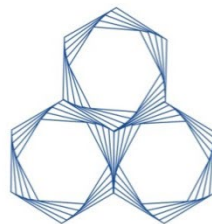


Középiskolai Kémiai Lapok



LII.

2025/5.



Nemzeti
Kulturális
Alap



A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap és a Magyar Tudományos Akadémia támogatja.

Középiskolai Kémiai Lapok

A Magyar Kémikusok Egyesülete
Kémia tanári Szakosztályának folyóirata

2025. november	III. évfolyam	5. szám
----------------	---------------	---------

Alapító: Dr. Várnai György

Főszerkesztő: Zagyi 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, Zagyi Péter

Szerkesztőség:	Magyar Kémikusok Egyesülete, 1106 Budapest Fehér út 10. E-mail: kokel@mke.org.hu 06307204417, 06202125664
-----------------------	---

Kiadja: Magyar Kémikusok Egyesülete

Felelős kiadó: Dr. Szabó János Zoltán

Terjeszti: Magyar Kémikusok Egyesülete

Előfizethető: <https://form.jotform.com/kokel/elofizetes>
Átutalással a Magyar Kémikusok Egyesülete részére,
a 10700024-24764207-51100005 számlaszámra, közlemény
„KÖKÉL 2025, előfizető neve, címe”.

Készült: Europrinting Kft.

Megjelenik évente ötször.

Előfizetési díj a 2025. évre: 6000 Ft, mely összeg magában foglalja az áfát.

Az MKE Kémia tanári Szakosztály tagjai számára az előfizetés ingyenes.

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 Archívuma (EPA) archiválja.

A címlapon Hegedüs Kristóf fotója látható.

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

Mi lett belőled ifjú vegyész?

Papp Dóra, egyetemi adjunktus, Szegedi Tudományegyetem

Mikor nyertél vagy értél el helyezést kémiaversenyeken?

Gimi elsőben 14., másodikban 5. és labor különdíjas lettem az Irinyi-versenyen, majd harmadikban 20., aztán negyedikben 15. az OKTV-n, illetve harmadikban 3. a VegyÉSZtorna levelező versenyen. A diákolimpiai válogatón is volt lehetőségem részt venni. Igazán sosem szerettem versenyezni, nem az én műfajom. A versenyzés nekem inkább „járulékos veszteség” volt azon az úton, amin a kíváncsiságom hajtott, hogy új dolgokat tanuljak. Ettől még a versenyzés persze nem rossz dolog, sőt, nekem is ez adta meg a lehetőséget, hogy mélyebben



foglalkozzak a kémiával, a versenyre készülés köré épültek a szakköreink, ez volt az összekovácsoló és hajtóerő is egyben. A versenyek egy jó külső motivációt adhatnak a tudás bővítésére, de ha nincs mellette igazi, belülről fakadó kíváncsiság, akkor később elkopik az érdeklődés.

Ki volt a felkészítő tanárod? Hogyan gondolsz vissza rá?

Dr. Miklós Endréné volt a felkészítő tanárom, aki előttem és utánam is rengeteg érdeklődő diákot készített versenyekre, és egyengetett a megfelelő pálya felé a kaposvári Táncsics Mihály Gimnáziumban. Nagy tudású, lelkiismeretes és emberséges pedagógus, akinek nagyon sokat köszönhetek, és akire mindig nagy szeretettel gondolok. Nemcsak a versenyzőkben, hanem minden diákban meglátta a lehetőséget, és olyan légkört teremtett az órákon és a szakkörökön is, ahol öröm volt tanulni. Nekem úgy kezdődött a versenyzős pályafutásom, hogy elsőben őszi

szünet előtt megemlítette, hogy benevezett az Irinyi versenyre, és adott egy kupac régi feladatsort, hogy ne unatkozzak a szünetben.

Milyen indíttatásból kezdte el a kémiával komolyabban foglalkozni?

Már akkor tudtam, hogy szeretni fogom a kémiát, amikor még nem is tanultam, csak hallottam róla. Már gyerekként is nagyon érdekelt, hogy hogyan épül fel és működik körülöttem a világ, és amikor megtudtam, hogy van egy olyan tantárgy (vagy kettő, a fizikával együtt), ami ezzel foglalkozik, akkor tudtam, hogy ezeket nekem találták ki. Az, hogy a fizika és a kémia közül a kémia irányába mentem, egyértelműen Miklósné tanárnőnek köszönhető. Az is világos volt már az elején, hogy nem maga a kísérletezés az, ami igazán érdekel, hanem a jelenségek mögötti magyarázatok, a lehető legmélyebb szinten.

Ismerted-e diákkorodban a KÖKÉL-t?

Igen, a kémiatanárom mindig járatta a KÖKÉL-t, és meg is oldottunk belőle jónehány feladatot.

Hozzásegítettek-e a pályaválasztásodhoz a versenyeken elért eredmények?

Nem hiszem. Inkább a saját érdeklődésem, a kémiatanárom lelkesedése, és a tudás megszerzésének és a megértésnek az öröme vitt a kutatói pályára.

Mi a végzettséged, és a pillanatnyi foglalkozásod? Milyen út vezetett el idáig?

Röviden: az ELTE-n végeztem vegyészként, és ott szereztem PhD-t is elméleti kémiából. Egy szegedi és egy amerikai posztdoktori állás után most a Szegedi Tudományegyetem Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszékén vagyok egyetemi adjunktus.

Bővebben: az egyetem kezdetére kicsit már kevésnek éreztem, hogy feladatokat kell oldogatni, és nagyon örültem, amikor az előadásokkal kitágult a megszerezhető ismeretek világa. Aztán az egyik első általános kémia órán megláttam a hidrogénmolekula-ion molekulapályáit, és onnantól nem volt kérdés, hogy mi érdekel a legjobban a kémián belül. Mivel a biokémia is tetszett, először kvantumkémiai fehérjemodellezéssel kezdtem foglalkozni Perczel András témavezetése alatt, de később rájöttem, hogy a fehérjéket még nem lehet olyan pontos módszerekkel

vizsgálni, amilyen mélyen engem érdekelnek a kémiai folyamatok. Így a PhD témám már kisebb rendszerek pontosabb modellezése volt, Császár Attila témavezetésével; gyengén kötött komplexek ún. rezonancia állapotait vizsgáltam (ezekben az állapotokban a kémiai rendszernek több energiája van, mint ami a disszociációhoz kellene, de mégsem disszociál, mert az energia a belső szabadsági fokokban „ragad”). A PhD megszerzése után Szegeden kezdtem posztdoktorként dolgozni a (későbbi) férjemmel, Czákó Gáborral, ahol elméleti reakciódinamikával foglalkoztam, ami atomi szinten követi a gázfázisú kémiai reakciók lépéseit, és így meglehetősen pontos leírását szolgáltatja egy-egy reakciómechanizmusnak. Ez a terület nagyon megtetszett, viszont mindenképp szerettem volna hosszútávon független kutatást folytatni, így a fémfelületeken lejátszódó reakciók modellezése felé fordultam, amibe az USA-ban volt lehetőségem beletanulni Hua Guo irányítása alatt. 2024 őszétől pedig egyetemi adjunktusként dolgozom az SZTE Kémiai Intézetében, ahol egy dinamikus és eredményes fiatal kutatói csapat jött össze, örülök, hogy a tagja lehetek. Szegeden néhány éve az oktatásba is belekezdtem, amit ma is nagyon szívesen csinálók: Általános, Fizikai és Matematikai Kémiát, illetve Számítógépes Molekulamodellezést tanítok. Közben volt lehetőségem több hallgató témavezetésére is, ezekből a projektekből remek TDK és szakdolgozatok készültek. Tavaly pedig nyertem egy NKFIH-Starting kutatási pályázatot, ami lehetővé teszi, hogy elindítsam a saját kutatásomat, és ehhez munkatársakat is alkalmazzak. Ez a pályázat azonban a legnagyobb öröömömre most szünetel, hiszen júniusban megszületett a kislányunk.

Még annyit fűznék hozzá a fentiekhez, hogy persze érdekes végignézni valakinek a szakmai életútját, de nem szabad elfelejteni, hogy mindenképp előtte emberek vagyunk, és csak azután kutatók/oktatók, és bármi egyéb. Én ezzel a szemlélettel próbálok a munkatársakra (és másokra is) tekinteni.

Töltöttél-e hosszabb időt külföldön a kémiával kapcsolatban?

Igen, az egyetem utolsó félévét Svédországban, Göteborgban, a Chalmers University of Technology-n töltöttem Bengt Nordén csoportjában, ahol fehérjemodellezéssel foglalkoztam. Hatalmas élmény volt, mindenkinek ajánlom, hogy még a húszas éveiben, ha van rá lehetősége, töltsön hosszabb időt külföldön, meghatározó tapasztalat. Később, 2020-ban kaptam egy posztdoktori állást a University of New Mexico-n, Hua Guo

csoportjában, ahová a Covid miatt csak 2022-ben sikerült kijutnom. Nem az USA legbékésebb állama, de megérte, mivel ott tanultam bele a felületi reakciók modellezésébe, ami végül az új kutatási irányom lett.

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

Nem egy konkrét embert mondanék. Azokat a(z idősebb) kutatókat tartom jó példának, akikkel külföldi konferenciákon találkozom sokszor: egy élet eredményes munkája van mögöttük, elismertek, és mégis változatlan kíváncsisággal hallgatják az előadásokat, és amikor egy PhD hallgatóval beszélgetnek a poszterénél, ugyanolyan komolyan veszik a mondanóját, mint egy professzorét.

Mit üzensz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?

Először is tekintsék magukat szerencsésnek, hogy találtak valamit, amit szeretnek, amivel szívesen foglalkoznak, amire lehet építeni mondjuk egy pályaválasztást (ez sok fiatal esetében nincs meg). A másik dolog, hogy ismerjék meg a kémia minél több részét, a határterületekkel együtt, mint a fizika és a biológia, és találják meg, ami a legjobban érdekli őket. Aztán, ha már jól beletanultak, akkor a tudást próbálják továbbadni, akár csak a közvetlen környezetüknek, legalább olyan szinten, hogy az áltudományok ellen felvértezzék őket.

Mi a hobbid - a kémián kívül?

Azt gondolom, hogy leginkább az számít, hogy jól töltsük el a mindennapokat. Ehhez a kutatás mellett nekem mindig szükségem volt másfajta feltöltődésre is. Nagyon szeretek olvasni, általában ez az, ami teljesen kikapcsol. Ezenkívül minden lakberendezéssel és belsőépítéssel kapcsolatos dolog érdekel, a saját házunkat is jórészt én terveztem, kívülbőlül. A konyhában is szeretek új dolgokat kipróbálni, szinte sosem készítem kétszer ugyanazt az ételt. A közösségi médiát már egyáltalán nem használom, sokkal többet ad egy jó beszélgetés, amihez szerencsére a férjem vagy a barátaim mindig kéznél vannak. Mostanában pedig a kedvenc időtöltésem a kislányommal játszani, ezt nem cserélném el semmiért.

GONDOLKODÓ



Feladatok

Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Zagyi Péter

A megoldásokat 2026. január 7-ig lehet a kokel.mke.org.hu honlapon keresztül feltölteni. A formai követelmények figyelmes betartását kérjük.

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

K533. Vendel szereti a keresztrejtvényeket, de csak akkor, ha nem túl komplikáltak. Kedvencei a 2×2 -es négyzetek, amelyekben kétbetűs vegyjelek a megfejtések. A kis- és nagybetűket természetesen nem különböztetjük meg.

1	2
2	

Több ilyen is készített, amelyekhez megadta a meghatározásokat:

A) Vízszintes: 1. Fém. 2. Fém. Függőleges: 1. Fém. 2. Fém.

B) Vízszintes: 1. Fém. 2. Nemesgáz. Függőleges: 1. Fém. 2. Fém.

C) Vízszintes: 1. Nemesgáz. 2. Fém. Függőleges: 1. Fém. 2. Fém.

Egy kicsit nehezebbnek ítéli azt, ahol a meghatározások talányosak:

D) Vízszintes: 1. +6 2. +6 Függőleges: 1. +1 2. +7

Az E) rejtvényben az szerepel meghatározásként, hogy a kérdéses elem 1,00 grammja legfeljebb hány gramm fluorral képes vegyületet képezni.

E) Vízszintes: 1. 0,542 g 2. ? Függőleges: 1. 2,68 g 2. ?

Az F) jelű rejtvényhez nem adott meghatározásokat, csak annyit mondott, hogy itt nem csak a kétbetűs megfejtések vegyjelek, hanem minden egyes betű önmagában is egy vegyjel.

A kedvence viszont a G) jelű rejtvény. Ebben nem csak balról jobbra és fentről lefelé, hanem a fordított irányokban is vegyjelek olvashatók ki, sőt a négy lehetséges átlós irányból kettőben szintén vegyjel mutatkozik. Ez összesen 10 kétbetűs vegyjel!

Keress mindegyik rejtvényhez 1-1 megoldást! Számold ki, hogy milyen értékek kerülnek az E) rejtvény meghatározásaiban a kérdőjelek helyére!

(Zagyi Péter)

K534. Egy ezüst-nitrát minta ólom-nitrát szennyezést tartalmaz.

Mekkora a szennyezés tömegszázaléka a mintában, ha 440 °C-ra felmelegítve a keveréket a minta elbomlik, és a bomlás során keletkező gázelegy átlagos moláris tömege 41,42 g/mol?

(Borbás Réka)

K535. Ügyet Lenke oldatelemzés feladatot kapott a tanárától. Négy kémcsőben színtelen oldatok vannak, és a tanár annyit árult el, hogy az oldatok a következő vegyületekből tartalmazhatnak egy-egyét: nátrium-foszfát, nátrium-karbonát, nátrium-szulfid, nátrium-szilikát, nátrium-tioszulfát. Az azonosításhoz kapott kénsavoldatot, sósavat, ezüst-nitrát-oldatot, egy kis darab univerzál indikátorpapírt és kémcsöveket.

Lenke először a kémhatást szerette volna meghatározni, de miután az első kémcső tartalmának kis mintájába egy kis darab indikátorpapírt mártott, a második oldat mintájába beleejtette a maradékot, így a többi oldat kémhatását már nem tudta megnézni. Szerencsére azt feljegyezte, hogy az indikátorpapír mindkettőben kék színűre változott.

Ezután a kénsavat öntötte ki az asztalra, majd miután gondosan semlegesítette, hogy nagyobb baj ne történjen, csak pont annyi kénsavoldata maradt, hogy az első két oldat egy-egy kis részletéhez adjon valamennyit. Az első kémcsőben gázfejlődést tapasztalt, a második kémcsőben pedig nem történt változás.

Harmadik lépésben Lenke mindenhez egy kis sósavat öntött. A négy ismeretlenhez adva négy különböző megfigyelést tett. Szerencsétlenségére az ezüst-nitrát-oldathoz is öntött a sósavból, nem is keveset, de gyorsan próbált javítani a helyzeten, és a maradék 4-es oldatába öntötte az így kapott keveréket. Azt tapasztalta, hogy a fehér szilárd anyag feloldódott.

Lenke ezután gyorsan beadta az eredményét: 1. kémcső: Na_2CO_3 , 2. kémcső: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 3. kémcső: Na_2SO_3 , 4. kémcső: Na_2SiO_3 .

A tanár megmondta Lenkének, hogy az egyik anyag nem is szerepel az oldott anyagok között, egy kémcső tartalmát eltalálta, de a másik két anyagot nem a megfelelő kémcsőhöz rendelte hozzá.

Segíts Lenkének, és határozd meg a kémcsövek tartalmát! Írd fel az azonosításhoz használt folyamatok egyenletét és a várható tapasztalatokat!

(Borbás Réka)

K536. Az ismételt összeadást szorzásnak hívjuk, az ismételt szorzást pedig hatványozásnak. Létezik ismételt hatványozás is, amelyet tetrációnak hívunk, és a következőképpen jelölünk és definiálunk:

$${}^n a \stackrel{\text{def}}{=} \underbrace{a^{\underbrace{a^{\ddots a}}_{n \text{ db}}}}_{n \text{ db}} = \underbrace{a^{(a^{(\ddots a)})}}_{n \text{ db}}; \quad {}^0 a \stackrel{\text{def}}{=} 1; \quad (a \in \mathbb{R}; n \in \mathbb{N})$$

Adj meg vegyjelek segítségével egy-egy eltérő elemet a periódusos rendszerből az a)-g) összefüggések mindegyikéhez, amelynek a megfelelő tulajdonságai teljesítik az adott egyenlőséget:

a) $A = {}^1 z$

b) $A = {}^2 z$

c) $A = {}^z z$

d) $A = {}^3 p$

e) $A = {}^2 p + p^2 - z$

f) $A = {}^2 p - zp + z$

g) $A = 2 \cdot {}^2 p - p$

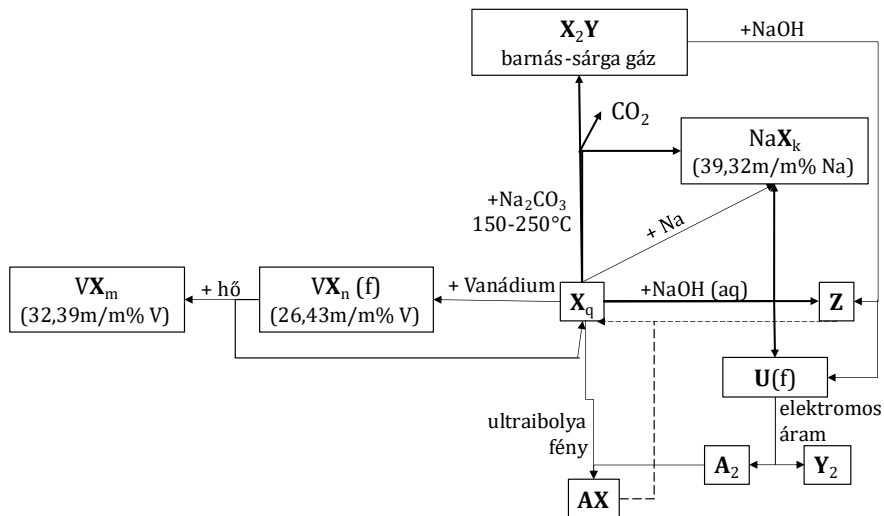
Ahol A az adott elem leggyakoribb izotópjának tömegszámát, z a vegyértékelektronjai számát, p pedig a párosítatlan elektronjai számát jelöli.

h) Húzd alá annak az elemnek a vegyjelét, amelyikre mindegyik összefüggés igaz!

(Simon András Márk)

K537. Különbféle átalakításokat tüntettünk fel az ábrán. Az **A**, **X** és **Y** egy-egy elem vegyjelét, az **U** és **Z** egy vegyület képletét jelöli, **V** a vanádium vegyjele az ábrán. Egyedül a szaggatott vonallal jelölt esetben nem tüntettük fel az összes terméket a reakcióban.

Melyik elemet jelöli **X**? Határozd meg az ismeretlen képleteket! Írd fel a végbemenő folyamatok egyenletét! Mi a szerkezete és térszerkezete a barnássárga gázt alkotó molekuláknak?



(Borbás Réka)

K538*. A kémia táborban barkochbázik két diák.

- | | |
|-------------------------|---------|
| - Elem? | - Nem. |
| - Szerves vegyület? | - Igen. |
| - Van benne heteroatom? | - Igen. |
| - Egy? | - Nem. |
| - Kettő? | - Igen. |

- Az a két heteroatom egyféle? - Igen.

- És azonos funkciós csoportot is képeznek? - Igen.

Na jó, segítetek egy kicsit: a hidrogén és a heteroatom tömegaránya 1:2.

- Vízoldható?

A második bólogat.

- A brómos vizet elszínteleníti? Savas az oldatának kémhatása?

A második mindkét kérdésre a fejét rázza. Ekkor az első lelkesen számolgat, összevonja a szemöldökét, majd megkérdezi:

- A szénttartalom nagyobb mint 50 tömeg%?

A válasz bólintás.

- És 60%-nál is nagyobb?

Fejrázás.

- Hány királis szénatom van benne? 0, 1, 2?

A második a 2-re mondott igent.

Újabb gondolkodás után az első megkérdezi, hogy elágazó-e a vegyület szénláncja. A mellettük ülő harmadik diák nem hallja a választ, csak azt, hogy az első felkiált: Akkor már tudom!

Melyik vegyületre gondolt a második? Rajzold fel a szerkezetét!

(Borbás Réka)

K539*. Egy ismert fás szárú növény illóolájának legnagyobb részét egyetlen vegyület alkotja. Ennek széntartalma $81,79\text{ m/m}\%$, DBE értéke 6, és csak egy O atomot tartalmaz. A DBE (double bond equivalent), azaz a telítetlenségi fok megmutatja, hogy egy molekula hány „ H_2 molekulával” tartalmaz kevesebbet az azonos számú szén- és heteroatomot tartalmazó telített, nyílt láncú vegyülethez képest.

a) Add meg a vegyület molekulaképletét számolással igazolva!

Mint rengeteg másik illatanyag és feromon, egy olyan oxigéntartalmú funkciós csoportot tartalmaz, amely oxidálható és redukálható is. Tudjuk továbbá, hogy a molekula egészére kiterjed a konjugált elektronrendszere (ezért sárgás színű) és csak egyetlen szénatomjához nem kapcsolódik hidrogén. A tényszerűek közül a szterikusan kedvezőbb izomer forma található meg a természetben.

b) *Add meg a keresett molekula konstitúciós képletét és néhány nevét!*

A telítetlen csoportok hidrogénezése katalizátort is igényel. Egy ilyen katalizátor az elemi palládium fém, amelyet a felületnövelés érdekében nagy fajlagos felületű elemi szén hordozóra visznek fel. Ezt legtöbbször többszörös C-C kötések telítésére és nitrocsoportok redukációjához használják. Shvo katalizátora egy olyan ruténiumkomplex, ami az oxigéntartalmú csoportok telítését segíti elő.

c) *Milyen termékre számíthatunk (képlet és tudományos név), ha Pd/C, illetve Shvo-katalizátort használunk az illóolaj anyaga esetében, és feltételezzük, hogy csak egy csoport telítődik mindkét esetben? Mi lenne a termék, ha minden redukálható csoport reagál és teljes mértékben telítjük a molekulát?*

A redukció mellett oxidációs reakcióba is vihetjük az anyagot. Enyhe oxidáció esetén csak egy csoport reagál, de erősebb oxidáció (pl. ózon) esetén C-C kötés is felhasad, és a hasadt láncvégek szénatomjai a legoxidáltabb formát veszik fel.

d) *Add meg az enyhe és az erőses oxidáció termékeit képlettel és névvel!*
(Kovács Máté)

K540*. A medencekarbantartók számára gyakori feladat a víz pH-jának módosítása. A gyakoribb eset az, hogy csökkenteni kell a pH-t, azonban szükség lehet azt növelő vegyszer használatára is.

A változást természetes és mesterséges folyamatok is elősegíthetik. A medencék vizének pH-ja általában 6,5-8,0 között van. Ez az érték a széndioxid oldatból való eltávozásakor nő.

a) *A kémhatás figyelembevételével írd fel a CO₂ távozásával járó egyensúlyi reakció ionegyenletét!*

Ismertek olyan fertőtlenítő készülékek, melyek vízben oldott konyhasót indifferens elektródok között elektrolizálnak, és az így kapott elegyből adagolnak a medencébe.

b) *Írd fel az elektródfolyamatok egyenletét!*

A berendezés működése során a termékek nincsenek elválasztva, így fennáll annak a lehetősége, hogy reakcióba lépjenek.

c) *Milyen reakció megy végbe a termékek között? Írd fel az egyenletét!*

d) *A berendezés működése során hogyan változik a medence vizének pH-ja?*

Egy medenceszaküzletben folyadék és szilárd kiszerelésű pH-csökkentő is kapható. A folyadék a leírása szerint 15%-os, 1,102 g/cm³-es sűrűségű kénsavoldat. Ha ezt, és a szilárd vegyszerből készült oldatot semlegesítjük nátrium-hidroxid-oldattal, akkor a két semleges oldat minőségi összetétele megegyezik. A szilárd por 0,1013 g-os részletéből készült oldat semlegesítéséhez 8,44 cm³ 0,1 mol/dm³-es koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat szükséges.

e) *Mi lehet a szilárd vegyület? Válaszodat számítással támaszd alá!*

Egy 25000 literes medence vizének pH-ját szeretnénk csökkenteni. Rövid próbálkozás után azt tapasztaltuk, hogy a kívánt érték beállításához 750 milliliterre van szükség a kénsavoldatból.

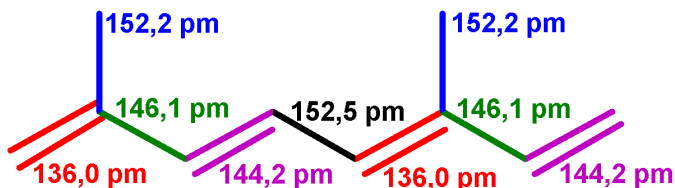
f) *Hány grammot kellett volna felhasználni a másik vegyszerből azonos hatás eléréséhez? Ilyen körülmények között mindkét vegyület disszociációja teljesnek tekinthető.*

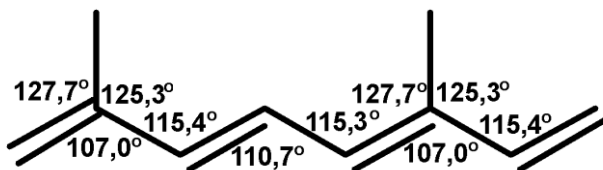
A kénsavoldat 5 litere 5700 forintba kerül, míg a szilárd vegyszerből 1,5 kilogramm 2400 forint.

g) *Ha a fenti kémhatásbeállítást egy nyár során 6 alkalommal kell elvégezni, akkor melyik vegyszer használata olcsóbb?*

(Ficsór István Dávid)

H436. Az ábrákon látható, két izoprénegységből álló diterpénben mind a tíz szénatom egy síkban van. Az ábrák megadják az összes szén-szén kötéstávolságot és kötésszöget. Ha további izoprénegységek kapcsolódnak, akkor ugyanezek a geometriai elrendeződések ismétlődnek.





- Hány izoprénegység képez önmagába záródó ciklust?
- Mekkora ennek a ciklusnak az átmérője?

(Lente Gábor)

H437. Vendel nyáron gyümölcskompótot készített. A nyers gyümölcsöt kevés cukorral felforraltta, hogy levet eressen, majd befőttesüvegekbe töltötte, melyeket előzetesen hőkezeléssel sterilizált. Még az üvegbe töltés előtt megmérte a lé pH-ját, ugyanis azt olvasta, hogy 4,6 fölött fennáll a Clostridium baktérium elszaporodásának veszélye. (Ennek a spóráit megbízhatóan csak 120 °C körül lehet elpusztítani, tehát az alkalmazott hőkezelés erre alkalmatlan.) Mivel 4,2-es pH-t mért, végül nem tartott ettől.

Csakhogy az egyik adag befőttesüveget nem a sütőben, hanem forrásban lévő vízben sterilizálta, és miután kivette a vízfürdőből, határozottan jelentős mennyiségű vízkövet látott az üvegek belső oldalán is. Nem volt ez igazán meglepő, hiszen itt, ahol nyaralt, az egyik legkeményebb a víz Magyarországon. Attól tartott, hogy a lerakódott vízkő feloldódva talán már a veszélyes tartományba emelheti a készítmény pH-ját.

Reális volt a félelme? A választ számítással támaszd alá! A számításához használj észszerű becsléseket, közelítéseket és elhanyagolásokat!

(Zagyi Péter)

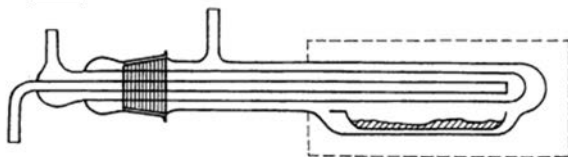
H438. Megfelelő oxidálószer segítségével a borneol kámforrá alakítható.

- Add meg a két vegyület konstitúcióját!
- Hány sztereoizomer viszonyban álló vegyületet jelöl az előbbi két képlet? A sztereo kémia jelölésével rajzold fel ezek szerkezetét!
- Ha (+)-borneolból indultunk ki, akkor az oxidáció során keletkező termék milyen irányban fogja forgatni a polarizált fény síkját?

Egy hasonló reakció egyetlen terméke a (+)-kámfor volt.

d) *Mit mondhatunk a kiindulási anyag szerkezetéről?*

A szintézis során kapott nyerstermék tisztítására az alábbi képen látható készüléket javasolták. A tisztítandó anyagot a kis tálkába kell helyezni, majd a készülék bekeretezett részét 150°C -ra kell melegíteni, és ezen a hőmérsékleten tartani a látható változások megszűnéséig. Eközben a minta fölé belógó csövet hideg vízzel kell hűteni.



e) *Melyik csővégződésen érdemes a hűtővizet bevezetni? Milyen célt szolgál a három csővégződés közül a jobb oldali?*

A művelet során a nyerstermék megolvadása nem figyelhető meg, azonban a hűtött csövön fehér kristályok megjelenése igen.

f) *Mi a neve a tisztítás során végbemenő folyamatnak? Milyen szőlás kapcsolódik ehhez a folyamathoz?*

(Ficsór István Dávid)

H439. A kálium-hidrogén-tartarát a kálium azon sói közé tartozik, melyek oldhatósága elegendően kicsi ahhoz, hogy megfelelő körülmények között csapadékként leváljon.

Ha 100 cm^3 $0,020\text{ mol/dm}^3$ -es koncentrációjú kálium-tartarát-oldatban kevertetés mellett hidrogén-kloridot nyeletünk el, akkor rövid idő múlva fehér csapadék jelenik meg. Ha az elnyeletést folytatjuk, akkor egy bizonyos idő után a kivált csapadék feloldódik.

- Mekkora anyagmennyiségű hidrogén-klorid oldódása szükséges ahhoz, hogy meginduljon a csapadék képződése?*
- Mekkora anyagmennyiségű hidrogén-klorid oldódása szükséges ahhoz, hogy a csapadék teljesen feloldódjon?*
- Egy hasonló kísérlet során mit tapasztalnánk, ha a kálium-tartarát-oldat kiindulási koncentrációja a fenti érték fele lett volna?*

A számítások során tekints el az esetleges térfogatváltozásoktól!

A kálium-hidrogén-tartarát oldhatósági szorzata $2,56 \cdot 10^{-4} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$. A borkősav savi disszociációs állandói $9,33 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$, illetve $3,47 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$.

(Ficsór István Dávid)

H440. Ha a butadiént – megfelelő katalizátor jelenlétében – polimerizáljuk, akkor az alábbi tulajdonságokkal rendelkező terméket kapjuk:

- A láncközi, valamint a láncvégi kétszeres kötésekben részt vevő szénatomokhoz kapcsolódó hidrogénatomok számának aránya 41,0 : 1,00.
- A láncközi kétszeres kötésben részt vevő szénatomokhoz kapcsolódó hidrogénatomok esetén a *cisz*, valamint a *transz* viszonyban átlók számának aránya 81,0 : 1,00.

a) *Rajzold fel a polibutadién-láncokat felépítő egységek szerkezetét!*

b) *A keletkező polimer tömegének hányad részét teszik ki az egyes egységek?*

Ha polibutadiént toluolban oldunk, és megvizsgáljuk az oldat ozmózisnyomását (π) különböző tömegkoncentrációk (c_m) és átlagos molekula-tömegek (M) esetén, akkor az alábbi összefüggés állapítható meg:

$$\pi = R \cdot T \cdot M^{-1} \cdot c_m + B \cdot c_m^2$$

ahol R az egyetemes gázállandó, T az abszolút hőmérséklet, B pedig egy kísérleti úton megállapított állandó, melynek értéke $2,025 \text{ Pa} \cdot \text{kg}^{-2} \cdot \text{m}^6$.

A fenti polibutadién 0,5615 grammjából 200 cm^3 oldatot készítettünk. Ennek az oldatnak az ozmózisnyomása $30,0 \text{ °C}$ -on $47,0 \text{ Pa}$.

c) *Hány monomer egységből áll átlagosan egy-egy polimerlánc? Hány kiralitáscentrum van átlagosan az egyes láncokban?*

d) *Mire használják a polibutadiént?*

(Ficsór István Dávid)

KERESD BENNE A KÉMIÁT!

Szerkesztő: Keglevich Kristóf



Kedves Diákok!

Az előző számban megjelent feladatok megoldását a következő számban közöljük, most három újabb feladat következik. A kérdések között vannak nagyon könnyűek, illetve olyanok, amelyek első olvasásra talán idegennek tűnnek, mivel nem csak a középiskolai kémia tananyaghoz kapcsolódnak, hanem fizikai vagy földrajzos vonatkozásuk is van. Ne felejtsetek: többnyire ezek is egyszerű választ föltételeznek, csupán kis interneten való nyomozást igényelnek, esetleg egy, az iskola könyvtárában meglévő szakkönyv kézbe vételét...

A feladatmegoldások beküldése a korábban megszokott módon lehetséges, a <http://kokel.mke.org.hu> honlapon található linken keresztül.

Beküldési határidő: 2025. január 7.

Sikeres munkát, jó versenyzést kívánunk mindenkinek!

4. idézet: a periódusos tábla legvégén lévő elemek (7 pont)

„Tatarszkij még néhány lapot átfordított, és a Parlamenthez írt saját szövegére bukkant. Egyből nyilvánvalóvá vált, hogy a többit sem Pugin találta ki. Addigra viszont a képzelete már megrajzolta a reklámszakma álruhás nagyágyújának alakját, aki képes összehozni egy nadrágot akár Shakespeare-rel, akár az orosz történelemmel. Ám ez a virtuális Pugin csak néhány rövid másodpercig létezett Tatarszkij tudatában, és olyan gyorsan szétbomlott, mint a periodikus rendszer végén lévő nehézfémek.”
(Viktor Pelevin: *Generation P.* [1999] – Bratka László fordítása [Bp., Európa Könyvkiadó, 2006.])

Kérdések:

- Nézz utána, valóban nehézfémek vannak-e a jelenleg legteljesebb, az összes bizonyított létezésű elemet tartalmazó periódusos rend-

szer végén? Melyik az utolsó elem, amelyik fémnek tekinthető? (2 pont)

- b) Milyen nagyságrendű a „periodikus rendszer” végén lévő elemek felezési ideje? Hozz két konkrét példát! (3 pont)
- c) Ki az a tudós, akinek a nevéhez a legtöbb transzurán elem felfedezése köthető? Meg lehet-e mondani egyértelműen, hány elemet fedezett fel az illető személy? Miért? (2 pont)

(Turányi Tamás)

5. idézet: metán a kőszénbányában (15 pont)

„A bányalég vagy robbanólég vagy sújtólég, más néven szénhidrogéngáz vagy mocsárgáz, színtelen, csaknem egészen szagtalan, gyengén világító gáz, amely a belélegzésre teljesen alkalmatlan. Az ilyen gonosz gázzal telített környezetben a bányász csakúgy nem bírna élni, mint ahogy nem élhetne valamely világítógázzal teli gáztartályban. Különbözik egyik is, másik is nem egyéb, mint szénhidrogén, és ez a bányalég robbanókeveréket alkot, mihelyt minden száz egység öt-nyolc résznyi levegővel elegyedik. Bármely ok folytán gyullad is meg e keverék, megtörténik a robbanás, amely sokszor óriási szerencsétlenséget okoz.

Ezt a veszedelemet hárítja el a Davy-féle készülék, amely sűrű dróthálóból álló köpennyel teljesen körülvéshi és elkülöníti a lámpás lángját. Ami gáz a dróthálöhengerbe nyomul, azt elégeti anélkül, hogy a körülötte levő külső levegőben bármikor is gyulladást okozna. Ez a biztosítólámpás vagy húszféle javításon ment azóta keresztül. Ha a lámpás eltörik, akkor a láng elalszik. Ha minden tilalom dacára a bányász ki akarja nyitni, akkor is elalszik. Miért történik hát mégis annyi robbanás? Azért, mert semmiféle óvatosság nem tudja elhárítani a munkás oktalanságát, hogy az minden áron pipára ne gyújtson; éppoly elkerülhetetlen az is, hogy szikrát ne hánynjon az összeütött vasszerszám.”

(Jules Verne: Fekete Indiák [1877] – Varga Ottó fordítása nyomán)

Kérdések:

- a) A bányalég fő komponense a metán. Írd föl azon reakció reakcióegyenletét, amely a metán levegőn való felrobbanásakor megy végbe! (1 pont)

- b) Nevezd meg három természetes, a szénbányákon kívül lejátszódó folyamatot, amely során metán keletkezik! (3 pont)
- c) A metán fontos környezetkárosító hatása, hogy üvegházhatású léven hozzájárul a klímaváltozáshoz. Hasonlítsd össze a metán és a szén-dioxid globális felmelegedésre gyakorolt hatását! (3 pont)
- d) A Davy-lámpa pislákoló fénnel jelezte, illetve kialudt, ha a metántartalom elérte a már robbanásveszélyes 5 térfogatszázalékot. Ismertesd tömören a Davy-lámpa működési elvét! (2 pont)
- e) Humphry Davy (1778–1829) korának egyik legismertebb fizikusa és kémikusa volt. Számos elemet fedezett fel. Sorold fel ezen elemek nevét! (3 pont)
- f) Milyen eljárást használt Davy ezen elemek előállításánál? (1 pont)
- g) Mi a világítógáz két fő komponense? Hogyan állították elő a világítógázt? (2 pont)

(Keglevich Kristóf)

6. feladat: mészakő, márvány, barlang (8 pont)

*„Ha ingatag létünkre folyton visszavágunk,
és épp e tájhoz, a fők az,
hogy anyaga oldódik a vízben. Lejtők, lám, gömbölyűek.
Kakukkfűvel illatoznak felületei,
belül titkos járatok garmadáit; hallgasd! mindenünnen
forrás buggyan ki csobogva,
saját halastavat táplál, saját szurdokot farag
pillangók-gyíkok pihenőhelyül [...]”*

(Wystan Hugh Auden: A mészakő dicsérete [1948] – Hernádi Miklós fordítása)

Kérdések:

- a) A mészakő üledékes kőzet. Add meg, melyik ásvány a fő összetevője! Mi az elvi különbség kőzetek és ásványok között? (1 pont)

- b) A márvány uralkodó ásványa ugyanaz, mint a mészkőé. Szobrokat érdekesebb márványból készíteni, mint mészkőből. Miért? Legalább két okot említs! (2 pont)
- c) Milyen kémiai tévedés szerepel az idézett sorokban? Nézz utána, az eredeti versben is szerepel-e a hiba, vagy a fordító hibájából került a magyar szövegbe! (2 pont)
- d) Írd fel annak a reakciónak az egyenletét, amely lehetővé teszi, hogy a mészkőhegységben „belül titkos járatok garmadáit” alakuljanak ki! (1 pont)
- e) Nézz utána, egyformán jellemző-e a karsztosodás a mészkőre és a rokon szerkezetű dolomitra! Válaszodat indokold is meg! (2 pont)

(Filipszki László)

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia angolul

Szerkesztő: Barabás Gergő

Kedves Diákok!

A Kémia angol nyelven verseny újabb fordulójához érkezett. A verseny formátuma a korábbi néhány évével megegyezik: a lefordított szövegekben kell a fordítási, valamint stilisztikai hibákat keresni. A fordításokat egy program segítségével végeztük, azonban hiába a technológia, és az igyekezet, a fordítórendszerek még mindig vétenek hibákat. Ezeket kell nektek megkeresni és egyúttal javaslatot tenni azok magyarosabbá vagy éppen angolosabbá tételére! Lehetséges a fordítói szabadsággal élni – hiszen például míg az angol a hosszú, többszörösen összetett mondatokat elbírja, a magyar inkább szétszedi kisebb egységekre.

A munka segítségéhez alábbiakat érdemes végig gondolni:

1. Az adott szövegben megfelelő-e a kémiai szakszavak fordítása? A megfelelő angol szót használta a program vagy a kémiát nem ismerve keresett szót?
2. Vannak-e benne más pontatlanságok, esetleg nagyobb félrefordítások?
3. A nyelvtan és a helyesírás rendben van?
4. A fordított szöveg magyarul is természetesnek hangzik?

Maximálisan **100 pontot** lehet kapni. Ha valaki nem tudja befejezni a szövegek lektorálását, dolgozatát akkor is küldje be, hiszen a részpontok is beleszámítanak a pontversenybe. Próbáljátok elsősorban a szakmai hibákat keresni – ha maradtak benne vagy kerültek bele.

A pontverseny első három helyezettje jutalomban részesül.

A pontversenyre benevezni és a javításokat beküldeni a <http://kokel.mke.org.hu> weblapon keresztül lehetséges.

A formai követelményekre ügyeljenek: **minden egyes lap bal felső sarkában, a fejlécben szerepeljen a beküldő teljes neve, iskolája és osztálya.** Csak a **névvel ellátott dolgozatok** kerülnek értékelésre! Javításaitokat szaktanároknak is érdemes elküldeni.

Beküldési határidő: 2026. január 7.

Jó hibakeresést, jó versenyzést kívánok!

Elöljáróban:

Idén 130 éve hunyt el Irinyi János, a „zajongás nélküli gyufa” atyja. Az egyik szöveg így előtte és a munkája előtt rója le tiszteletét. A másik szöveg egy hasonlóan fontos eseményről ír röviden: az idei kémiai Nobel-díj sajtóközlemény (félre)fordított változatát olvashatjátok.

A gyufa története

[...] A zajtalan és robbanásmentes gyufa feltalálása honfitársunknak, Irinyi Jánosnak köszönhető, aki 1836-ban rájött a megoldásra. Ehhez professzorának, Meissner Pálnak sikertelen kísérlete vezetett, aki ként ólom-dioxiddal dörzsölt össze, de elmaradt a gyulladás. Irinyi rájött, hogy „ha kén helyett foszfort vett volna, már rég égne”. Irinyi a „klórsavas-kálit” (KClO_3 - kálium-klorát) ólom-dioxiddal (PbO_2) helyettesítette. A forró vízben megolvasztott és rázással granulált foszfort kihűlés után ólom-dioxiddal és arabgumival egyesítette, az így kapott masszába kénezett végű fapálcikákat mártott. A már kényelmesen használható gyufa azonban még mindig erősen mérgező fehérfoszfort tartalmazott, ezért a legtöbb országban betiltották. 1845-ben Anton von Schrötter osztrák kémikus már felfedezte a vörösfoszfort, így később lehetőség nyílt a veszélyes fehérfoszfor lecserélésére. A biztonsági dörzsgyufánál a vörösfoszfor nem a gyufafejre, hanem a dörzsfelületre került, ami a vörösfoszforon kívül antimon-szulfidot is tartalmazott. A gyújtófejen főleg kálium-klorátot, kénvirágot rögzítettek arabgumi segítségével. Ezt a találmányt azért nevezték „svéd gyufának”, mert a szabadalmaztatásban Schrötttert

megelőzte Gustaf Erik Pasch svéd egyetemi tanár. Ennek alapján, némi tökéletesítés után 1845- ben a Lundström testvérek Jönköpingben kezdték el a „biztonsági gyújtó” gyártását. Az 1860- as években már világszerte elterjedt a svéd gyufa használata. Ennek hatására sorra olyan gyufagyártási eljárások kerültek előtérbe, amelyeknél a fehérfoszfort végül a vörösfoszforral helyettesítették. Az eredeti svéd gyufában jelenlevő kálium-klorát veszélyes volt, a 20. századra felváltotta a kálium-dikromát, valamint az ólomdioxid. A modern gyufa feje oxidálószer (pl. ólom-dioxidot), antimon-szulfidot, üvegport, színezéket tartalmaz kötőanyagba ágyazva. Az így kialakított gyufa feje olyan – a doboz oldalán kialakított – dörzsfelületen lobban lángra, amely vörösfoszfort, barnakövet (mangándioxid; MnO_2), őrölt üveget foglal magában, kötőanyaggal rögzítve. A dörzsölés hatására a gőzzé alakult vörösfoszfor gyújtja be az oxidálószer a gyufafejben, az égés áterjed a fa gyújtószálra, amely a láng hordozója.

[...]

Forrás: https://kemfiz.hu/kemia_emelt/Esettanulmány-emelt/Szervetlen%20kémia/A%20gyufa%20története.pdf

History of Matches

[...]

The invention of a silent, non-explosive match is credited to our compatriot John Irinyi, who discovered this solution in 1836. This led to an unsuccessful experiment by his professor, Paul Meissner, who rubbed sulfur with lead oxide, but the match failed to ignite. Irinyi realized that "if he had used phosphorus instead of sulfur, it would have burned out long ago." Irinyi replaced the "chlorine slaked lime" ($KClO_3$ - potassium chlorate) with lead oxide (PbO_2). After cooling, the phosphorus, dissolved in hot water and granulated by stirring, was mixed with lead oxide and gum arabic, and wooden sticks with sulfurized ends were immersed in the

resulting mixture. However, the now convenient match still contained highly toxic white phosphorus and was therefore banned in most countries. In 1845, the Austrian chemist Anton von Schrötter had already discovered red phosphorus, which later became an alternative to the dangerous white phosphorus. In the safety match, the red phosphorus was applied not to the match head, but to the friction surface, which in addition to the red phosphorus also contained antimony trisulfide. The ignition head was composed primarily of potassium chlorate and flowers of sulfur using gum arabic. This invention was called the "Swedish match" because Swedish university professor Gustaf Erik Pasch patented it before Schrötter. Based on this, the Lundström brothers began producing a "safety lighter" in Jönköping in 1845, after several improvements. In the 1860s, the use of the Swedish match spread worldwide. This led to the development of matchmaking processes, in which white phosphorus was eventually replaced by red phosphorus. The potassium chlorate in the original Swedish match was dangerous and was replaced by potassium dichromate and lead oxide in the 20th century. The head of a modern match contains an oxidizing agent (e.g., lead oxide), antimony sulfide, powdered glass, and a colorant incorporated into a binder. The resulting match head is lit on a friction surface—formed on the side of the matchbox—containing red phosphorus, brown stone (manganese dioxide; MnO_2), and ground glass, all bonded together. Friction causes the evaporating red phosphorus to ignite the oxidizing agent in the match head, and combustion spreads to the wooden wick, which carries the flame.

[...]

Their molecular architecture contains rooms for chemistry

The Nobel Prize laureates in chemistry 2025 have created molecular constructions with large spaces through which gases and other chemicals can flow. These constructions, *metal-organic frameworks*, can be used to harvest water from desert air, capture carbon dioxide, store toxic gases or catalyse chemical reactions.

Susumu Kitagawa, Richard Robson and Omar Yaghi are awarded the Nobel Prize in Chemistry 2025. They have developed a new form of molecular architecture. In their constructions, metal ions function as cornerstones that are linked by long organic (carbon-based) molecules. Together, the metal ions and molecules are organised to form crystals that contain large cavities. These porous materials are called metal-organic frameworks (MOF). By varying the building blocks used in the MOFs, chemists can design them to capture and store specific substances. MOFs can also drive chemical reactions or conduct electricity.

“Metal-organic frameworks have enormous potential, bringing previously unforeseen opportunities for custom-made materials with new functions,” says Heiner Linke, Chair of the Nobel Committee for Chemistry.

It all started in 1989, when Richard Robson tested utilising the inherent properties of atoms in a new way. He combined positively charged copper ions with a four-armed molecule; this had a chemical group that was attracted to copper ions at the end of each arm.

When they were combined, they bonded to form a well-ordered, spacious crystal. It was like a diamond filled with innumerable cavities.

Robson immediately recognised the potential of his molecular construction, but it was unstable and collapsed easily. However, Susumu Kitagawa and Omar Yaghi provided this building method with a firm foundation; between 1992 and 2003 they made, separately, a series of revolutionary discoveries. Kitagawa showed that gases can flow in and out of the constructions and predicted that MOFs could be made flexible. Yaghi created a very stable MOF and showed that it can be modified using rational design, giving it new and desirable properties.

Following the laureates' groundbreaking discoveries, chemists have built tens of thousands of different MOFs. Some of these may contribute to solving some of humankind's greatest challenges, with applications that include separating PFAS from water, breaking down traces of pharmaceuticals in the environment, capturing carbon dioxide or harvesting water from desert air.

Source: <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2025/press-release/>

Molekuláris architektúrájuk teret enged a kémia számára

A 2025-ös kémiai Nobel-díj nyertesei olyan molekuláris szerkezeteket hoztak létre, amelyekben nagy terek vannak, amelyeken keresztül gázok és más vegyi anyagok áramolhatnak. Ezeket a szerkezeteket, az úgynevezett fémorganikus vázakat, fel lehetne használni víz kinyerésére a sivatagi levegőből, szén-dioxid megkötésére, mérgező gázok tárolására vagy kémiai reakciók katalizálására.

Susumu Kitagawa, Richard Robson és Omar Yaghi nyerték a 2025-ös kémiai Nobel-díjat. Újfajta molekuláris architektúrát fejlesztettek ki. Szerkezeteikben a fémionok építőelemekként működnek, amelyeket hosszú szerves (szén alapú) molekulák kötnek össze. Az ionok és a fém molekulák kristályokba szerveződnek, amelyek nagy üregeket tartalmaznak. Ezeket a porózus anyagokat fémorganikus vázoknak (MOF-oknak) nevezik. Az MOF-okban használt építőelemek módosításával a vegyészek úgy tervezhetik meg ezeket a szerkezeteket, hogy meghatározott anyagokat rögzítsenek és tároljanak. A MOF-ok a kémiai reakciókat is szabályozhatják, vagy vezethetik az elektromosságot. „A fémorganikus vázak hatalmas potenciállal rendelkeznek, és váratlan

lehetőségeket kínálnak új funkciókkal rendelkező, testreszabott anyagok számára” – mondja Heiner Linke, a kémiai Nobel-bizottság elnöke. Minden 1989-ben kezdődött, amikor Richard Robson kísérleteket tett az atomok belső tulajdonságainak új módon történő felhasználásával. Pozitív töltésű rézionokat kombinált egy négykarú molekulával; ennek a molekulának volt egy kémiai csoportja, amelyet vonzottak a rézionok az egyes karok végén. Amikor egyesültek, egy rendezett és tágas kristályt alkottak. Olyan volt, mint egy számtalan üreggel teli gyémánt.

Robson azonnal felismerte molekulaszerkezetének lehetőségeit, de az instabil volt és könnyen összeomlott. Susumu Kitagawa és Omar Yaghi azonban szilárd alapot fektettek le ehhez a konstrukciós módszerhez; 1992 és 2003 között egymástól függetlenül számos úttörő felfedezést tettek. Kitagawa bebizonyította, hogy a gázok be- és kiáramolhatnak a szerkezetekből, és megjósolta, hogy a MOF-ok rugalmassá tehetők. Yaghi egy rendkívül stabil MOF-ot alkotott, és bebizonyította, hogy racionális tervezéssel módosítható új és kívánatos tulajdonságok megszerzése érdekében. A díjazottak úttörő felfedezéseit követően a vegyészek több tízezer különböző MOF-ot építettek. Néhányuk segíthet megoldani az emberiség legnagyobb problémáit, olyan alkalmazásokkal, mint a perfluorált zsírsavak (PFAS) elválasztása a vízből, a környezetben található gyógyszerek nyomokban történő lebontása, a szén-dioxid megkötése vagy a víz kinyerése a sivatagi levegőből.

Uhljar Janka, Musza Katalin, Schusztar Gábor

Egy újabb rendhagyó laboratóriumi gyakorlat az Irinyi János OKKV-n – 2025. Csongrád-Csanád vármegyei középöntő

Egy korábbi cikkünkben [1] már bemutattunk három olyan laboratóriumi gyakorlatot, amelyek eltértek a versenyen hagyományosnak tekinthető sav-bázis titrálástól és az ún. ionvadászattól (reagens nélküli minőségi analízis). Ebben az írásunkban részleteztük, hogy miért tartjuk előnyösebbnek előre nem közölt, inkább a diákok problémamegoldási készségét és szövegértését igénylő gyakorlatok elvégzését. A fő szempontunk az volt, hogy kiegyenlítettebb feltételek mellett értékeljük a versenyzők természettudományban (is) releváns kvalitásait, függetlenül attól, milyen lehetőségeik voltak a saját iskolájukban előzetes kísérletek elvégzésére. Cikkünkre reflektálva néhány kémia tanár kollégánk aggodalmát fejezte ki arra vonatkozóan, hogy előre nem tisztázott típusú gyakorlatokra a diákok kevesebbet fognak készülni, illetve kevesebb sikerélményük lesz a gyakorlati fordulón. Emellett nincsenek meggyőződve a verseny kiegyenlítettségéről sem, ugyanis mivel a felszerelt iskolák többféle kísérletet tudnak elvégezteni a diákjaikkal, ezért véleményük szerint a jártasságuk nagyobb előnyt jelent egy ismeretlen gyakorlati feladat elvégzésénél is. [2]

Ezen felbuzdulva kíváncsiak voltunk arra, hogy az általunk kitalált laborgyakorlatok valóban csökkentik a szakadékot a jobban és a kevésbé felszerelt iskolák diákjai között. Az 57. Irinyi János OKKV Csongrád-Csanád vármegyei fordulójára összeállított laborgyakorlatot, a versenyzők visszajelzéseit, valamint az elért eredményüket elemezzük írásunkban.

A laborgyakorlatról

A laborgyakorlat összeállítása során, a következő szempontokat vettük figyelembe:

1. a szükséges eszközök és vegyszerek legyenek könnyen beszerezhetőek, megfizethetőek és „tömeggyártásban” is előállíthatóak (kb. 50 fővel számoltunk);
2. a kísérlet legyen egyszerűen kivitelezhető, reprodukálható;
3. legyen a diákok tudásszintjéhez igazított;

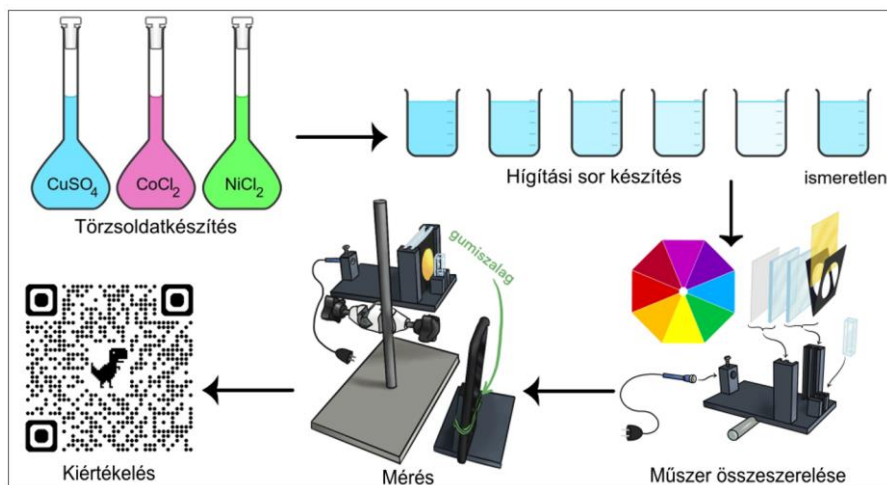
4. nagy valószínűséggel ne találkozzanak vele iskolai keretek között;
5. legyen gyakorlatorientált és valamilyen műszert kelljen használni;
6. a feladat elvégzéséhez egy matematikai egyenletet/képletet/függvényt kelljen alkalmazni;
7. és végül, de nem utolsósorban, más természettudományból hozott ismerettel legyen összekötve.

Az első három pont indokoltsága valószínűleg egyértelmű a kollégáknak. A negyedik ponttal, a bevezetőben leírtak alapján, ki akartuk küszöbölni az adott kísérlet típusban lévő jártasságot, így mérve a tanulók problémamegoldó képességét. Ennek támogatását szolgálja az 5. pont is, ugyanis a későbbi tanulmányaik során (vagy akár csak az élet más aspektusaiban) is ezekre a kvalitásokra szükségük lesz. Véleményünk szerint a 6. pontnak egyrészt azért van nagy jelentősége, mert sokszor tapasztaljuk azt, hogy matematikai tudás nélkül bármilyen természettudomány „elvérzik”. Másrészt fontos üzenet a diákok számára, hogy a természettudomány különböző ágai nem szeparálhatóak el teljesen egymástól. Ezt tovább erősíti az utolsó pont, ami segíti a különböző tantárgyaknak a kémiába történő integrálását.

A 2025. évi laborgyakorlatunkat a spektrofotometria ihlette. [3] Az alapötlet szerint egy kiadott színes oldat koncentrációját kell meghatározni úgy, hogy először hígítási sort kell készíteni, az oldatoknak egy telefonos alkalmazással meg kell mérni az „abszorbanciáját”, majd egy kalibrációs egyenest kell felvenni. Természetesen amellet, hogy egy érdekes és eddig feltehetően nem látott kísérletet végeznek el a diákok, tanító jelleget is szántuk a gyakorlatot. A célja az volt, hogy bemutassuk a versenyzőknek, hogy a fény (mint elektromágneses hullám) kölcsönhatásba lép az oldatokkal, emiatt kvantitatív és kvalitatív adatokat is kinyerhettünk. A versenyzők egyszerre vizsgálták kvalitatívan az oldatokat, hiszen fénytani szempontból megtudhatták, hogy egy adott oldatnak miért olyan színe van amilyen, és miért kell színszűrőként annak komplementer színét választani. Illetve kvantitatív információt is kinyertek, ugyanis a hígítási sor összes tagjához ugyanazt a színszűrőt használták, mégsem ugyanazt mérték, mert az átjutó fény mennyisége koncentrációfüggő a Lambert–Beer-törvény értelmében.

A gyakorlat műveleti lépéseit az 1. ábra mutatja be. Minden 9.-es versenyző kapott egy ismert koncentrációjú törzsoldatot, míg a 10.-

eseknek ezt szilárd kristályvizes sóból saját maguknak kellett elkészíteni. Ebből a törzsoldatból hígítási sort készítettek, illetve előzetesen megkapták az ismeretlen koncentrációjú, meghatározandó oldatot is. A részletes összeszerelési útmutató alapján a versenyzők összerakták a berendezést, majd megmérték az oldatokon áthaladó fény intenzitását. Ezeket az adatokat egy QR-kódon keresztül elérhető internetes oldalra felvitték, ahol megkapták a kalibrációs egyenes egyenletét, aminek segítségével kiszámolhatták az ismeretlen koncentrációt. A gyakorlat minden lépésén egy képekkel illusztrált leírás vezette végig a versenyzőket. Ez a szakirodalomhoz hasonló, számukra ismeretlen tárgykörű szöveg értelmezésével kapcsolatos képességeket mérte.



1. ábra. A laborgyakorlat munkafolyamata

A két kategória (évfolyam) között a nehézségi szintet többféleképpen differenciáltuk. Az egyik ilyen megoldás a törzsoldatkészítés volt, ahol a plusz műveleti lépés okosabb időbeosztást is igényelt a II. kategória versenyzőitől. Emellett szükség volt kristályvizes sóval való számításokra és a találékonyságukra is, ugyanis az elkészítendő oldatok koncentrációit a szöveg megadta, de a térfogatot nekik kellett leolvasni a rendelkezésre álló lombikról, továbbá az általuk kiszámolt só tömegét is nekik kellett bemérni.

A hígítási sor elkészítéséhez az 1. táblázat szolgált információkkal a versenyzők számára. Az első oszlopban a főzőpoharak sorszáma, a másodikban az elkészítendő oldatok koncentrációja, a harmadikban az ehhez szükséges hígítandó térfogat cm^3 -ben, majd az oldatokhoz tartozó fényintenzitás (amit a telefonos alkalmazás L (mint lux vagy lightness) betűvel jelölt, így következetesen mi is így kértük) szerepelt. A 0. sorszámu folyadék tiszta desztillált víz volt, melynek pedagógiai célja a természettudományokban általánosan alkalmazott referencia-mérés szükségességének bemutatása, hiszen a fényelnyelés mértékének kvantitatív vizsgálata során a hasonlítási alap megléte kiemelt fontosságú. A telefonos applikáció segítségével mért adatokból a 10.-eseknek ki kellett számolni az utolsó két oszlop tartalmát. A 9.-eseknek nem kellett logaritmust számolniuk, ezt az internetes alkalmazás elvégezte helyettük. Ennél a feladatnál azt mértük, hogy a diákok tudnak-e tájékozódni egy táblázatban, hígítást számolni, értelmezni a jelöléseket és alkalmazni a szükséges matematikai ismereteiket.

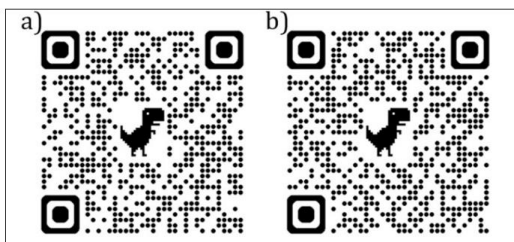
A kitöltött feladatlapok alapján a versenyzők 10%-a (5 fő) akadt el a (L_0/L) hányados kiszámolásánál, továbbá a 10.-esek 12%-a (4 fő) a logaritmus számolását nem tudta értelmezni, noha a pH-számítás ismerete a versenykiírásban szerepel.

#	$c_{\text{oldat}}/\text{mol}/\text{dm}^3$	$V_{\text{törzs}}/\text{cm}^3$	L	$\frac{L_0}{L}$	$\log_{10}\left(\frac{L_0}{L}\right)$
0	0	0		–	–
1	0,05				
2	0,10				
3	0,15				
4	0,20				
5	0,25				
Ismeretlen oldat					

1. táblázat. A kísérlet tervezése, a mérések kivitelezése és azok kiértékelése során kitöltendő táblázat

A mérőműszer összeszerelése után következett a mérés, amihez le kellett tölteniük a leírásban megadott alkalmazást a telefonjukra. Ehhez kiépítettünk egy olyan wifi-hálózatot, ami elbír ekkora terhelést is. A vármegyei forduló előtt két héttel tájékoztató levelet küldtünk minden felkészítő tanárnak, amiben jeleztük, hogy telefont kell a gyakorlat során használni, ezért a gyerekek hozzák magukkal a mobiltelefonjukat, legyen náluk töltő valamint a telefon tárhelyén elegendő szabad kapacitás. (Az is szerepelt a levélben, hogy aki nem tud telefont hozni, jelezze, és biztosítunk számára, de ilyen igény nem jelentkezett.) A gyakorlat kidolgozása során teszteltük, hogy a mérések telefonfüggetlenek legyenek, vagyis se a telefon szoftvere (Android vagy Apple termékeken futó iOS), se a két típusra letölthető, különböző, ingyenes alkalmazás (Color Meter-Android, xade finder|Colorimeter-iOS) ne befolyásolja a mérési eredményeket. Az appok használatát képekkel illusztráltuk, ahol nem csak a kezelését, de a helyes mérés menetét (jó pozíció, folyadékszint a küvetében stb.) is bemutattuk.

A mért adatokat a táblázatba kellett beírni, el kellett végezni velük az osztást és a logaritmizálást (csak 10. évfolyamon), majd a számolt adatokat fel kellett vinni az előzetesen megszerkesztett *GeoGebra* programba, ahová a 2. ábra QR-kódjai irányították a versenyzőket. A két kategóriának külön kiértékelő algoritmust írtunk, hiszen a 9.-eseknek nem kellett logaritmust számolniuk. Az adatokból a program megadta a kalibrációs egyenes egyenletét, amit a feladat során konzekvensen kalibrációs függvénynek hívtunk, ugyanis a koordinátageometriában definiált egyenes egyenletét csak 11.-ben tanulják a diákok. [4]



2. ábra. a) 9. osztály QR-kódja, b) 10. osztály QR-kódja

A *GeoGebra*-ban kapott függvény hozzárendelésében azonosítaniuk kellett a meredekséget és a tengelymetszetet, majd a megfelelő jelölésre át kellett írniuk a függő és független változókat az (1) egyenlet szerint:

$$\log_{10} \left(\frac{L_0}{L} \right) = m \cdot c + b$$

Ebben az alakban könnyebben felismerhették, hova kell behelyettesíteni az ismeretlen koncentrációjú (c) oldatból származó adatot, amiből mérlegelv alapján megkaphatták a keresett koncentrációt. Utolsó feladatként pedig (ez a 9.-eseknek bónusz feladat volt plusz pontért) a kiszámolt koncentrációból meg kellett határozniuk, hogy vajon milyen hígításban készítette el számukra az ismeretlen oldatot a technikus.

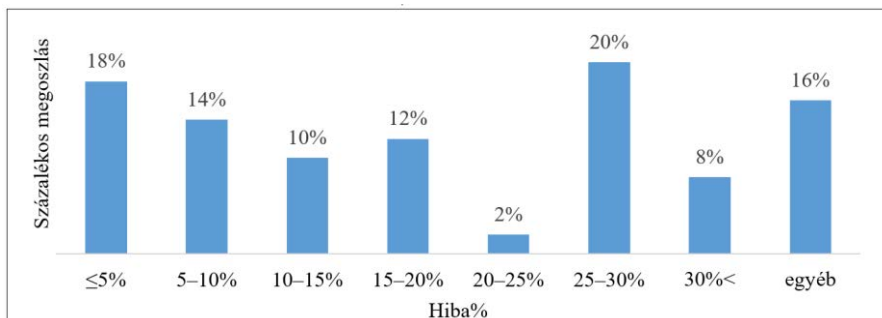
Versenyeredmények bemutatása

A versenyen 25–25 diák jelent meg évfolyamonként. A felkészítő tanároknak kiküldött tájékoztatóban, amiben kiemeltük a telefon szükségességét is, leírtuk azt is, hogy nem titrálási gyakorlatot kell elvégezniük a versenyzőknek. A feladatlapokat PhD hallgatók és tanárszakos hallgatók bevonásával még aznap javítottuk, és a helyszínen eredményhirdetést tartottunk. Az eredményhirdetés előtt egy online kérdőívet töltettünk ki a részt vevő diákokkal, ami az iskolájuk adta lehetőségekre, a családi háttérükre, a kémia iránti elköteleződésükre, a versenyre való felkészülésükre és a laborgyakorlatról kialakított személyes véleményükre irányult. Ezt a kérdőívet 46-an töltötték ki az 50-ből, és válaszaikat a versenyen kapott kód alapján össze tudtuk kötni a versenylapukkal, így biztosítva az anonimitást.

	<10%	10–30%	30–50%	50–70%	70–90%	90%≤
I. kat.	1 fő	4 fő	6 fő	7 fő	4 fő	3 fő
II. kat.	0 fő	1 fő	3 fő	10 fő	9 fő	2 fő

2. táblázat: A laborgyakorlat eredményeinek százalékos megoszlása

A laborgyakorlat százalékos eredményét (2. táblázat) tekintve azt gondoljuk, hogy a feladat egy versenyhez híven alkalmas volt az indulók tudásszintjének differenciálására; a résztvevők többsége közepesen teljesített, és csak kevés olyan versenyző volt, aki nagyon rosszul (<10%) vagy nagyon jól (90%≤) szerepelt.



3. ábra. A telefonos mérésekből kapott koncentráció eltérése a valótól

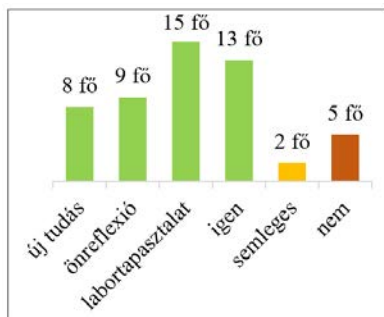
Ha csak a fotometriás mérés pontosságát tekintjük – noha egy ilyen berendezéssel számíthatunk rá, hogy nem lehet olyan pontos mérést végezni, mint egy valódi spektrofotométerrel – a 3. ábrán látható, hogy a diákok több, mint fele 20% alatti eltéréssel, 18 százalékuk pedig legfeljebb 5% eltéréssel mért. (A feladat összeállításához szükséges előzetes, PhD hallgatók által mért eredmények a $\leq 5\%$ kategóriába tartoztak, azaz a gyakorlatot megfelelően elvégezve ilyen pontosság biztosan elérhető volt.) A versenyzők 16%-ának a mérése értékelhetetlennek minősült, amelynek fő oka a hígítás számolásának elvi hibája, vagy a méréshez leírt instrukciók be nem tartása volt.

Örült Vélemény \	igen	nem	
pozitív	32 fő (70%)	10 fő (22%)	→ 92%
negatív	2 fő (4%)	2 fő (4%)	→ 8%
	↓ 74%	↓ 26%	

3. táblázat. Sor: Összességében milyen véleménnyel volt? Oszlop: Örült, hogy nem titrálást kellett elvégeznie?

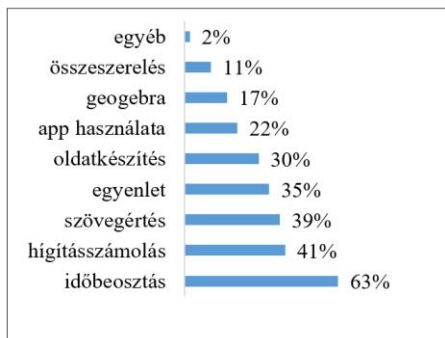
A laborgyakorlattal kapcsolatban megkérdeztük a versenyzőket, hogy *örültek-e annak, hogy nem titrálási feladatot kellett elvégezniük*. A válaszolók közel háromnegyede igennel felelt. Kíváncsiak voltunk, összességében milyen benyomásuk volt az általunk kitalált gyakorlattal

kapcsolatban. Itt két kérdést vettünk figyelembe: tetszett-e nekik, illetve tudnak-e valamit hasznosítani belőle (3. táblázat). Ez utóbbi kérdésre adott válaszokat kategorizáltuk, azonban voltak, akik nem fejtették ki bővebben a gondolataikat (4. ábra).



4. ábra. Hogy érezte, tud valamit hasznosítani a versenyen elvégzett kísérletből?

Arra is megkértük őket, válasszák ki, saját bevallásuk szerint a laborgyakorlat elvégzése közben mely műveletek jelentettek leginkább kihívást (5. ábra) számukra.



5. ábra. Mi okozta a legnagyobb kihívást a kísérlet elvégzése közben?



6. ábra. Mi az, ami a legjobban tetszett az elvégzendő kísérletben?

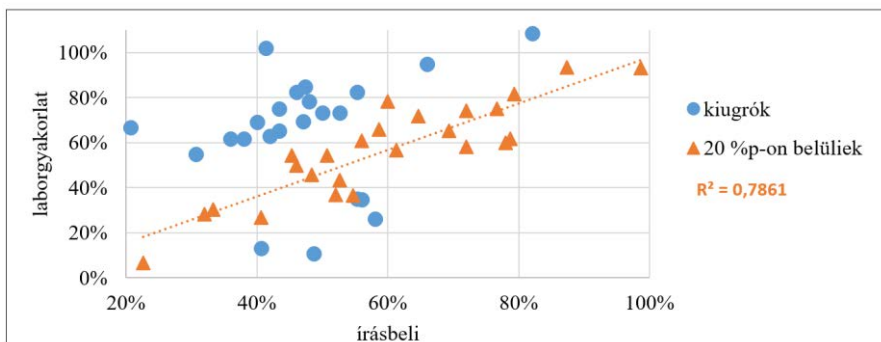
A válaszadók többségének ezt az időbeosztás jelentette, de kb. 40%-nak a hígításhoz szükséges számolás és a szövegértés is problémás volt. Közel a harmaduknak nehézséget okozott a kalibrációs függvényből kiszámolni az ismeretlen koncentrációt és elkészíteni a hígítási sort (az

ehhez szükséges ismeretek egy titrálás során is előkerülnek). A 6. ábrán azon válaszok kategorizálása látható, amit a *legjobban tetszett a gyakorlatban* kérdésre adtak. Mivel itt nem előre megadott válaszokat kellett bejelölniük, hanem nekik kellett szövegesen kifejtteni a véleményüket, a százalékos megoszlás eltérése kisebb az 5. ábra adataihoz képest. Ami többeknek tetszett, az a telefonhasználat beépítése volt, de örültek az új elméleti információnak is. A válaszadók 13%-a pedig magától emelte ki, hogy legjobban az tetszett neki, hogy a gyakorlat nem hasonlított az eddig tapasztalt iskolai kísérletekhez.

A kérdőívben kérdéseket tettünk fel a versenyre való felkészülésre vonatkozóan is. Minden válaszhoz egy számot rendeltünk és ezek összegét tekintettük az előzetes felkészülés mértékének (részleteket ld. a *Mellékletben*). Pearson-féle korrelációs teszttel függetlenségvizsgálatot végeztünk, az így kapott összeg (felkészülés mértéke) és az írásbelin, illetve a laborgyakorlaton elért százalékos eredmények között. A teszt szerint két változót függetlennek tekintünk, ha p értéke legalább 0,05. (Elsőfajú hibára 5%-ot engedünk meg.) A teszt elvégzésével az írásbeli-felkészülés adatpárra $p=0,0699$, míg a labor-felkészülés adatpárra $p=0,3631$ kaptunk eredményül. Hasonlóan összevetve az írásbeli-labor adatpárokat $p=0,0114$. Vagyis az első két esetben feltételezhetjük a függetlenséget. Ugyanakkor, míg az írásbeli eredmények esetében a p értéke közel esik a határhoz, addig a laboreredmények jobban meghaladják azt. Eszerint a célunkat, hogy a kísérleti munkára való célirányos felkészítésből fakadó előnyt csökkentjük, azaz az iskolák felszereltsége kevésbé legyen mérvadó, egyértelműen sikerült elérni. Ezzel szemben az írásbeli és a laborgyakorlat eredményei összefüggésben állnak, ami azt jelenti, hogy aki jól szerepelt a verseny elméleti területén, az általában a más képességeket mérő feladatban is eredményes tudott lenni.

Részletesebben megvizsgálva az utóbbi összefüggést, a versenyzőket két csoportra bontottuk (7. ábra): az első csoportba (▲ jelölő) azok tartoznak, akiknek az írásbelin és laborgyakorlaton elért százalékos eredményei közötti különbség legfeljebb 20 százalékpont (27 fő), a másik csoportba azok, akiknek ennél több (● jelölő, 23 fő). A kiugró adatok 78%-a (18 fő) a laborgyakorlaton több, mint 50%-ot ért el, míg az írásbelin ezt tipikusan nem érte el, amiből arra következtethetünk, hogy az írásbelin erősen megkövetelt elméleti tudás nélkül is jól

teljesíthető volt a gyakorlat. Az is jól látszik, hogy a kémia gyakorlati és elméleti oldalaiban való jártasság sok diáknál nem jár együtt. Noha a „jó vegyész lesz” jelzöt rendszerint az elméleti részben jól teljesítőkre szokták érteni, ez a diagram egy másfajta megközelítésre is okot ad, miszerint egy diák lehet eredményes egy gyakorlati kémiai probléma megoldásában attól függetlenül, hogy az elméleti versenypéldák megoldására „mennyire áll rá az agya”. Aki viszont kiemelkedően magas pontszámot ért el az írásbelin, tehát nagy elméleti háttértudással rendelkezik, annak a gyakorlata is magas pontszámú lett.



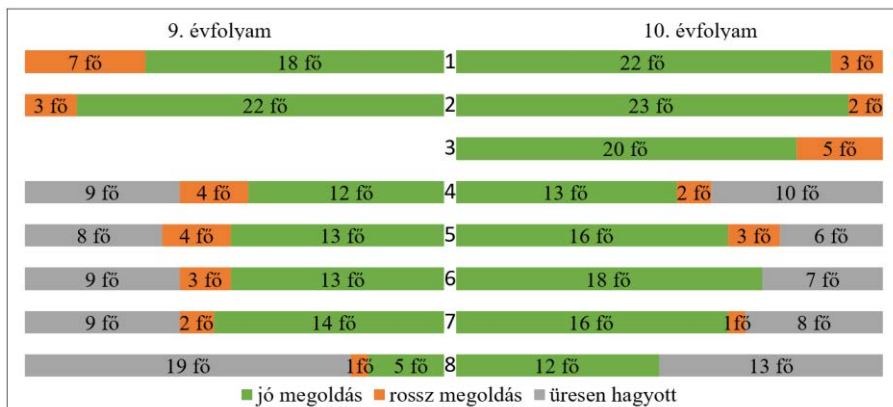
7. ábra. A laborgyakorlaton elért eredmények összefüggése az írásbelin nyújtott teljesítménnyel

Mint ahogy már említettük, nem célszerű elhanyagolni a diákok matematikai ismeretének fejlesztését. Amit érdemesnek tartunk e téren bemutatni, hogy a laborgyakorlaton hogyan teljesítették a matematikai gondolkodást, fogalomismeretet vagy eszköztárt igénylő feladatokat. Ezek rendre a következőképpen jelentek meg a feladatlapon:

1. hígítás számolásának elve;
2. táblázatban való tájékozódás, annak értelmezése, így a megfelelő számokkal elvégzett osztás,
3. az előző pontban számolt eredmény logaritmusának számolása;
4. a kalibrációs egyenesből származó függvény meredekségének és tengelymetszetének meghatározása;
5. függő és független változók azonosítása;
6. megfelelő y -érték behelyettesítése az egyenletbe;
7. az egyenlet megoldása mérlegelvvel;

8. az ismeretlen koncentrációjú oldat hígításához szükséges törzsoldattérfogat kiszámítása, amihez egyfajta visszafelé gondolkodás szükséges.

A 8. ábra ezeknek a pontoknak a megoldási arányát mutatja. Emlékeztetőül: a 9. évfolyamosoknak nem kellett logaritmust számolniuk, illetve az utolsó feladat bónusz feladat volt, vagyis nem volt kötelező elvégezni. Látható, hogy a hígítás számolásánál és a táblázatban való tájékozódásnál akadtak nehézségek mindkét évfolyam részéről. Ahol pedig már a függvénnyel kellett dolgozni, onnan az üresen hagyott kérdések száma is megnőtt. Sajnos a felmérés módja miatt nem egyértelmű, hogy azért nem adtak azokra választ, mert nem tudták/értették a feladatot, vagy mert nem volt már rá idejük, hiszen a számoláshoz addigra el kellett végezniük a mérést.



8. ábra: Matematikai készségeket igénylő feladatok megoldási aránya

Az összefüggést a fent felsorolt pontok teljesítése és az írásbeli számolási részének eredménye között szintén Pearson-féle függetlenségi teszttel vizsgáltuk meg, melyre $p = 8,062 \cdot 10^{-4}$ értéket kaptuk. Tehát összefüggés mutatkozik a laborgyakorlathoz szükséges matematikai készségek és az általában típusfeladatokra épülő kémiai számítások elvégzésének elvi háttere között, azaz aki a típuspéldákat értve oldja meg, az könnyebben kezeli ugyanazt a matematikai problémát egy eddig nem tapasztalt kontextusba ágyazva.

Összegzés

Az 57. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny Csongrád-Csanád vármegyei fordulójának laborgyakorlata során ismét eltértünk a hagyományostól, titrálás helyett egy spektrofotometriai elvű mérést kellett elvégezni a versenyzőknek, ami a problémamegoldóképességen túl a stresszkezelést, a szövegértést és a természettudományokhoz szükséges matematikai készségeket is mérte. A konkrét gyakorlat előzetesen nem került ismertetésre, így feltételeztük, hogy ez hozzájárulhat a versenyzők iskola adta felkészülési lehetőségek közötti különbségek kompenzálásához is.

Ez utóbbi igazságtartalmának felderítésére idén felmérést végeztünk, amely a versenyen elért eredményeken és a versenyzők kérdőíves válaszain alapult. Ennek eredményeképpen kimutattuk, hogy a versenyzők nagy része örült az ismeretlen, iskolában nem tapasztalt, gondolkodtató gyakorlatnak, saját bevallásuk szerint új ismeretet, labortapasztalatot és önreflexiót tanultak belőle. Pearson-féle függetlenségvizsgálattal tesztelve, a laborgyakorlaton és az írásbeli részekben elért eredmények függetlenek a felkészülés mértékétől (ez még látványosabban igaz a gyakorlat esetén), viszont a két részen elért eredmények között feltételezhető az összefüggés, azaz a jó elméleti alap sok esetben sikeres gyakorlati munkával járt. Ugyanakkor azt is kiemeljük, hogy sok diáknak gondot okozhat az elméleti versenypéldák megoldása, de ettől még kifejezetten jól teljesíthetnek egy kémiai témájú, komplex hozzáértést mérő laborgyakorlaton.

A laborgyakorlat megoldásához szükséges matematikai készségek eredményei rávilágítanak, hogy a diákok tudását ezen a területen is érdemes fejleszteni, ugyanis összefüggés mutatkozik ez és az írásbeli résznek a számolási feladatokra szerzett pontjai között.

Végezetül pedig ezek az eredmények megerősítettek bennünket abban, hogy az újítást szívesen fogadják a versenyzők, tanulnak, tapasztalnak és gazdagodnak belőle, így jövőre is valami rendhagyóval tervezünk készülni.

Irodalom

- [1] Musza Katalin, Schuszter Gábor (2024): *Rendhagyó laboratóriumi gyakorlatok az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaversenyen*, Középiskolai Kémiai Lapok 2024/4. LI. évfolyam 348–363.
- [2] Varga Bence (2024): *Az Irinyi-verseny laborgyakorlatáról – egy másik nézőpontból*, Középiskolai Kémiai Lapok 2024/5. LI. évfolyam 436.
- [3] Thomas S. Kuntzleman, Erik C. Jacobson (2016): *Teaching Beer's Law and Absorption Spectrophotometry with a Smart Phone: A Substantially Simplified Protocol*, Journal of Chemical Education, 97(7), 1249–1252.
- [4] Emberi Erőforrások Minisztériuma (2020): *Kerettanterv a gimnáziumok 9–12. évfolyama számára (Matematika 9–12. évfolyam)*. Oktatási Hivatal 27.

Melléklet a kérdőív válaszaikra adott pontozásról

A versenyzőknek feltett kérdéseket és azok válaszlehetőségeit az alábbi táblázat foglalja össze. A felkészülés mértékének a válaszokra adott pontoknak a feltüntetett módon vett összegét tekintettük.

Milyen tantervű osztályba jársz?		
Tagozatos: humán szakra	0	A bejelöltnek megfelelő pont.
Tagozatos: idegen nyelvi szakra		
Arany János Tehetséggondozó Program	1	
Tagozatos: matematika szakra		
Tagozatos: természettudományi szakra		
Jársz-e kémiából... (több válasz is megjelölhető)		
• Szakkörre (csoportos különóra) • Tehetséggondozásra (egyedül veled foglalkozik a tanár) • Magántanárhoz (fizetsz a személyesen vagy videóhívásban tartott óráért) • Online felkészítőre (tanár nélküli digitális tananyag)		Legalább két igen válasza → 2 Pontosan egy igen válasz → 1 Nem járok hasonlóra → 0
Hallottad-e már bármelyik tanárodtól, hogy utal a következőkre?		
• A természettudományok nem függetlenek egymástól. • A valóságban olyan komplex folyamatok zajlanak le, aminek megértéséhez szükség van az összes természettudományi ágra. • A most tanultak más tantárgyban is előkerülnek/előkerültek már. • Stabil matematikai tudás nélkül egyik természettudományt sem lehet magas szinten művelni. • Ha természettudományi irányba tanulsz tovább, akkor legalább emelt szintű matematikai ismeretekre is szükség lesz.		
Soha nem beszéltek ilyesmiről	0	A válaszokra kapott pontok átlaga.
Talán mintha említették volna	1	
Néha szóba került	2	
Gyakran említettek hasonlókat		
Hogyan készültél a versenyre?		
• A versenyzők összeültek a kémiatanárral. • Végeztünk számomra új tanulói kísérletet. • A tanár bemutatott kísérletet. • A tanár a tanórákon tanultakon felül több elméleti ismeretanyagot adott át. • A tanárral a tanórákon tanultakon felül új típusú számolást oldottunk meg. • A tanárral megnéztük az előző évek feladatlapjait. • Otthon gyakoroltam egyedül. • A szüleim segítettek a feladatok megoldásában.		
Egyszer sem	0	A válaszokra kapott pontok átlagának kétszerese.
Egy alkalommal	1	
Pár alkalommal	2	
Sok alkalommal	3	
Tudtad előre, hogy titrálás helyett valamilyen más laborgyakorlatot kell elvégezned a versenyen?		
Nem, ezért bestresszeltem magam az elvégzése közben.	0	A bejelöltnek megfelelő pont.
Nem, de nem izgultam az elvégzése közben.		
Igen, az elvégzése közben stresszeltem is rajta végig.	1	
Igen, stresszeltem előtte, de a gyakorlat közben megnyugodtam.		
Igen, egyáltalán nem is izgultam miatta.	2	

A szám szerzői

Barabás Gergő középiskolai tanár, BMSzC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum

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

Ficsór István Dávid tanárszakos hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Filipszki László középiskolai tanár, Patrona Hungariae Katolikus Iskolaközpont, Budapest

Hegedüs Kristóf PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

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

Kovács Máté középiskolai tanár, Piarista Gimnázium, Budapest

Dr. Lente Gábor egyetemi tanár, PTE TTK

Dr. Musza Katalin tudományos munkatárs, SzTE TTIK, Kémiai Intézet

Nemeskéri Dániel BSc-hallgató, ELTE TTK, Fizikai Intézet

Dr. Schusztér Gábor adjunktus, SzTE TTIK, Kémiai Intézet

Simon András Márk BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

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

Uhljar Janka PhD-hallgató, SzTE TTIK, Kémiai Intézet

Zagyi Péter középiskolai tanár, Németh László Gimnázium, Budapest

TARTALOM

MI LETT BELŐLED IFJÚ VEGYÉSZ? – Papp Dóra	349
GONDOLKODÓ	353
KERESD BENNE A KÉMIÁT!	363
KÉMIA IDEGEN NYELVEN	367
Barabás Gergő: Kémia angolul	367
VERSENYHÍRADÓ	374
Uhljar Janka, Musza Katalin, Schusztter Gábor: Egy újabb rendhagyó laboratóriumi gyakorlat az Irinyi János OKKV-n	374