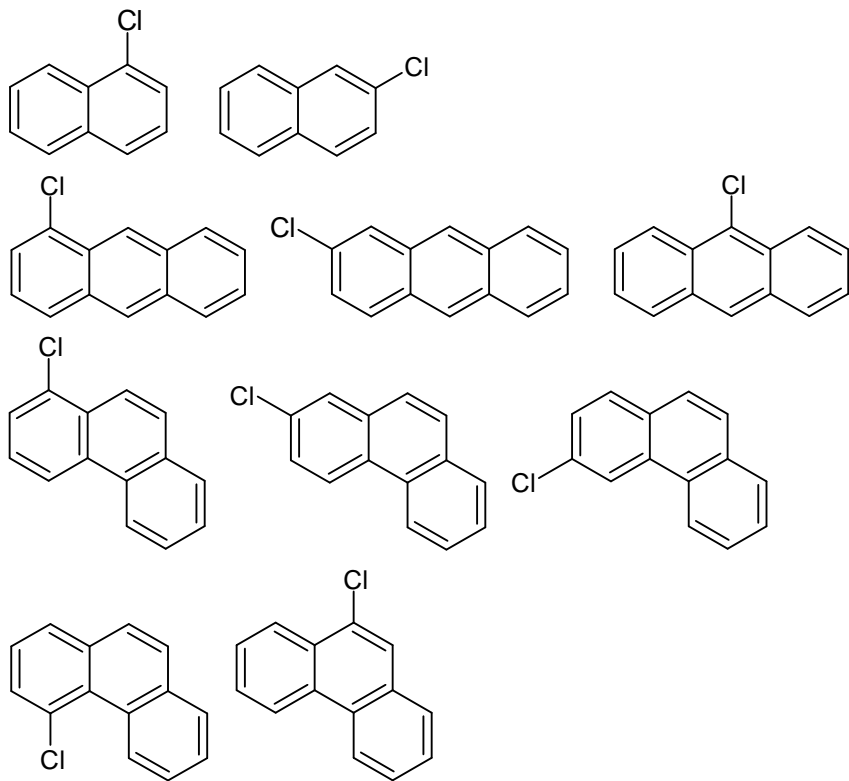
$$(3,273 \cdot 10^{-3})^2 / (7,000 / M - 3,273 \cdot 10^{-3}) = (10^{-3})^2 / (0,7096 / M - 10^{-3})$$

Ebből $M = 80,8$ g/mol adódik, az anion moláris tömege ez alapján 79,8 g/mol. Ez jó közelítéssel a Br moláris tömege, azonban a HBr erős sav, tehát ez nem lehet megoldása a feladatnak. Ezek szerint az anion tartalmaz hidrogént, képlete HSe^- , míg a keresett vegyület a H_2Se .

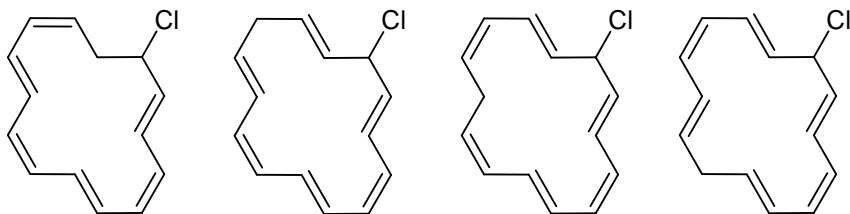
A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 9,5 pont, a beküldők többsége helyesen oldotta meg a feladatot. Többen azt is ellenőrizték, hogy a feladat adatai alapján kapott savállandó megfelel a H_2Se irodalmi K_s értékének.

(Vörös Tamás)

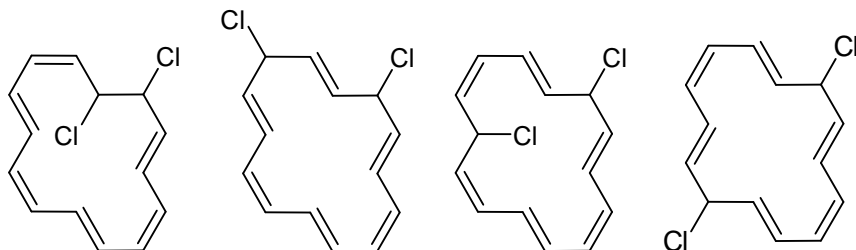
K475. a) A naftalin esetén 2, az antracén esetén 3, a fenantrén esetén 5 monoklór-származék létezik:



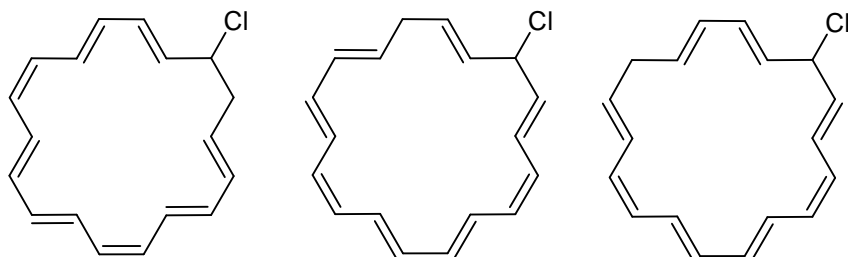
b) A kérdéses cikloalkapoliének konjugált rendszerek, ami az addíciós reakciókban is megnyilvánul. Nem csak 1,2 helyzetű addíció lehetséges ugyanis, hanem 1,4-, 1,6-, 1,8- stb. addíció is. Ennek megfelelően a ciklotetradekaheptaén esetén elvileg a következő termékek várhatók a HCl-addícióban:

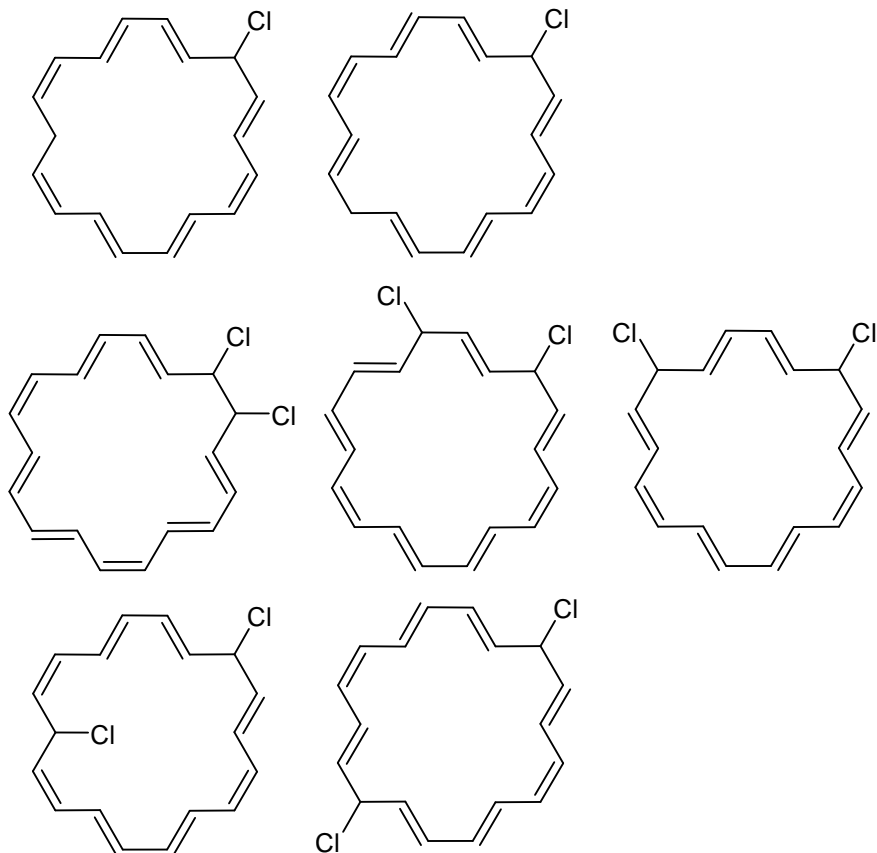


A klóradddícióban pedig ezek:



A ciklootadekanonaén esetén a várható termékek:



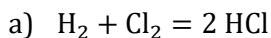


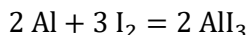
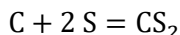
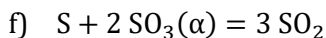
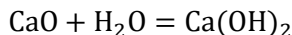
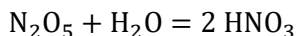
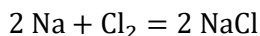
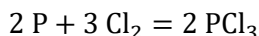
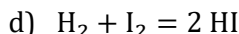
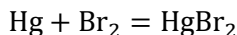
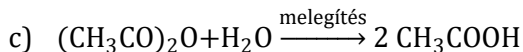
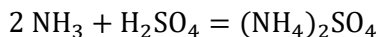
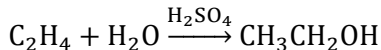
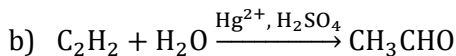
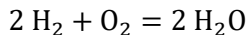
(Jegyezzük meg, hogy ezek csak elméleti megfontolások, ugyanis a szakirodalomban egyik cikloalkapolién esetén sem találunk HCl vagy Cl₂ addícióról szóló információkat.)

Az a) feladatrésze a megoldók nagy többsége hibátlan választ adott, a b) feladatrészen viszont senki nem gondolt arra, hogy a konjugált szerkezet miatt elvileg nem csak 1,2-addíció lehetséges.

(Zagyai Péter)

H396.





A c) kérdésnél látható első reakció az ecetsav-anhidrid hidrolízise. Az utolsó kérdésben szereplő $\text{SO}_3(\alpha)$ a kén-trioxidnak, egy polimer módosulatát jelöli. Ebben, és az e) kérdésnél szerepelő nagyon hasonló reakcióban melegítés hatására egy egyensúlyi reakcióban a kén-trioxidból oxigén és kén-dioxid keletkezik. Az egyensúlyt a kénnel elreagáló oxigén mennyiségének csökkenése tolja el.

A figyelmes olvasó észrevehette, hogy egy részkérdésre nem írtunk példát. Ez a két folyadék reakciójából egyetlen gáz halmazállapotú termékhez vezető reakció volt. A hiány oka, hogy sem a versenyzőknek, sem pedig a példamegoldás készítőjének nem sikerült megfelelő reakciót találnia.

A 18 rész kérdés közül 15-re kellett megfelelő példát mutatni a tíz pont megszerzéséhez. Ez sokaknak sikerült, így az átlagpontszám alig maradt el a kilenc ponttól.

(Ficsór István Dávid)

H397. a) Az égés magas hőmérsékletű gázelegyet hoz létre, aminek nagyobb a térfogata, mint az eredeti hideg gázé. A nagyobb térfogatú gáz létrejötte az egyik végén zárt csőben „megtolja” a lángfrontot, emiatt lesz nagyobb a lángterjedés sebessége ebben az esetben.

b) A levegő összetétele 21% O_2 és 79% N_2 , tehát az $O_2 - N_2$ mólarány 1:3,76. Az égés bruttó egyenlete: $C_2H_6 + 3,5 O_2 = 2 CO_2 + 3 H_2O$. Egy mól etán sztöchiometrikus égése esetén az eredeti elegy összetétele 1 mól C_2H_6 , 3,5 mól O_2 és 13,17 mól N_2 (összes mólszám 17,67), az égés után pedig 2 CO_2 , 3 H_2O és 13,17 mól N_2 (összes mólszám 18,17).

Az ideális gáz egyenlete alapján teljesül a $p_1V_1 = n_1RT_1$ és $p_2V_2 = n_2RT_2$, ahol az 1 és 2 indexek a lángfront előtti illetve utáni gázelegyre vonatkoznak. A lángfront előtt és után a nyomás ugyanakkora, tehát $p_1 = p_2$. Ennek következtében $n_1RT_1 / V_1 = n_2RT_2 / V_2$, azaz $V_2 = (n_2 / n_1)(T_2 / T_1)V_1$.

Egy A keresztmetszetű csőben, v sebességű lángfront hatására t idő elteltével $V_1 = vAt$ térfogatú hideg gáz alakul át és $V_2 = (n_2 / n_1)(T_2 / T_1)vAt$ térfogatú forró gáz keletkezik. Mivel a lángfront mindig a forró gázelegynek a cső nyitott vége felé eső végén van, a lángfront terjedési sebessége $v_2 = (n_2 / n_1)(T_2 / T_1)v$. A példában leírt esetben

$$v_2 = (18,17/17,67) (2200/300) 0,38 \text{ m/s} = 2,87 \text{ m/s.}$$

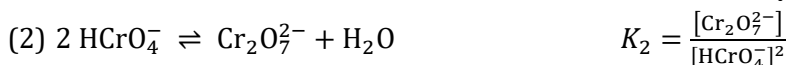
A feladatra egyedül Viczko Csaba Péter adott teljes és pontos megoldást. Rajta kívül még többen helyesen értelmezték, miért terjed a láng gyorsabban, ha a cső zárt végénél gyújtjuk be a gázelegyet.

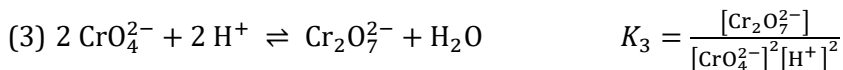
(Turányi Tamás)

H398. a) Figyelembe véve, hogy a dikromácionok két, a másik két vizsgált ion egy-egy krómatomot tartalmaz, az összes krómtartalom a következő egyenlettel írható fel:

$$[Cr]_{\text{össz}} = [HCrO_4^-] + [CrO_4^{2-}] + 2[Cr_2O_7^{2-}]$$

Az egyes specieszek közt páronként a következő egyensúlyi állandókkal jellemezhető egyensúlyi reakciók teremtenek kapcsolatot:





Látható ugyanakkor, hogy a 3 reakció nem független egymástól, egyensúlyi állandók között a következő összefüggés teremt kapcsolatot:

$$K_3 = \frac{K_2}{K_1^2}$$

(Természetesen mindhárom reakció elfogadható a reaktáns és a termékoldal megcserélésével történő felírásban is. Ekkor az egyensúlyi állandók kifejezései az előbb felírt törtek reciprokaira változnak.)

b) Az elválasztó vonalak mindig ahhoz az egyensúlyi állandóhoz tartoznak, mely az elválasztó vonal két oldalán lévő két speciesz közt teremt kapcsolatot. Ez könnyen látható, ha belegondolunk abba, hogy az elválasztó vonal egyik oldalán az egyik, másik oldalán a másik vizsgált speciesz van jelen legnagyobb mértékben, így határesetben, azaz a határoló vonalon a koncentrációknak éppen meg kell egyeznie. Így a K_1 állandóhoz a zöld, a K_2 állandóhoz a piros, a K_3 állandóhoz pedig a kék elválasztó vonal tartozik.

A feladatban szereplő diagram segítségével mindhárom egyensúlyi állandó értéke megbecsülhető. Ehhez célszerű azt a pontot tekintenünk, ahol a három határoló vonal találkozik. Az előző bekezdésben írt megfontolás szerint itt páronként megegyezik bármely két vizsgált krómtartalmú ion koncentrációja, következésképpen mindhárom koncentrációja megegyezik. Legyen ez a koncentráció:

$$c = [\text{HCrO}_4^-] = [\text{CrO}_4^{2-}] = [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]$$

Ezt beírva az összes krómtartalmat kifejező egyenletbe:

$$[\text{Cr}]_{\text{össz}} = [\text{HCrO}_4^-] + [\text{CrO}_4^{2-}] + 2[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = c + c + 2c = 4c$$

A diagram alapján a három határoló vonal metszéspontjában $\text{pCr}=1,5$, $\text{pH}=5,9$ (a javítás során tetszőleges 1,4 és 1,6 közötti, valamint 5,8 és 6,0 közötti értéket elfogadtunk). Ez alapján:

$$[\text{Cr}]_{\text{össz}} = 10^{-1,5} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 0,0316 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}, \text{ innen } c = \frac{0,0316 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}{4} = 0,00791 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-5,9} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 1,26 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Ezen értékeket az a) feladatrészben felírt egyensúlyi állandók kifejezésébe behelyettesítve, azok becült értéke kiszámítható:

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{CrO}_4^{2-}]}{[\text{HCrO}_4^-]} = \frac{[\text{H}^+] \cdot c}{c} = [\text{H}^+] = 1,3 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$K_2 = \frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{[\text{HCrO}_4^-]^2} = \frac{c}{c^2} = \frac{1}{c} = 130 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}$$

$$K_3 = \frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{[\text{CrO}_4^{2-}]^2[\text{H}^+]^2} = \frac{c}{c^2 \cdot [\text{H}^+]^2} = \frac{1}{c \cdot [\text{H}^+]^2} = \frac{K_2}{K_1^2}$$

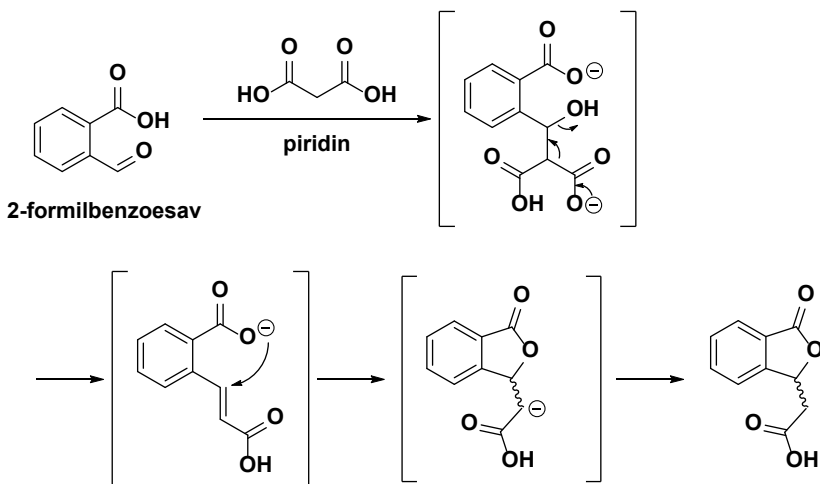
$$= 8,0 \cdot 10^{13} \frac{\text{dm}^9}{\text{mol}^3}$$

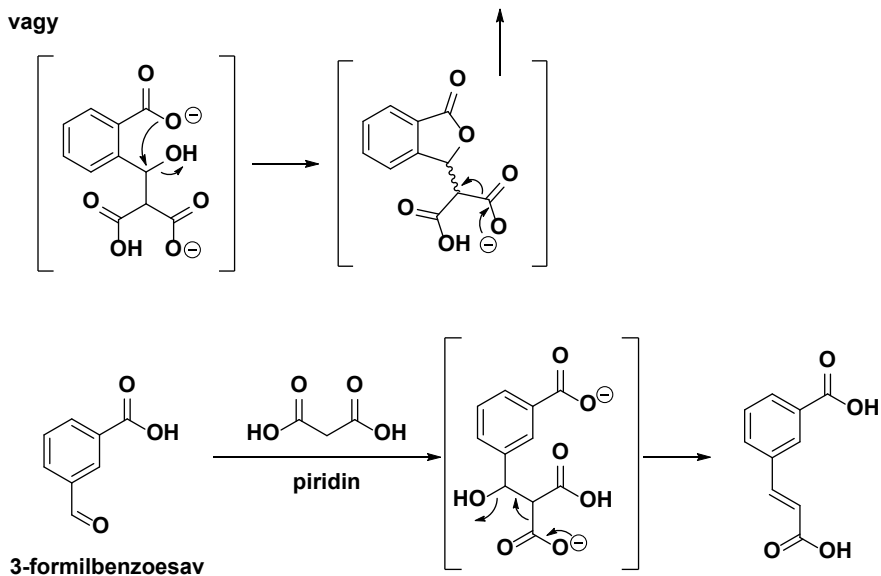
(Amennyiben valaki az a) feladatrészben az egyes reakciókat a reaktáns és a termékoldalt felcserélve írta fel, úgy az itt feltüntetett egyensúlyi állandók reciprokait kapta. Ez a megoldás is teljes értékű.)

A feladat a) része nem okozott gondot a versenyzőknek, itt az átlagpontszám 3,81 pont volt a maximális 4 pontból. A b) rész már fejlődést okozott néhány versenyzőnek, itt az átlagpontszám 4,00 volt a maximális 6 pontból. Így összességében az átlagpontszám 7,81 lett.

(Csorba Benjámint)

H399. A feladatban szereplő két reakció és mechanizmusuk a következő (a végtermékek utólagos savanyítás után értendők):



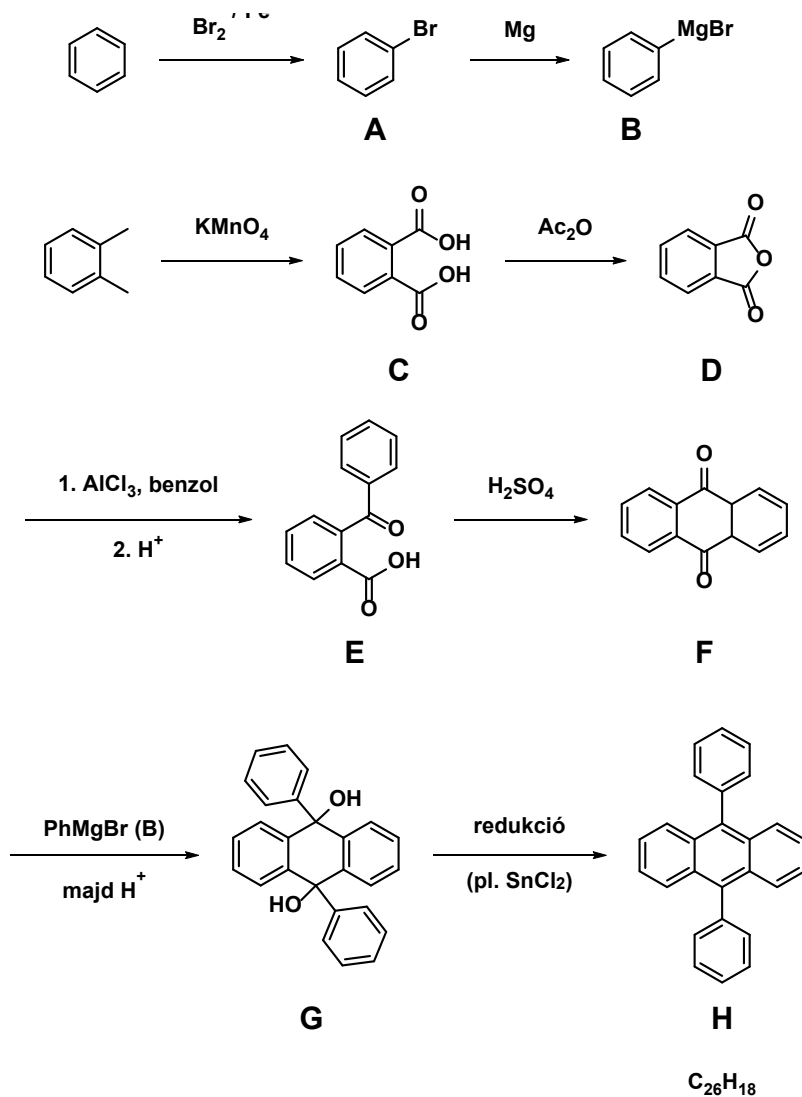


Mindkét kiindulási anyag esetén megfigyelhetünk egy azonos reaktivitást: egy Knoevenagel-kondenzáció megy végbe Doebner módosítása szerint, ahol dekarboxilezés kíséri a kondenzációt. Mindkét esetben valószínűleg az *E* konfigurációjú kettőskötés képződése a kedvezményezett. Ezután azonban a 2-formilbenzoosav tovább képes reagálni oxa-Michael addíciós reakcióban a képződő elektronszegény kettőskötés és a karboxilcsoport oxigénatomjának kellő térbeli közelsége miatt. Ugyanezen vegyületnél azonban alternatív mechanizmusként a hidroxilcsoport közvetlen szubsztitúciója és az utólagos dekarboxileződés is kellően logikus útvonal, a kettő közt igazságot csak alapos mechanizmusvizsgálattal lehetne tenni.

Többen megálltak a feladatban azon a ponton, ahol még szerves kémiai értelemben nem különböztek jobban a termékek, mint a kiindulási anyagok. Ahogy a számolási feladatoknál annak menete, úgy szerves kémiai feladatoknál a mechanizmus felrajzolása teszi igazán átláthatóvá a megoldást, és néha a hibás szénatomszámok elkerülésében hasznos, legközelebb célszerű erre jobban figyelni.

(Szobota András)

H400. A feladatban szereplő reakcióséma a következő:



A benzol először aromás elektrofil szubsztitúciós reakcióban brómbenzollá (**A**) alakul, amelyből magnézium hozzáadásával fenilmagnéziumbromidot (**B**) képzünk (fenil Grignard-reagens). Az orto-xilolt kálium-

permanganáttal erőteljes oxidációban ftálsavvá (**C**) alakítjuk, majd ecet-savanhidridet, mint vízelvonószert használva ftálsav-anhidridet (**D**) állítunk elő. Ezt Fridel-Crafts-reakcióban reagáltatjuk benzollal. Az ilyen körülmények között csak egyszeres acileződést (**E**) követően erősen savas közegben további kondenzációra bírjuk a terméket, így antrakinont (**F**) előállítva. Utóbbit 2 ekvivalens **B** reagenssel reagáltatva kapjuk **G** tercier alkohol származékot. Redukcióval ebből végül a stabil, kiterjedt aromás rendszerrel rendelkező 9,10-difenilantracént (**H**) állítjuk elő, ami például világítórudakban használható festékként.

A feladatot a legtöbben kiválóan meg tudták oldani. Apró figyelmetlenségként többször előfordult az antracén aromás rendszerének félrerajzolása.

(Szobota András)

KERESD A KÉMIÁT!

Szerkesztő: *Keglevich Kristóf*



Kedves Diákok!

Elérkezett a 2023/2024-es tanév utolsó fordulója. Szerves és fizikába hajló általános kémia kerül most terítékre. Az e lapszámban közölt idézetekhez kapcsolódó megoldásokat az eddigiekhez hasonlóan a <http://kokel.mke.org.hu> honlapon keresztül küldhetitek be.

Beküldési határidő: 2024. május 2.

Az új feladatok kitűzése után a 2023. évi 5. számban szereplő feladatokhoz kapcsolódó kérdések megoldásai olvashatóak javítási és ismeretterjesztő szándékkal.

Sikeres munkát, jó versenyzést kívánunk mindenkinek!

9. idézet: a tejsav (15 pont)

„Tejsav vagy gyanta, valami kitermelődött izomlázból, sebekből, sárból, hóból, létünk gyalázatából és csodáiból; valami kenyérízű, ami nélkül most már nehéz volna meglenni.”

(Ottlik Géza: Iskola a határon [1959])

Kérdések:

- Nézz utána, milyen halmazállapotú a tejsav standard nyomáson és 25 °C hőmérsékleten! Miért nem triviális ez a kérdés?
- Említs három különböző természetes (biológiai vagy konyhai) folyamatot, amely során tejsavas erjedés játszódik le!
- A tejsav régi neve α -hidroxipropánsav. Mit jelent a névben szereplő 'α' betű? Mi a tejsav modern neve?

A tejsavmolekula 'α'-szénatomjához négy különböző ligandum kapcsolódik, a részecske királis.

- d) Hány optikai izomerje van? Ezek közül hány képződik az említett biokémiai folyamatok során?
- e) Írd fel egy olyan reakció egyenletét, amelyben a tejsav prokirális molekulából keletkezik! *(A prokiraliás fogalmával az előző feladatsorban foglalkoztunk a József Attilával és Kajtár Mártonnal kapcsolatos feladatban.)*

A tejsavból származtatható polimert, a politejsavat (PLA) növényi keményítőtől (pl. kukorica, cukornád feldolgozása során keletkező hulladék) kiindulva állítják elő. A keményítőt hidrolizálják, majd a képződő glükózt biológiai úton, szelektíven tejsavvá erjesztik. A tejsavból 200 °C körüli hőmérsékleten kénsav és különféle fémvegyületek jelenlétében képződik a tejsav.

- f) Mi a kénsav szerepe a politejsav létrejöttében? Milyen típusú ez a reakció? A tejsavmolekula mely részei felelősek a reakcióért?
- g) Hozz három példát, milyen tárgyak készíthetők politejsavból! Használata mely tulajdonsága miatt került előtérbe?

(Keglevich Kristóf)

10. idézet: hidrogén, metán, felhajtóerő és léghajó (15 pont)

„– Hogyan kell felfújni a léggömböt, Mr. Scoresby?

– Kétféleképpen. Kénsavat öntök vasreszelékre, ezáltal hidrogén képződik. A kibocsátott gázzal fokozatosan megtöltöm a léggömböt. A másik módja, hogy földgázszelőlő lyukat kell keresni egy tűzbánya mellett. Rengeteg gáz meg kőolaj van a föld alatt. Szükség esetén fejleszthetek gázt kőolajból, sőt akár szénből is; gázt fejleszteni nem nehéz. De a leggyorsabb, ha földgázt használok. Egy jó szelelőlyukból egy óra alatt meg lehet tölteni a ballont.

– Hány embert tudna vinni?

– Szükség esetén akár hatot.”

(Philip Pullman: Az Úr sötét anyagai 1. Északi fény (1995) – Borbás Mária ford.)

Kérdések:

Tételezzük fel, hogy a földgáz és a ballont körülvevő levegő összetétele 79,0 V/V% N_2 és 21,0 V/V% O_2 , nyomása 1 bar = 100 kPa, hőmérséklete pedig +25,0 °C.

- a) Számold ki, hány m^3 térfogatúnak kell lennie a ballonnak, ha a töltőgáz hidrogén! Vegyük úgy, hogy a léghajó tömege (a selyemburkolat, a kosár, a felszerelés és hat ember együttesen) 1000 kg.
- b) Milyen eredményre vezet az előző számolás, ha a töltőgáz földgáz (tisztá metán)?

Segítség az a) és a b) kérdéshez: érdemes kiszámolni a hidrogénnek, illetve a metánnak a levegőnél kisebb sűrűségéből adódó moláris „emelőerejét”, azaz a levegőben rá ható felhajtóerőt.

- c) Hogyan módosul a hidrogénnel, illetve metánnal töltött ballon térfogata, ha a változatlan nyomású levegő hőmérséklete $-20,0$ °C ?
- d) Előfordulhat, hogy Mr. Scoresby-nek lakatlan helyen kell leszállnia. Mekkora tömegű vasreszeléket és 98,0 $m/m\%$ kénsavat kell magával vinnie, hogy a teljesen leeresztett ballont újra meg tudja tölteni hidrogénnel? Írd fel a reakció egyenletét is! Lehetséges, hogy Mr. Scoresby-nek a leszállás helyén talált patak, folyó vagy tó vizét is használnia kell a tömény kénsav hígításához.
- e) A legújabb holdbázis-tervek szerint a Holdon létesítendő kupolában 1 bar = 100 kPa nyomású, +25 °C hőmérsékletű levegő lesz, és a nagy terheket hidrogénes léggömbökkel mozgatják majd. Mennyivel nagyobb léggömböt kell alkalmazni ott egy tonna teher felemeléséhez, mint a Föld felszínén, figyelembe véve, hogy a Hold felszínén a nehézségi gyorsulás csak $1,62 m \cdot s^{-2}$?
- f) Mr. Scoresby azt mondta, hogy „szükség esetén fejleszthetek gázt ... akár szénből is.” A legegyszerűbb módja gáz fejlesztésének szénből kiindulva, ha izzó szénen vízgőzt vezetnek át. Régen ilyen módon állították elő a városi gázvezetékbe táplált „vízgázt”. Milyen kémiai reakciók játszódnak le ilyenkor? Mennyire jó ballontöltő gáz a vízgáz?

(Turányi Tamás)

A 2023/5. számban kitűzött feladatok megoldása

4. feladat: a kálium-nitrát (17 pont)

Ha a ház fala az elégtelen szigetelés miatt vizesedik, és a víz elpárolog, a benne oldott ásványi anyagok kikristályosodnak a falon („sóvirágzás”). A magas páratartalom és a nitrogéntartalmú sók ideálisak a gombák és a penész elszaporodásához. A **falak salétromosodása** dohos szagot eredményez, illetve a vakolat/festék leesését vagy a csempe megrepedését. A folyamat során természetesen nem vegytiszta kálium-nitrát keletkezik, a (káli)salétrom (KNO_3) mellett egyéb vegyületek, pl. chilei salétrom (NaNO_3), mészsálétrom ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) is létrejöhetnek.

A kálium-nitrát a **vízben való endoterm oldódás** egyik példavegyülete. Az endoterm oldódás feltétele, hogy az adott vízdoldékony anyag rácsenergiája nagyobb legyen, mint részecskéi hidratációs energiája összegének abszolút értéke. (Nem elégséges kikötni, hogy a rácsenergia a hidratációs energiánál nagyobb legyen, hiszen ez mindig teljesül: a rácsenergia minden esetben pozitív előjelű, a hidratációs energia negatív.) Ilyenkor az oldat lehűl. Általában a nitrátok és az ammóniumsók, illetve a rokon vegyületek (pl. NH_4NO_3 , NH_4Cl , NH_2CONH_2) endoterm oldódásúak vízben. A sárga függvénytábla *Vegyületek oldáshője vizes oldatokban* c. táblázatában más endoterm oldódású anyagokat is találunk, ám a feladatot beküldők által előszeretettel említett kalcium-klorid (CaCl_2) nem tartozik közéjük, ennek oldáshője 18°C -on -75 kJ/mol.

Mivel a salétrom könnyen bomlik oxigénre, a fekete (füstös) puszkapor egyik összetevője. A bomlás a laboratóriumban hevítéssel érhető el.



A kálium-nitrátot az élelmiszeriparban **konzerválószerként**, illetve **pácolószerként** (E252) használják a legnagyobb mennyiségben, a mezőgazdaságban pedig **műtrágyaként**.

A háztartásokban keletkező szennyvíztől vagy a túlzott műtrágyahasználattól nitráttal szennyezett vizek egészségügyi kockázatot jelentenek (habár manapság ezt egyesek vitatják). A nitrátszennyezés elsősorban azért veszélyes, mert a nitrátionból a szervezetben pl. baktériumok hatására **nitrition** (NO_2^-) jöhet létre. A nitrition – miként a nitrogén-monoxid (NO) is – a vér hemoglobinját (Fe^{2+}) methemoglobinná (Fe^{3+}) oxidálja, a szövetek **oxigénszállítása elégtelenné válik**. Ennek külső jele

a bőr kékes elszíneződése (kék bébi szindróma). A nitrátos víz elsősorban a kisbabákra veszélyes. A csecsemők szervezetében **kb. tíz hónapos életkorukra alakul ki a diaforáz enzim**, mely megakadályozza, hogy a nitrátion nitritté bomoljék le, illetve a csecsemők veséje még nem képes a nitrátionok gyors kiválasztására.

Érdekes módon számos zöldség, pl. a retek, spenót, magold, cékla, zeller és a rukkola jelentős, 2,5 g / kg-nál nagyobb mennyiségű nitrátot tartalmaz.

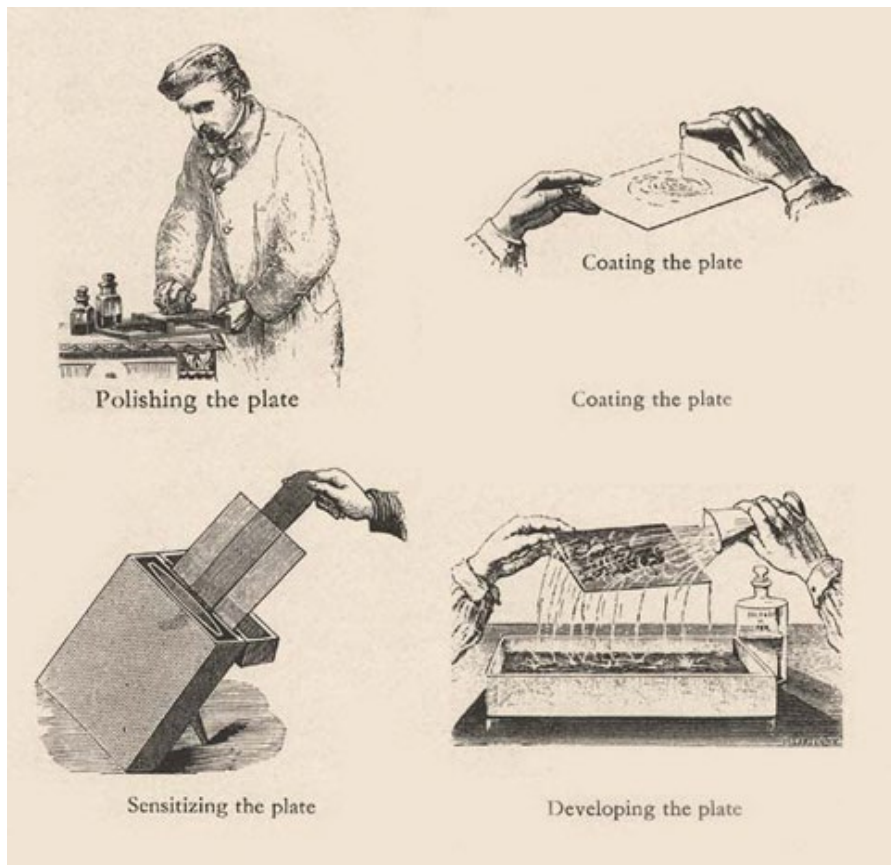
5. feladat: a lőgyapot és a kollódium (13 pont)

A lőgyapot és a kollódium is cellulóz-nitrát. A cellulóz-nitrátok készítésének lényege az, hogy a cellulózlánc hidroxilcsoportjait részben vagy teljesen észtereszítjük salétromsavval. A nitrált láncban található **étercsoport** (hiszen a cellulóz poliéter, azaz a glükózgyűrűk éteres oxigéneken keresztül kapcsolódnak, illetve a gyűrűkön belül is van étercsoport), **nitrát** (nitrátészter) **csoport** és valamennyi maradék **hidroxilcsoport**. A különbség: a lőgyapot majdnem **teljesen** észtereszített cellulóz-trinitrát, a kollódium pedig csak **részlegesen nitrált** cellulózzármazék (molekulánként maximum két hidroxilcsoport van nitrálva), jobban oldódik szerves oldószerekben.

Cellulóz-tetranitrát vagy pentanitrát nem létezik. A cellulóz β -D-glükóz-molekulákból áll. A glükóz-molekulának szabad állapotában 5 hidroxilcsoportja van. Amikor ezek a molekulák „összeállnak” a cellulóz láncává, két hidroxilcsoportjuk „használódik föl” a gyűrűk közötti éterkötések kialakításához, így glükózegységenként három marad szabadon. Ezért a cellulóz-trinitrát a legnitráltabb fajta cellulóz-nitrát, nevében a „tri” azt jelenti, hogy glükózonként három nitrátcsoport épült be.

A kollódiumot a fényképezés korai korszakában (1850-es évek) **fényérzékeny lemezek készítésére használták**. A képrögzítési technika lényege a következő volt: etil-alkohol és éter keverékében kollódiumot, illetve jodidsókat oldottak föl. Az oldatot egy üveglemezre öntötték fel. A művelet jellegzetes, nagy gyakorlatot igénylő mozdulattal történt, melynek hatására a folyadék spirálszerű mozgás útján borította be az üveget. Mikor kissé megszáradt, ezüst-nitrát-oldattal érzékenyítették. Ekkor jött létre a fényérzékeny anyag: az **ezüst-jodid**. Ezután még nedvesen a gépbe helyezték, exponálták, előhívták. A hívás is nedvesen történt pl.

vas(II)-szulfát-oldat használatával. A kép fixálása – mint a későbbi ezüst-bromid-alapú képek esetén is – nátrium- vagy ammónium-tioszulfát, esetleg kálium-cianid-oldattal történt. Az eljárásban a kollódium a kötőanyag szerepét játszotta. Az elkészült képet lakkal vonták be.



(https://inphoto.blog.hu/2015/01/23/torteneti_fotoeljarasok_kollodiumos_nedves_eljaras – az utolsó látogatás ideje 2024. március 3. volt.)

A fényképezésen kívül másra is használták / használják még a kollódiumot. Éteres és etil-alkoholos oldatához kámfort adva, majd az oldószert elpárologtatva jutottak a **celluloid film**hez (20. század első fele). Ez erősen gyúlékony volt, számos mozi (mozgóképszínház) katasztrófiája a vetítőteremben vette kezdetét azáltal, hogy lángra kapott a

filmszalag. A gyógyászatban **sebek elzárására** használták (mivel vékony hárttyát képez), ugyanakkor a sminkművészet is alkalmazza a mai napig **szimulált sebhelyek**, hegek létrehozására.

*

A 2023/5. szám beküldött megoldásai összességükben – meglepő módon – egymáshoz eléggé hasonlóan sikerültek. Ezt a kört másfél pont előnnyel Taschner Domonkos nyerte.

		4.	5.	Σ
1.	Csipkés Dorina (10.) Debreceni Csokonai Vitéz Mihály Gimnázium	14	9	23
2.	Kiss Gábor Imre (11.) Kecskeméti Református Gimnázium	14,5	9	23,5
3.	Kiss-Husza Iván (9.) Soproni Széchenyi István Gimnázium	13,5	10	23,5
4.	Taller Mátyás István (11.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	17	7	24
5.	Taschner Domonkos (10.) Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	15,5	10	25,5
6.	Vámi Ármin (10.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	15	9	24
7.	Zombory Réka (11.) Kecskeméti Református Gimnázium	15	8	23

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia németül

Szerkesztő: Horváth Judit

A rovat két korábbi fordulójának megoldását és javítását szokás szerint a 2024/3. számban közöljük az eredményekkel együtt.

Kémia angolul

Szerkesztő: Barabás Gergő

A rovat legutóbbi feladatait már igen kevés olvasó küldte be. Az ő munkájukat nagyon köszönjük, és természetesen jutalmazzuk is majd. Több feladatot a tanév során már nem tűzünk ki. A még meg nem jelent megoldások a végeredményekkel a következő számban jelennek meg.

MŰHELY



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

E-mail: tothzoltandr@gmail.com.

Bódi István József

Szerves vegyületek tanítása az UNO kártyajáték átalakításával

Irodalmi áttekintés

A játékok, ezen belül is a kooperációs készségeket fejlesztő társasjátékok a kémiatanítás módszertani eszköztárában is szerepet kapnak. Játékokban való részvétel során a tanulás olyan módon valósítható meg, hogy a diákok nem érzik a tradicionális oktatás nyomását, így tanárként „észrevétlenül” tudjuk tanulásukat támogatni (Balázs és mtsai, 2015). A társasjátékok kifejezetten alkalmasak egy adott témakör gyakorlására, illetve összefoglalására is. Emellett a játék módszere segít a kooperációs készségek fejlesztésében és a csoportidentitás kialakításában (N. Kollár és mtsai, 2017). Meglátásom szerint ezeken felül a játékok alkalmazása elősegíti az ismereti elemek elsajátítása mellett a tantárgyhoz, tanórához, illetve a pedagógushoz kapcsolódó attitűd fejlődését is. A kémiatanítás területén számos példáját ismerjük a társasjátékoknak. Ezek között szerepelnek a dominók, melyek két szélén különböző kémiával kapcsolatos állítások

egy-egy fele, vagy kémiai reakciók kiindulási anyagai és termékei szerepelhetnek. Ennek egy továbbfejlesztett változata a triminó (háromszög alakú dominó), melynek előnye, hogy megfelelően megtervezve és a diákok által helyesen megoldva a triminók egy felismerhető alakzatot alkotnak, leegyszerűsítve a megoldások elemzését és értékelését. Hasonló előnnyel rendelkeznek a keresztrejtvények, hiszen ez esetben a rejtvény megoldásának leolvasásából gyorsan értékelni tudunk (*Balázs és mtsai, 2015*). Külön elkészített eszközök nélkül is megvalósítható a társasjáték, például egy activity, vagy egy tabujáték. Ezen játékok előnye, hogy az adott feladat megoldása során a diákok anyanyelvi kompetenciáinak fejlődése előtérbe kerül, illetve eszköz- és erőforrásigényük is minimális. Ezen tekintetből a spektrum ellenkező oldalán található a táblajátékok, melyek a diákok számára kimagasló élményt nyújtanak, de számos esetben felhasználásuk korlátozott az adott témára. Ezen játékok általában a táblán kívül más játékelemeket is tartalmaznak, például figurákat, kockákat vagy kártyákat. Ilyenek például a „ki nevet a végén” típusú táblajáték mintájára készült „észbontó” és „képlettanulás táblajátékkal” játékok (*Balázs és mtsai, 2015*).

E. Triboni és munkatársa 2018-ban, *A Journal of Chemical Education*-ben egy (eredetileg portugál nyelvű) táblajátékról szóló cikket publikáltak, mely a szerves kémia témakörének tanításába integrálható. A szerzők a játék leírása és az ahhoz kapcsolódó tanulmány diszkussziója mellett több szempontból is összefoglalták a kémiatanítás során használható játékok szakirodalmát számos példával kiegészítve. A cikkben foglalt táblázatok tartalmazzák, hogy az adott játék mely kémiai terület témáját fedik le (általános kémia, szerves kémia stb.), a játék típusát (kockajáték, kártyajáték stb.), a játékosok számát, a tanulás mechanizmusát (begyakorlás, memorizálás, magasabb rendű gondolati műveletek), illetve azt, hogy mely létező játék szabályait veszi alapul. A cikkben található 1. táblázat összefoglalja azon játékokat, melyek kereskedelemben kapható, védjeggyel ellátott társasjátékok szabályain alapulnak, mint például az UNO, Tabu, vagy a Találd ki. A 2. táblázatban a hagyományos játékokon (pl. póker, dominó, torpedó) alapuló kémiai játékok találhatók. A 3. táblázat az előzőekhez képest egyszerűbb (pl. sorrendbe helyezés), míg a 4. táblázat bonyolultabb szabályrendszerrel rendelkező játékokat foglal össze. Az 5. táblázat a szerepjátékon alapuló publikációkat gyűjti össze.

Jelen tanulmányomban az UNO játékra alapozva terveztem kártyajátékot a szerves kémia, ezen belül is az alkánok homológ sorának és oxigéntartalmú analógiáik tanulásának megkönnyítése céljából. Az előzőleg említett szakirodalomban (*Triboni és mtsa*, 2018) egyetlen UNO-ra épülő játék hivatkozását találtam (*Martí-Centelles és mtsa*, 2014), mely a periódusos rendszer elemeinek megismerését segíti elő.

Módszertani diszkusszió

Egy olyan új játék megtervezésénél, mely létező játékon alapul, kritikus fontosságú megismerni az eredeti játék felépítését. Ennek érdekében a következőkben röviden összefoglalom az UNO szabályrendszerét.

Az UNO egy társas kártyajáték, mely akár tíz játékos számára képes felhőtlen szórakozást biztosítani. Eredeti 1971-es megjelenését követően (*Uno Rules*) számos verziója és módosulata jelent meg, így érdemes csak a hivatalos szabályrendszerre fókuszálni. Az UNO játék alapját színes kártyák képezik (piros, kék, zöld és sárga), melyeken 0-tól 9-ig számok vannak feltüntetve. A játék menete során a játékosok egy meghatározott sorrendben (például körben ülve az óramutató járásának megfelelően) a játéktér közepére, a legutoljára kijátszott kártyára helyeznek egy lapot oly módon, hogy annak színe, és/vagy száma megegyezzen az előzőleg kijátszott kártya színével és/vagy számával. Abban az esetben, ha az adott játékos kezében nincs ilyen lap, köteles húzni egy újabb lapot a ki nem játszott kártyák kupacából. Egy adott játékos addig marad a játékkörben, míg az utolsó kézben tartott lapját ki nem játszotta. A játék fontos eleme, hogy az ezen lap kijátszása előtti körben a játékosnak hangosan közölnie kell „UNO!” felkiáltással, hogy már csak egy lapja maradt, vagy ellenkező esetben 4 lapot köteles húznia. A játék nyertesét, illetve a dobogós sorrendet gyakran az alapján állapítják meg, hogy kinek fogyott el a kezéből az összes lap legelőször, majd másodjára, harmadjára, és így tovább. Érdekes módon nem ez a nyertesek megállapításának hivatalos szabálya, hisz eredetileg a játék több körön keresztül zajlik, és a nyertes az a játékos, aki a legtöbb pontot gyűjtötte össze (a kártyák pontértékei a játék szabályzatában megtalálhatók az *Uno Rules* weboldalán). Ennek ellenére úgy hiszem, hogy időben korlátozott helyzetekben, ahol csak 1-2 játék játszható, érdemes az egyszerűség kedvéért az előző rendszert alkalmazni. Ilyen helyzet lehet például egy tanóra is, amely időkereteihez kívánjuk igazítani a játékot. A számokat tartalmazó színes kártyákon kívül jelen

vannak a játék menetét izgalmasabbá tevő, egyedi szerepet betöltő lapok. Ezek rendre: az „ugorj” kártyák, melyek következő játékos körét átugorják, így megfosztva őt a kijátszási lehetőségtől; „fordulj” kártyák, melyek a kör menetét, azaz a játékosok sorrendjét megfordítják; és a „húzz kettőt” kártyák, melyek a körben következő játékos két lap felhúzására, illetve körük kihagyására kényszerítik, ezzel késleltetve győzelmét. A színes kártyákon kívül a játék részei olyan kártyák is, melyek akármilyen kártya után kijátszhatók. Ezek között szerepelnek a „joker” kártyák, melyek az előzőleg említett tulajdonsággal rendelkeznek; illetve a „húzz négyet, joker” kártyák, melyek ezen kívül 4 lap felhúzására (illetve a kör kihagyására) kényszerítik a körben következő játékos, de csak az esetben játszhatók ki, ha az adott játékos kezében nincs más kijátszható kártyatípus (ezen szabály is kevésbé ismert). Ezekon kívül a legújabb hivatalos szabályokban foglaltak az „üres” kártyák, melyek szerepétől a következőkben eltekintek. A szabályok mélyebbre ható megismerésének érdekében megkérem a kedves olvasót, hogy tekintse át az eredeti szabályrendszert, mely akár magyar nyelven is elérhető (*HangVilág*).

Játék neve	Témakör	Játékosok száma	Játék típusa	A játék alapja	A tanulás módja
<i>Chemical Alias</i>	Nevezéktan és képletírás	4+	Táblajáték	<i>Alias</i>	Begyakorlás
<i>Chemical Jeopardy</i>	Általános tudás	2	Táblajáték	<i>Jeopardy</i> (<i>Mindent vagy Semmit</i>)	Memorizálás
<i>Chemistry Taboo</i>	Általános tudás	2–8	Táblajáték	<i>Tabu</i>	Memorizálás
<i>ChemMend</i>	Elemek és atomszerkezet	2–10	Kártyajáték	<i>UNO</i>	Memorizálás
<i>ChemOkey</i>	Nevezéktan és képletírás	4	Táblajáték	<i>Rummikub</i>	Begyakorlás
<i>Concentration</i>	Általános tudás	4–5	Táblajáték	<i>Memóriajáték</i> (<i>párkereső</i>)	Memorizálás
<i>Where's Ester?</i>	Szerves kémia	2	Kártyajáték	<i>Találd Ki!</i>	Memorizálás
<i>Which Pathway Am I?</i>	Szerves kémia	2	Kártyajáték	<i>Találd Ki!</i>	Memorizálás

1. táblázat. Kereskedelmi játékok módosításain alapuló oktató jellegű kémiai játékok (Triboni és mtsa, 2018).

Játék neve	Témakör	Játékosok száma	Játék típusa	A játék alapja	A tanulás módja
<i>Acid–Base Poker</i>	Nevezékταν és képletírás	4–6	Kártyajáték	<i>Póker</i>	Memorizálás
<i>Chemantics</i>	Nevezékταν és képletírás	2+	Kártyajáték	<i>Römi</i>	Begyakorlás
<i>Chemical Bingo</i>	Nevezékταν és képletírás	2+	Táblajáték	<i>Bingo</i>	Memorizálás
<i>Chemical Elements Bingo</i>	Elemek és atomszerkezet	2+	Táblajáték	<i>Bingo</i>	Memorizálás
<i>Cheminoes</i>	Elemek és atomszerkezet	2–6	Táblajáték	<i>Dominó</i>	Memorizálás
<i>ChEMoVer</i>	Nevezékταν és képletírás	2–4	Táblajáték	<i>Sorry!</i> , <i>Pachisi</i>	Begyakorlás
<i>ChemPoker</i>	Elemek és atomszerkezet	2–6	Kártyajáték	<i>Póker</i>	Memorizálás
<i>Coin Game Based on the Hexoses</i>	Szerves kémia	2	Érmejáték	<i>Ping Chiu</i> <i>Wang Yuan</i>	Memorizálás
<i>Elemental Periodica</i>	Elemek és atomszerkezet	2+	Táblajáték	<i>Bingo</i>	Memorizálás
<i>Families of Chemical Elements</i>	Elemek és atomszerkezet	3–5	Kártyajáték	<i>Römi</i> , <i>Go Fish</i>	Memorizálás
<i>Go Chemistry</i>	Nevezékταν és képletírás	4–6	Kártyajáték	<i>Go Fish</i>	Begyakorlás
<i>Groupica</i>	Elemek és atomszerkezet	4	Táblajáték	<i>Ludo</i>	Begyakorlás
<i>Old Prof Card</i>	Elemek és atomszerkezet	3–9	Kártyajáték	<i>Old Maid</i> , <i>Go Fish</i>	Memorizálás
<i>Orbital Battleship</i>	Elemek és atomszerkezet	2	Táblajáték	<i>Torpedó</i>	Begyakorlás
<i>Organic Functional Group Playing Deck</i>	Szerves kémia	Változó	Kártyajáték	<i>Go Fish</i> , <i>Old Maid</i> , <i>Römi</i> , <i>Póker</i>	Memorizálás
<i>Retrosynthetic Rummy</i>	Szerves kémia	4	Kártyajáték	<i>Römi</i>	Begyakorlás
<i>Synthetic Dominos</i>	Szerves kémia	2–5	Kártyajáték	<i>Dominó</i>	Begyakorlás

2. táblázat. Hagyományos játékok módosításain alapuló oktató jellegű kémiai játékok (Triboni és mtsa, 2018).

Játék neve	Témakör	Játékosok száma	Játék típusa	Játék mechanikája	A tanulás módja
<i>A Game for Review</i>	Általános kémia	2	Party játék	Javasítás	Memorizálás
<i>Carbohydrdeck</i>	Szerves kémia	2+	Kártyajáték	Elrendezés	Begyakorlás
<i>Chemical Dice</i>	Nevezéktan és képletírás	2+	Kockajáték	Elrendezés	Begyakorlás
<i>ChemKarta</i>	Szerves kémia	4–8	Táblajáték	Elrendezés	Begyakorlás
<i>Chemsyn-Chemical Card 1</i>	Szerves kémia	2+	Kártyajáték	Elrendezés	Begyakorlás
<i>Compoundica</i>	Nevezéktan és képletírás	2–8	Kártyajáték	Elrendezés	Memorizálás
<i>Elements</i>	Elemek és atomszerkezet	2–4	Kártyajáték	Elrendezés	Memorizálás
<i>Learning Organic by Playing Cards</i>	Szerves Kémia	2–6	Kártyajáték	Elrendezés	Memorizálás
<i>Molecular Geometry</i>	Nevezéktan és képletírás	4	Táblajáték	Javasítás	Memorizálás
<i>Organic Mastery</i>	Szerves kémia	3–6	Táblajáték	Javasítás	Memorizálás
<i>Organocards-Chemical Card 2</i>	Szerves kémia	2+	Kártyajáték	Elrendezés	Begyakorlás
<i>Organocards-Chemical Card 3</i>	Szerves kémia	2+	Kártyajáték	Elrendezés	Begyakorlás
<i>Picture Chem</i>	Nevezéktan és képletírás	2	Táblajáték	Elrendezés	Memorizálás
<i>The Game of the Names</i>	Szerves kémia	2	Party játék	Javasítás	Memorizálás

3. táblázat. Egyszerű játékszabályokra épülő oktató jellegű kémiai játékok (Triboni és mtsa, 2018).

Játék neve	Témakör	Játékosok száma	Játék típusa	A tanulás módja
<i>CHEMCompete</i>	Szerves kémia	2–10	Kártyajáték	Begyakorlás
<i>Depletion</i>	Kémiai reakciók	2–3	Táblajáték	Magasabb rendű gondolati műveletek
<i>Enthalpy Costs</i>	Nevezéktan és képletírás	2–4	Kártyajáték	Begyakorlás

4. táblázat. Összetett játékszabályokra épülő oktató jellegű kémiai játékok (Triboni és mtsa, 2018).

Játék neve	Témakör	Játékosok száma	Játék típusa	A tanulás módja
<i>Calendar Game</i>	Elemek és atomszerkezet	2	Mindennapi élet	Magasabb rendű gondolati műveletek
<i>Conductors and Insulators</i>	Elemek és atomszerkezet	2	Gyakorlatias munka	Begyakorlás
<i>Equilibrium Principles</i>	Kémiai reakciók	2	Kockajáték	Begyakorlás
<i>Identification of the Chemical Elements in Pictures</i>	Elemek és atomszerkezet	1	Rajzolás	Begyakorlás
<i>Model of the Telluric Screw</i>	Elemek és atomszerkezet	1	Modellezés	Magasabb rendű gondolati műveletek
<i>PT Murals</i>	Elemek és atomszerkezet	3–5	Falfestés	Magasabb rendű gondolati műveletek

5. táblázat. Kreatív játékelemeket tartalmazó oktató jellegű kémiai feladatok (Triboni és mtsa, 2018).

A következőkben az UNO kártyajáték kémiaórába való integrálásának lehetőségét és módját szeretném tárgyalni, fókuszálva a szerves kémia témakörének tanítására. A megfelelő, 2020-as NAT-ra épülő gimnáziumi kerettanterv témaköre a „Szén és egyszerű vegyületei”, ezen belül is a telített szénhidrogének homológ sorának és oxigéntartalmú analógjaiknak egyszerű megismerését tűztem ki célul. A kapcsolódó tanulási eredmények:

- [...] érti a szerves vegyületek megkülönböztetésének, külön csoportban tárgyalásának az okát, az egyszerűbb szerves vegyületeket szerkezeti képlettel és összegképlettel jelöli;
- ismeri a telített szénhidrogének homológ sorának felépülési elvét és fontosabb képviselőiket, [...]
- ismeri a telítetlen szénhidrogének fogalmát, [...]
- ismeri és vegyületek képletében felismeri a legegyszerűbb oxigéntartalmú funkciós csoportokat [...]
- ismeri az alkoholok fontosabb képviselőit [...]
- felismeri az aldehidcsoportot, [...]
- ismeri és vegyületek képletében felismeri a karboxilcsoportot és az észtercsoportot, ismeri az egyszerűbb és fontosabb karbonsavak (hangyasav, ecetsav, zsírsavak) szerkezetét [...]

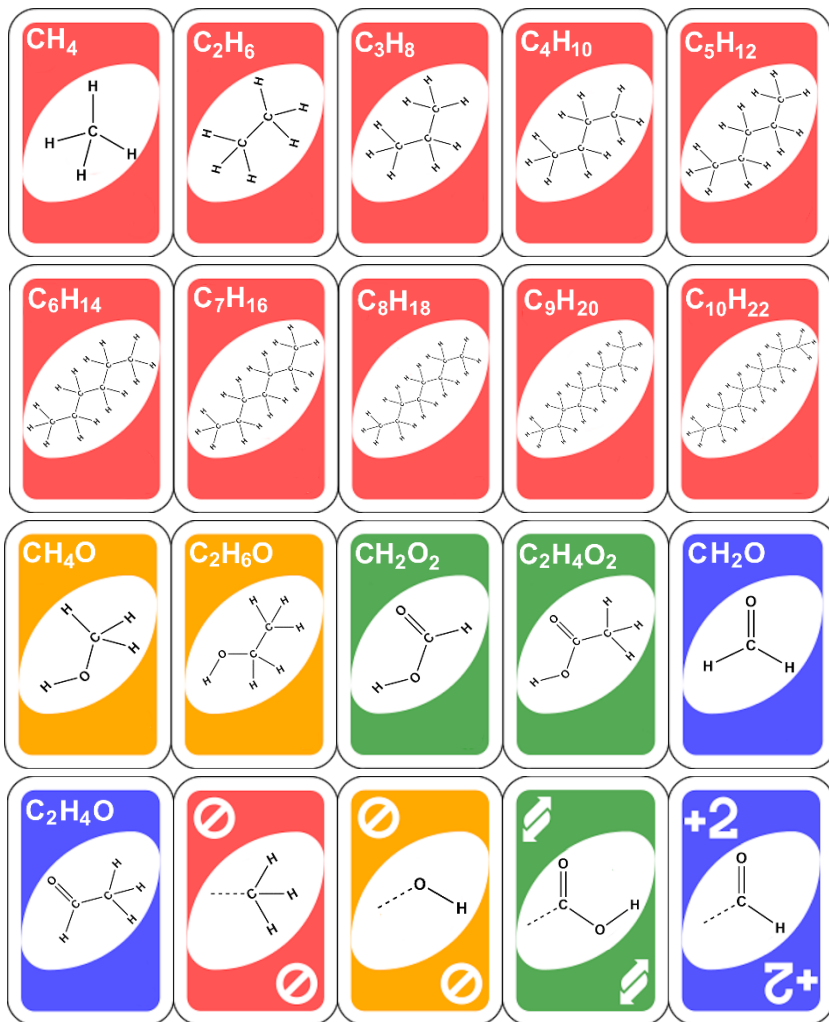
A hivatalos UNO szabályrendszerben nem találtam sok változtatni valót a nyerési feltételek, illetve az említésre kerülő bemondás-szabály kivételével. Ezt azért is tartom célravezetőnek, mivel a tanulásban részt vevő diákok egy része már ismerheti az UNO alapvető szabályait, így minél kevesebb szabály megváltoztatásával megkönnyítjük a játékhoz való alkalmazkodást. Érdemes azon módszertani lépést is bevetni, mely során hagyjuk, hogy a diákok közül a szabályokat ismerő játékosok a többiek számára elmagyarázzák azokat, miközben a folyamatot pedagógusként felügyeljük (pl. téves állítások kijavítása). A legfontosabb változtatásokat a lapok tartalmának átalakításával kívántam elérni. A kártyák átalakítását a szerves kémia tanulásának segítése céljából két lépésben (szinten, fázisban) vázoltam fel.

1. A telítetlen szénhidrogének homológ sorának megismerése érdekében a 0-tól 9-ig terjedő számok lecserélhetőek a metán-dekán homológ sorra. Ezen ismeretszinten fontosnak tartom, hogy csak konstitúciós képleteket tüntessünk fel. A kártya szélén érdemes

feltüntetni a vegyület összegképletét is könnyebb felismerés céljából. Az első fázis során a lapok színei, illetve az egyedi lapok nem változnak. A tanulást nagy mértékben elősegítheti, ha bevezetünk egy új szabályt: minden molekulát tartalmazó kártya kijátszásakor be kell mondani az ábrázolt vegyület nevét, ellenkező esetben a kijátszás után a játékosnak új lapot kell húznia. Ezen fázis használatát a témakör bevezető alkalmán tartom hasznosnak alapszintű megismerkedés után (lásd a következőkben: digitális segédanyag használata).

2. A következő fázisban a kártyák színeihez szerves kémiai funkciós csoportokat rendeltem. A játék célja az alkánok homológ sorának megismeréséről kiterjed az alapvető, kerettantervben foglalt (főként oxigéntartalmú) funkciós csoportok megismerésére, és a velük kapcsolatos alapvető szerves kémiai nomenklatura alapszintű elsajátítására. A gondolatmenetem az volt, hogy az eredeti kártyákon feltüntetett számok és színek egymástól független tulajdonságok, így absztrakció útján bármire helyettesíthetők, például a szerves molekulák szénatomszámára és funkciós csoportjaira. Így az egyik szín hozzárendelhető az eddig tárgyalt alkánok homológ sorához, a második az alkoholokéhoz (metanol, etanol, ..., dekanol), a harmadik az aldehidekéhez (formaldehid, acetaldehid, ..., dekanal), és a negyedik például a szerves savakéhoz (hangyasav, ecetsav, ..., dekánsav). A második és negyedik esetekben azért az alkoholokat és zsírsavakat választottam, mert ezen ismereti szinten a telített alkánok után ezek ismeretét tartom a legfontosabbnak, többek közt azért is, mert az úgyszint kerettantervben foglaltatott észterek témakörének megértéséhez előfeltételek. Emellett a zsírsavak esetén sokszor azok triviális nevét használjuk, így ezek megismerését is elősegíthetjük a kártyajáték alkalmazásával. Természetesen a funkciós csoportokat lecserélhetjük a tanóra céljának megfelelően, például az 1-klóralkánokra, melyek a szerves vegyipar fontos alapanyagait, illetve intermediereit képezik. A szabályok áttanulmányozása után azt is megállapíthatjuk, hogy az eredeti lapokon szereplő számok egymáshoz képesti viszonyának semmilyen hatása nincs a játékra, így akár homológ sorok tanítása helyett a játékot más módokon is áttervezhetjük. A speciális lapok színét ezen fázisban kiegészíti a funkciós csoportról készült szerkezeti rajz, az „értéküket”, azaz speciális tulajdonságaikat szimbolizáló grafikus elemet viszont megtartják. A második fázis alkalmazását olyan tanulási helyzetek során ajánlom, ahol a diákok

kifejezetten nyitottak a kémiai és természettudományos ismeretek iránt, tehetségfejlesztési kontextusban, illetve szakirányú képzés során. Az alábbi ábrák, melyet a publikusan elérhető „Uno cards deck” ábra (Wikipedia) módosításával készítettem el, pár példával szemléltetik a kártyák lehetséges kinézetét.

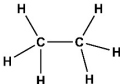
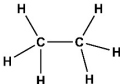
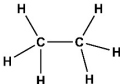



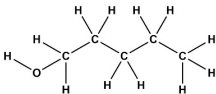
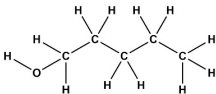
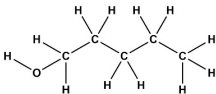


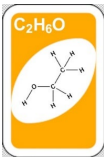
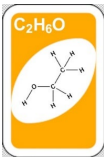
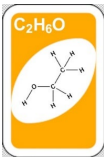
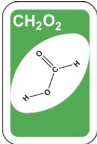
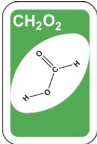
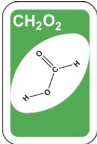
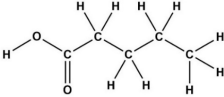
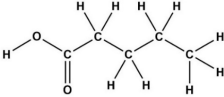
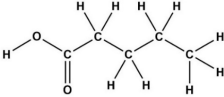
A témakör, illetve a kártyajáték megismerése érdekében digitális segédanyagot hoztam létre a Quizizz (<https://quizizz.com>) segítségével, mely informatív diák mellett kvízeket is tartalmaz. Ezek tartalmát a 6. táblázatban foglaltam össze. A segédanyag az alábbi linken publikusan is megtekinthető a felületen regisztrált felhasználók számára:

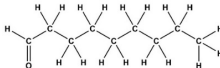
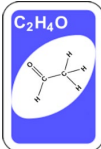
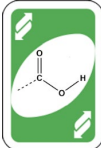
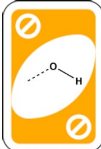
https://quizizz.com/admin/presentation/657f2027d201494ca7fcd64d?source=lesson_share

(Utolsó látogatás: 2024. 02. 06)

A játékot és a digitális segédanyagot a publikáció idejét bezárólag sajnos még nem volt alkalmam kipróbálni iskolai kontextusban.

Dia száma	Dia típusa	Dia tartalma												
1	Címdia	Uno kártyajáték alkánokkal												
2	Össze-foglalás	<p>Alkánok nevezéktana</p> <table> <tr> <td>CH_4 – metán</td> <td>C_6H_{14} – hexán</td> </tr> <tr> <td>C_2H_6 – etán</td> <td>C_7H_{16} – heptán</td> </tr> <tr> <td>C_3H_8 – propán</td> <td>C_8H_{18} – oktán</td> </tr> <tr> <td>C_4H_{10} – bután</td> <td>C_9H_{20} – nonán</td> </tr> <tr> <td>C_5H_{12} – pentán</td> <td>$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ – dekán</td> </tr> </table> <p>Figyeljük meg a szabályosságakat! Általános képlet: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ A bután után a nevek a görög számokat követik.</p>	CH_4 – metán	C_6H_{14} – hexán	C_2H_6 – etán	C_7H_{16} – heptán	C_3H_8 – propán	C_8H_{18} – oktán	C_4H_{10} – bután	C_9H_{20} – nonán	C_5H_{12} – pentán	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ – dekán		
CH_4 – metán	C_6H_{14} – hexán													
C_2H_6 – etán	C_7H_{16} – heptán													
C_3H_8 – propán	C_8H_{18} – oktán													
C_4H_{10} – bután	C_9H_{20} – nonán													
C_5H_{12} – pentán	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ – dekán													
3	Kvíz	<table> <thead> <tr> <th>Ábra</th> <th>Kérdés</th> <th>Válasz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>  </td> <td>Az ábrázolt vegyület elnevezése:</td> <td>etán</td> </tr> </tbody> </table>	Ábra	Kérdés	Válasz		Az ábrázolt vegyület elnevezése:	etán						
Ábra	Kérdés	Válasz												
	Az ábrázolt vegyület elnevezése:	etán												
4	Kvíz	<table> <thead> <tr> <th>Ábra</th> <th>Kérdés</th> <th>Lehetőségek</th> <th>Válasz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>  </td> <td>A kártyán ábrázolt vegyületnek mi a neve?</td> <td>heptán, metán, hexán, nonán</td> <td>hexán</td> </tr> </tbody> </table>	Ábra	Kérdés	Lehetőségek	Válasz		A kártyán ábrázolt vegyületnek mi a neve?	heptán, metán, hexán, nonán	hexán				
Ábra	Kérdés	Lehetőségek	Válasz											
	A kártyán ábrázolt vegyületnek mi a neve?	heptán, metán, hexán, nonán	hexán											
5	Össze-foglalás	<p>Alkoholok nevezéktana</p> <p>Szerves alkoholok esetében a vegyület egyik szénatomjához hidroxil-csoport (-OH) kapcsolódik. Ha ezen szénatom a vegyület valamelyik „szélső” atomja, akkor ezen vegyületeket primer alkoholoknak nevezzük. Nevezük ugyan hasonló az alkánokéhoz, de -ol végződést kapnak.</p> <table> <thead> <tr> <th>Összegképlet</th> <th>Név</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CH_4O (CH_3OH)</td> <td>metanol</td> </tr> <tr> <td>$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)</td> <td>etanol</td> </tr> <tr> <td>$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ ($\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$)</td> <td>Propanol</td> </tr> <tr> <td>$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ ($\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$)</td> <td>Butanol</td> </tr> <tr> <td>$\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ ($\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$)</td> <td>pentanol</td> </tr> </tbody> </table> <p>Általánosságban: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$</p>	Összegképlet	Név	CH_4O (CH_3OH)	metanol	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)	etanol	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ ($\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$)	Propanol	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ ($\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$)	Butanol	$\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ ($\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$)	pentanol
Összegképlet	Név													
CH_4O (CH_3OH)	metanol													
$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)	etanol													
$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ ($\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$)	Propanol													
$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ ($\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$)	Butanol													
$\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ ($\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$)	pentanol													
6	Kvíz	<table> <thead> <tr> <th>Ábra</th> <th>Kérdés</th> <th>Lehetőségek</th> <th>Válasz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>  </td> <td>Nevezd el a feltüntetett vegyületet!</td> <td>Pentanol, Metanol, Dekanol, Hexanol</td> <td>Pentanol</td> </tr> </tbody> </table>	Ábra	Kérdés	Lehetőségek	Válasz		Nevezd el a feltüntetett vegyületet!	Pentanol, Metanol, Dekanol, Hexanol	Pentanol				
Ábra	Kérdés	Lehetőségek	Válasz											
	Nevezd el a feltüntetett vegyületet!	Pentanol, Metanol, Dekanol, Hexanol	Pentanol											

7	Kvíz	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Ábra</th> <th style="width: 50%;">Kérdés</th> <th style="width: 25%;">Válasz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> <td>A kártyán látható molekula elnevezése:</td> <td style="text-align: center;">etanol</td> </tr> </tbody> </table>	Ábra	Kérdés	Válasz		A kártyán látható molekula elnevezése:	etanol																						
Ábra	Kérdés	Válasz																												
	A kártyán látható molekula elnevezése:	etanol																												
8	Össze-foglalás	<p>Karbonsavak nevezéktana</p> <p>A szerves karbonsavakat a karbonsav-csoport (-COOH) jellemzi. Elnevezésük során -sav végződést kapnak, de ügyeljünk arra, hogy leggyakrabban triviális neveiket használjuk. Az alkánok homológ sorából levezethető szerves savakat zsírsavaknak nevezük, hisz ezek a zsírok és olajok alapvető építőelemei.</p> <p>Általános összegképletük: $C_nH_{2n}O_2$</p>																												
9	Össze-foglalás	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Zsírsavak triviális nevei</th> </tr> <tr> <th style="width: 25%;">Összegképlet</th> <th style="width: 25%;">Név</th> <th style="width: 25%;">Összegképlet</th> <th style="width: 25%;">Név</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CH_2O_2</td> <td>hangyasav</td> <td>$C_6H_{12}O_2$</td> <td>kaprinsav (hexánsav)</td> </tr> <tr> <td>$C_2H_4O_2$</td> <td>ecetsav</td> <td>$C_7H_{14}O_2$</td> <td>önantsav (heptánsav)</td> </tr> <tr> <td>$C_3H_6O_2$</td> <td>propionsav (propánsav)</td> <td>$C_8H_{16}O_2$</td> <td>kapriksav (oktánsav)</td> </tr> <tr> <td>$C_4H_8O_2$</td> <td>vajsav (butánsav)</td> <td>$C_9H_{18}O_2$</td> <td>pelargonsav (nonánsav)</td> </tr> <tr> <td>$C_5H_{10}O_2$</td> <td>valeriánsav (pentánsav)</td> <td>$C_{10}H_{20}O_2$</td> <td>kaprinsav (dekánsav)</td> </tr> </tbody> </table>	Zsírsavak triviális nevei				Összegképlet	Név	Összegképlet	Név	CH_2O_2	hangyasav	$C_6H_{12}O_2$	kaprinsav (hexánsav)	$C_2H_4O_2$	ecetsav	$C_7H_{14}O_2$	önantsav (heptánsav)	$C_3H_6O_2$	propionsav (propánsav)	$C_8H_{16}O_2$	kapriksav (oktánsav)	$C_4H_8O_2$	vajsav (butánsav)	$C_9H_{18}O_2$	pelargonsav (nonánsav)	$C_5H_{10}O_2$	valeriánsav (pentánsav)	$C_{10}H_{20}O_2$	kaprinsav (dekánsav)
Zsírsavak triviális nevei																														
Összegképlet	Név	Összegképlet	Név																											
CH_2O_2	hangyasav	$C_6H_{12}O_2$	kaprinsav (hexánsav)																											
$C_2H_4O_2$	ecetsav	$C_7H_{14}O_2$	önantsav (heptánsav)																											
$C_3H_6O_2$	propionsav (propánsav)	$C_8H_{16}O_2$	kapriksav (oktánsav)																											
$C_4H_8O_2$	vajsav (butánsav)	$C_9H_{18}O_2$	pelargonsav (nonánsav)																											
$C_5H_{10}O_2$	valeriánsav (pentánsav)	$C_{10}H_{20}O_2$	kaprinsav (dekánsav)																											
10	Kvíz	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Ábra</th> <th style="width: 25%;">Kérdés</th> <th style="width: 25%;">Lehetőségek</th> <th style="width: 25%;">Válasz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> <td>Mi a kártyán látható vegyület elnevezése?</td> <td>dekánsav, akrilsav, húgysav, hangyasav</td> <td style="text-align: center;">hangyasav</td> </tr> </tbody> </table>	Ábra	Kérdés	Lehetőségek	Válasz		Mi a kártyán látható vegyület elnevezése?	dekánsav, akrilsav, húgysav, hangyasav	hangyasav																				
Ábra	Kérdés	Lehetőségek	Válasz																											
	Mi a kártyán látható vegyület elnevezése?	dekánsav, akrilsav, húgysav, hangyasav	hangyasav																											
11	Kvíz	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Ábra</th> <th style="width: 50%;">Kérdés</th> <th style="width: 50%;">Válasz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> <td>Add meg a képen látható vegyület triviális nevét!</td> <td style="text-align: center;">valeriánsav</td> </tr> </tbody> </table>	Ábra	Kérdés	Válasz		Add meg a képen látható vegyület triviális nevét!	valeriánsav																						
Ábra	Kérdés	Válasz																												
	Add meg a képen látható vegyület triviális nevét!	valeriánsav																												
12	Össze-foglalás	<p>Aldehidek nevezéktana</p> <p>Az aldehideket az aldehidesoport alapján tudjuk felismerni (-CHO). Sok esetben jellegzetes illattal rendelkeznek, így többek közt a parfümök egyik legfontosabb alapanyagát képezik. Elnevezésük során -al végződést kapnak. Az alkánok homológ sorából eredeztethető aldehidek első két tagja a karbonsavakhoz hasonlóan rendhagyó hivatalos elnevezéssel rendelkezik.</p> <p>Általános összegképletük: $C_nH_{2n}O$</p>																												

13	Össze- foglalás	Aldehidek triviális nevei			
		Összegképlet	Név	Összegképlet	Név
		CH_2O	formaldehid	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$	kapronaldehid (hexanal)
		$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$	acetaldehid	$\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}$	önantaldehid (heptanal)
		$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	propionaldehid (propanal)	$\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}$	kaprilaldehid (oktanal)
		$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$	butiraldehid (butanal)	$\text{C}_9\text{H}_{18}\text{O}$	pelargonaldehid (nonanal)
	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$	valeraldehid (pentanal)	$\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}$	kaprinaldehid (dekanal)	
14	Kvíz	Ábra	Kérdés	Válasz	
			<p>Add meg a képen áltható vegyület hivatalos (nem triviális) nevét!</p>	nonanal	
15	Kvíz	Ábra	Kérdés	Válasz	
			<p>A kártyán látható vegyületet hogy neveznéd el?</p>	acetaldehid	
16	Kvíz	Ábra	Kérdés	Lehetőségek	Válasz
			<p>A kártyán látható „fordulj” lap mely vegyület-család esetén játszható ki?</p>	<p>aldehidek, aminok, alkánok, karbonsavak</p>	karbonsavak
17	Kvíz	Ábra	Kérdés	Lehetőségek	Válasz
			<p>A kártyán látható „ugorj” lap mely vegyületcsalád esetén játszható ki?</p>	<p>karbonsavak, aldehidek, alkoholok, észterek</p>	alkoholok

6. táblázat. A tanulást elősegítő digitális tananyag diái táblázatosan összefoglalva.

Irodalom

Balázs K., Csenki J., Főző A. J., Labancz I., Riedel M., Rózsahegyi M., Schróth Á., Szalay L., Tóth Z., Wajand J. (2015): *A kémiatanítás módszertana*. III. Oktatási módszerek, 59-65.

HangVilág: Az UNO kártyajáték magyar nyelvű szabályai.

<http://www.hangvilag.hu/userfiles/file/Haszn%C3%A1latik/GC04%20Uno%20k%C3%A1rtya.pdf>

(Utolsó látogatás: 2024. 02. 06)

Martí-Centelles V., Rubio-Magnieto J. (2014): ChemMend: A Card Game To Introduce and Explore the Periodic Table while Engaging Students' Interest. *Journal of Chemical Education*, 91(6), 868-871.

N. Kollár K., Szabó É. (2017): *Pedagógusok pszichológiai kézikönyve II. kötet*. 22. Feladatvégzés csoportban, versengés és együttműködés. Osiris Kiadó, Budapest, 235-243.

Oktatási Hivatal: A 2023-as NAT-hoz illeszkedő tartalmi szabályozók.

https://www.oktatas.hu/kozneveles/kerettantervek/2020_nat/kerettanterv_gimn_9_12_evf

(Utolsó látogatás: 2024. 02. 06)

Triboni E., Weber G. (2018): MOL: Developing a European-Style Board Game To Teach Organic Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 95(5), 791-803.

UnoRules: Az UNO kártyajáték történelme és hivatalos szabályzata.

<https://www.unorules.org>

(Utolsó látogatás: 2024. 02. 06)

Wikipedia (Fomin D.): Az UNO kártyajáték lapjai.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Uno_\(card_game\)#/media/File:UNO_cards_deck.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Uno_(card_game)#/media/File:UNO_cards_deck.svg)

(Utolsó látogatás: 2024. 02. 06)

A szám szerzői

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

Bódi István József tanárszakos hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Csorba Benjámín PhD-hallgató, BME

Ficsór István Dávid tanárszakos hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Hegedüs Kristóf PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

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

Dr. Lente Gábor egyetemi tanár, PTE TTK

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

Nemeskéri Dániel BSc-hallgató, ELTE TTK, Fizikai Intézet

Szobota András PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Turányi Tamás egyetemi tanár, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Villányi Attila középiskolai tanár, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló
Gimnázium és Kollégium, Budapest

Vörös Tamás igazságügyi szakértő, NSzKK

Zagyi Péter középiskolai tanár, Németh László Gimnázium, Budapest

TARTALOM

MI LETT BELŐLED IFJÚ VEGYÉSZ? – Szekeres Zsolt	81
MESTERSÉGE KÉMIATANÁR – Kalocsai Ottó.....	84
GONDOLKODÓ	88
KERESD A KÉMIÁT!	117
Keglevich Kristóf: Keresd a kémiát!	117
KÉMIA IDEGEN NYELVEN	124
MŰHELY	125
Bódi István József: Szerves vegyületek tanítása az UNO kártyajáték átalakításával.....	125
A SZÁM SZERZŐI	140