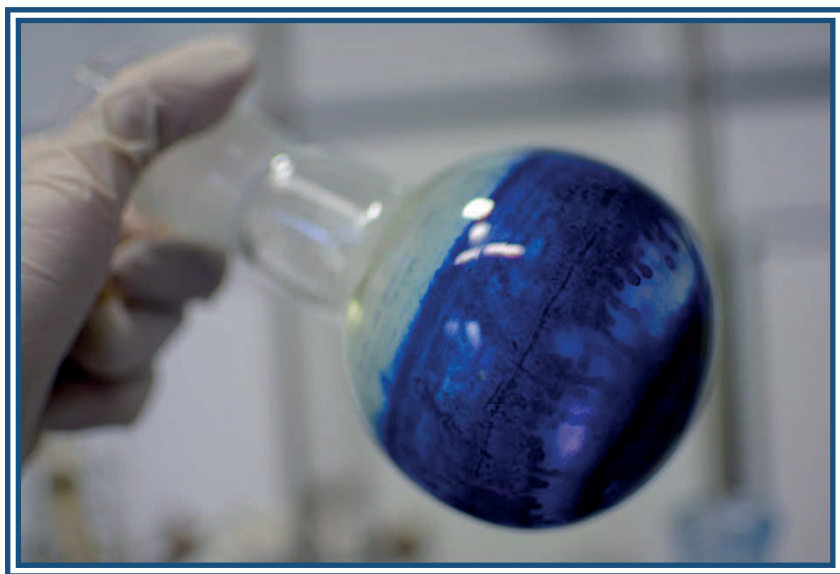
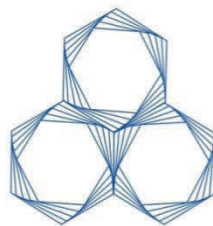


Középiskolai Kémiai Lapok



XLIX.

2022/4.



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



Nemzeti
Tehetség Program

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

Középiskolai Kémiai Lapok

A Magyar Kémikusok Egyesülete
Kémia tanári Szakosztályának folyóirata

2022. október	XLIX. évfolyam	4. szám
---------------	----------------	---------

Alapító: Dr. Várnai György

Főszerkesztő: Zagyi Péter

A szerkesztőbizottság:

Elnöke: Dr. Magyarfalvi Gábor

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

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

Kiadja: Magyar Kémikusok Egyesülete

Felelős kiadó: Androsits Beáta

Terjeszti: Magyar Kémikusok Egyesülete

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

Készült: Europrinting Kft.

Megjelenik évente ötször.

Előfizetési díj a 2022. 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 Archívuma
(EPA) archiválja.

A címlapfotó Hegedüs Kristóf munkája.

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
közzélni.

Csóka Balázs, Petz Andrea

A 2019-2022-es Irinyi János kémiaversenyek döntőinek statisztikai elemzése

Összefoglalás

A 2020-ban felmenő rendszerben bevezetett NAT2020 természet-tudományos tárgyakra vonatkozó rendelkezéseinek következtében a középiskolákban a kémiaórák száma tovább csökkent. Idén fejezték be a 10. évfolyamot azok a diákok, akik már a megújult kerettanterv alapján tanulták a kémiát. Azt feltételeztük, hogy ez a módosítás drasztikus változást okoz az Irinyi versenyben is. Az alábbiakban az elmúlt négy Irinyi kémiaverseny döntőjének feladatait, eredményeit tekintjük át, ezek tendenciáinak bemutatását követően következtetéseket vonunk le. Elemzésünkhöz a verseny holnapján nyilvánosan elérhető adatokat, valamint az MKE Titkárságától megkapott jelentkezési adatokat használtuk fel. Az OKTV eredményeket szintén a nyilvános eredménylista alapján dolgoztuk fel. A kapott eredmények alapján arra keressük választ, hogy milyen irányban kellene változnia a versenynek, hogy annak hagyományosan magas tudományos színvonala megmaradjon. Az Irinyi kémiaverseny egymást követő évek során keletkezett eredményeinek értelmezésekor felmerül az a kérdés, találunk-e egyértelmű javulást vagy gyengülést mutató trendeket.

Áttekintés

Az Irinyi János kémiaverseny kiírása a 9. és 10. évfolyamos diákok számára kínál versenylehetőséget, két fő kategóriában (I. és II.), ezeken belül pedig az óraszámok alapján alkategóriákat alkotva. A döntő feladattípusai az írásbelin belül elméleti (E) és számolási (SZ) feladatok megoldását jelenti, valamint laborgyakorlatot végez el minden versenyző. A versenyen részt vevők előtti nyilvános szóbelire csak a kategóriánkénti legjobb eredményt elérők számára nyílik lehetőség. A 2018/19-es tanévben az 51. versenyévad volt az utolsó a pandémia előtti időszakban, egyben az első olyan, ahol a döntő helyszíne Szeged után Debrecen lett. Az ezt követő két döntőben már a pandémia miatt változtatásokra kényszerültek a szervezők. Az 52. verseny döntőjének

írásbeli fordulója a szokásos tavasz helyett 2020 őszére tolódott, és sajnálatos módon a szóbeli forduló és a laborgyakorlat is elmaradt, így a szervezők csak az írásbeli eredmények alapján hirdettek végeredményt. Az 53. Irinyi kémiaverseny végeredményeit pedig a második (megyei) forduló eredményei alapján hirdették ki. Így a szokásos döntőre – benne írásbelivel és laborral – nem került sor, emiatt ezt az évet nem dolgoztuk fel statisztikailag. A 2021/22-es tanévben újra sikerült megrendezni a teljes versenyt, így az 54. Irinyi kémiaverseny döntője ismét három részből (írásbeli, labor és szóbeli) állt. Ebben az évben az újdonságot a versenykategóriák felbontása jelentette, mivel a NAT2020 bevezetése miatt nem minden iskolában csökkentek az óraszámok. A hat- és nyolcosztályos gimnáziumok sem egységesen döntöttek, nem mindenhol vezették még be ezt, így a többféle óraszám miatt a versenybizottság tovább bontotta a hagyományos – kémiát nagyobb óraszámúban tanuló – I.B és II.B kategóriákat, azonban ezáltal a „B/1” kategóriába kerülhettek az előző NAT szerint tanuló, a korábbi óraszámok alapján addig „A” kategóriába tartozó diákok is.

Módszerek

Elemzésünkben tehát főként az 51., 52., és 54. Irinyi kémiaverseny országos döntőjének eredményeivel foglalkozunk. Tekintve, hogy a szóbelin csak a versenyzők 5-10%-a vesz részt, ezért az ott kapott pontokat nem vettük figyelembe a statisztikában. Szembetűnő azonban, hogy a szóbelin a maximálisan elérhető 25 ponthoz képest mindenki nagyon magas, általában 65-70% feletti pontszámot kapott, ami az egymáshoz viszonyított értékelést nem befolyásolta érdemben. Célszerű lenne, ha a zsűri által kiosztott pontok szélesebb tartományba esnének.

Az írásbelin belül az évek során eltérő volt a feladatok száma, azon belül az elméleti-számolási feladatok pontszámának aránya is, ezért mindig az elérhető maximális pontszámhoz viszonyított százalékos értékeket adunk meg. A 2022-es évben az I. kategóriában a laborfeladatnál a mérésen kívül a számolást külön is értékelték, mi ezt a két pontszámot összevontuk. Úgyszintén a 2022-es döntőben a feladatok elemzéséhez a B/1 és B/2-es alkategóriákat összevontuk, mivel összesen 1-1 feladatban tértek csak el egymástól a feladatlapok (I. kategóriában az SZ4., II. kategóriában E2. feladat különbözött az új alkategóriákban),

ezen feladatok típusa is azonos volt, emiatt a feladatok nehézségi fokát azonosnak tekintettük.

Eredmények és magyarázatok

Sajnos a versenyre jelentkezők és az őket felkészítő iskolák száma is csökkent a vizsgált időszakban, így 2018/19-ben 2442 diák 179 iskolából, majd 2062 (107), 1205 (108), végül 2021/22-ben 1811 diák regisztrált 150 iskolából a versenyre.

kategória		2019	2020	2022	
I.A	fiú	51	40	I.A	25
	lány	13	20		14
				I.B1	22
					8
I.B	fiú	25	27	I.B2	25
	lány	14	12		20
I.C	fiú	4	5	I.C	5
	lány	4	1		2
II.A	fiú	32	38	II.A	21
	lány	12	8		5
				II.B1	17
					7
II.B	fiú	22	22	II.B2	24
	lány	18	10		14
II.C	fiú	5	4	II.C	5
	lány	2	2		1
összes	fiú	139	136	összes	144
	lány	63	53		71

1. táblázat. A versenyek résztvevőinek száma nemek szerinti bontásban

A csökkenés egyik oka bizonyos években lehetett a pandémia, de a tendencia sajnos az utolsó vizsgált tanévben is folytatódott. A csökkenő

óraszám, a kémiatanárok túlterheltsége és elöregedése egyaránt befolyásolhatja a számokat, de a tantárgy népszerűsége is az okok között lehet. Fontos lenne ezt megállítani!

Az Irinyi verseny döntőjén a résztvevők száma (1. táblázat) hagyományosan 200 fő körüli, így volt ez az elmúlt években is: 2019-ben 202, 2020-ban 189, míg idén 215 versenyző jutott a döntőbe, közöttük a I.C és II.C alkategóriákban versenyzők száma nagyon alacsony, csupán 6-8 fő volt.

Érdekes és elgondolkodtató a nemek szerinti eloszlás, amely alapján kb. 70% fiú volt a döntő résztvevői között, míg a versenyre jelentkezéskor 51-58% fiú regisztrált. Az OKTV döntőjének eredményeit megnézve a fiúk aránya ott még tovább növekszik, viszont az emelt szintű érettségien a vizsgázók 65-70%-a lány. Vajon miért nem jutnak be a lányok az Irinyi verseny döntőjébe?

Melyik nem milyen típusú feladatokban szerepelt jobban?¹ Ha a kis létszámú C alkategóriákat nem vesszük figyelembe, akkor a döntőkben a laborban és néhol az elméleti feladatokban is eredményesebbek a lányok, míg a számolásokat inkább a fiúknak sikerült helyesen megoldani. A megállapítás azonban nem lehet általános, többször is találhatunk kivételt. Az első két versenyfordulóban azonban jól láthatóan a fiúk sikeresebbek. Jó lenne ennek megtalálni az okát!

A vizsgált három döntő feladatait két módon is elemeztük¹. Az egyik során valamennyi feladatnál kiszámoltuk az elért átlagpontszámot és annak a maximális pontszámhoz viszonyított százalékát. Ezzel egyféle információt kaptunk már a feladat nehézségére, megoldhatóságára vonatkozólag, azonban az átlag elfedte a versenyzők egyéni eredményeit, ezért minden feladatnál összegyűjtöttük, hogy hány versenyző ért el egy adott pontszámot, majd az így kapott adatokat ábráztuk a pontszám függvényében, végül a pontokra megpróbáltunk Gauss-görbét illeszteni. Feltételeztük ugyanis, hogy egy „optimális” feladat megoldása Gauss-eloszlást mutat. Számos esetben sikerült az illesztést elvégezni, máskor azonban egészen eltérő eredményeket is találtunk. Láthatunk például szinte mindenki által hibátlanul megoldott

¹ A részletes adatok letölthetők a kokel.mke.org.hu honlapról.

feladatot (pl. 2022. II. kat. E1.) és megoldhatatlan nehézségű feladatot (pl. 2019. I. kat., SZ3. és SZ5.) is.

Mi okozhatta ezeket a különös eloszlásokat?

A 2022-es döntőn a második kategória első két elméleti feladata egy-egy táblázat kitöltése volt a megadott szempontok alapján. Négy egyértékű, telített oxigéntartalmú megadott szénatomszámú vegyületet kellett azonosítaniuk, képletüket felírniuk és elnevezniük, majd a megadott tulajdonságok alapján eldönteni, hogy melyik vegyületre jellemző az adott reakció. Mivel sem reakcióegyenletet, sem a kísérlet tapasztalatait nem kellett megadniuk a versenyzőknek, csak egy x-et tenni a megfelelő téglalapba, ezért a feladat megoldása nem jelentett nagy kihívást a versenyzőknek. A feladat nehézségét tekintve első fordulóba tartozhatott volna, ahol megoldásuk sikerélményt jelentett volna az indulóknak, azonban az iskolák egy részében, ahol a szervetlen kémia tanítása követte az általános kémia tanítását, még nem tartottak szerves kémiából az oxigéntartalmú vegyületeknél, így ez a feladat nem kerülhetett az első fordulóba.

Közismert, hogy a számítási feladatok közül a gázelegyes feladatok a riasztóan nehéz feladatok közé tartoznak. A 2019-es döntőn az első kategóriások feladatában izzó szénen vizgőzt vezetnek át, és a keletkezett vízgőzmentes szén-monoxid, hidrogéngáz eleggyel kellett volna számolniuk a versenyzőknek. A feladatban maximálisan 17 pontot lehetett volna szerezni, a megoldások átlagpontszáma 1,3 volt. A problémát valószínűleg az okozhatta, hogy a megoldáshoz szükséges reakcióegyenleteket sem tudták már felírni a diákok. 29 versenyző 0 pontot, 63 diák mindössze 1 pontot kapott, mert a két felírandó egyenlet közül csak az egyiket tudta felírni.

Még meglepőbb volt, hogy egyes feladatokat egyidejűleg vagy egyáltalán nem tudtak megoldani (0 pontot kapva), ugyanakkor nagyon sokan érték el maximális pontszámot. (pl. 2020. I. kat. Sz6., 2019. II. kat. SZ3.)

A 2020-as I. kategória 6-os számolási feladatán keressük meg ennek okát! Az alábbiakban idézzük a feladatot:

„A citromsav egy háromértékű sav, molekulaképlete: $C_6H_8O_7$. Nátrium-hidroxid-oldattal fenolftalein indikátort használva megtitrálható (miközben trinátrium-citrát képződik). A citromsav oldatát a háztartásban is használják vízkőtelenítésre. A vízkőoldásra használt oldatból 10,0-10,0 cm³ térfogatú mintákat titráltunk meg, fenolftalein indikátor alkalmazásával 0,105 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldattal. Az átlagfogyás 8,92 cm³ volt.

Számítsd ki, hogy

- a) mennyi volt a készített vízkőoldó anyagmennyiség-koncentrációja citromsavra nézve,
- b) hány gramm citromsavból készítettek fél liter, vízkőoldásra használt oldatot!”

A feladatok értékelésénél meglepő volt, hogy 39-en nulla pontosra és 42-en a maximális 10 pontosra oldották meg a feladatot. Mivel a kilencedik évfolyamosoknál a gyakorlati feladatban hagyományosan titrálnak, ezért felmerül a kérdés, hogy miért nem tudták megoldani ezt a feladatot. Úgy véljük, azért nem is kezdték el megoldani, mert nem ismerték a citromsav szerkezeti képletet, ami tulajdonképpen nem is volt szükséges a feladat megoldásához. Mivel minden szükséges információt tartalmazott a feladat, aki nekilátott, könnyen megoldhatta ezt a számolást, így jött létre ez a végletes pontelosztás.

Évek óta észrevehető, hogy az A kategóriákban elért összpontszámok, átlagpontszámok magasabbak, mint a B kategória pontszámai. Vajon mi okozhatja azt, hogy a „tagozatos B-sek” nem tudnak olyan jó teljesítményt felmutatni, mint a általános tantervű „A-sok”? Felmerülhet, hogy vajon nem azon múlik-e mindez, hogy az A kategóriákban indulnak az emelt matematika képzésben részt vevő diákok, emiatt a sikeres számolási feladatmegoldásaikkal jutnak előnyhöz. Ezt olyan módon vizsgáltuk meg, hogy a számolási és az elméleti feladatok százalékos eredményeinek különbségét képzetük minden versenyzőnél. Amennyiben ez az érték pozitív, akkor több pontot gyűjtött a számolásból, mint az elméleti feladatokban (3. táblázat.) Összehasonlítva az A és a B kategóriákat, valóban többen vannak az A kategóriákban azok, akiknek jobban sikerültek a számolások (találtunk akár +30% értéket is), de emellett nagyon sok versenyzőnél az elméleti feladatok eredményessége lényegesen

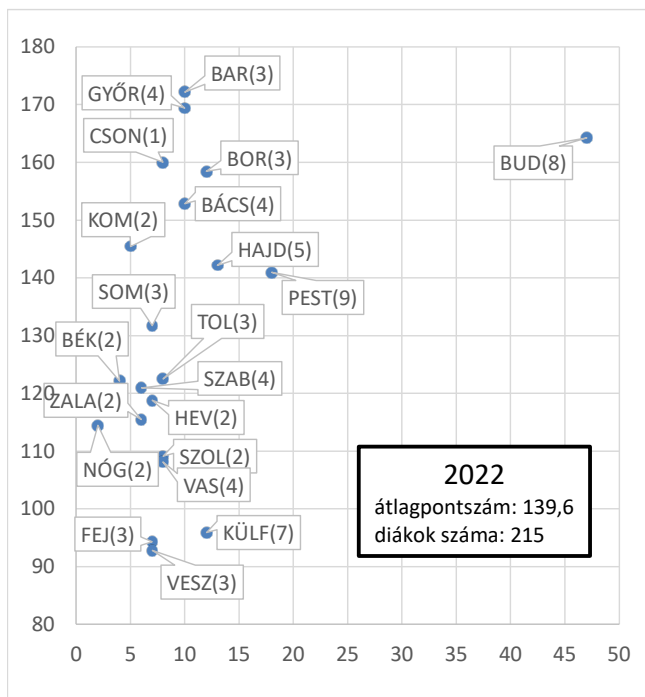
magasabb („nem ment a matek”. Ezt azonban nagyban befolyásolja a feladatsor is, hiszen pl. 2022-ben nagyon magas elméleti pontszámot értek el az I. kategóriában versenyzők, így nehéz volt kiemelkedő pontszámokat elérni a számítási feladatokban, ezzel szemben 2019-ben a nehéz elméleti feladatsor eredményeit sokszor a számolási feladatok húzták fel. A vizsgált három versenyévad eredményeit átnézve azonban nem lehet egyértelműen kijelenteni, hogy csak a jobb matematikai kompetenciák állhatnak az „A kategóriások” sikerének háttérében. Valószínűbb, hogy a nagyobb merítési mélység (több iskola több tanulója indul itt), és az intenzívebb felkészülés erősebben befolyásolja ezeket az eredményeket.

2019	I.A	23
	I.B	12
	II.A	19
	II.B	13
2020	I.A	14
	I.B	6
	II.A	4
	II.B	7
2022	I.A	5
	I.B1	4
	I.B2	0
	II.A	5
	II.B1	5
	II.B2	8

2. táblázat. Számítási feladatokban jobban teljesítő diákok száma kategóriánként

A megyei/fővárosi fordulók résztvevői közül a kategóriák első helyezettjei jutnak tovább, a többi döntős pedig az adott megyére eső kvóták alapján jut a döntőbe, akikhez még a legjobb határon túli indulók csatlakoznak. A döntő résztvevői között tehát megyénként legalább a kategóriák számának megfelelő számú versenyzőt találunk, feltéve, hogy az adott megyében volt minden kategóriában versenyző. Sajnos több megye esetében nem teljesült ez a feltétel az elmúlt években sem.

Megnéztük a döntősök létszámát és az általuk elért átlagpontoszámot megyék szerint, valamint zárójelben jelöltük a középiskolák számát, ahonnan az adott megye döntősei érkeztek.²



1. ábra. Megyei átlagpontoszámok a döntőbe jutott versenyzők számának függvényében. Zárójelben a megyéből döntőt felkészítő iskolák száma

A diagramokon feltűnő a fővárosi versenyzők nagy száma, és az ő kiemelkedő eredményességük, noha 2022-ben a döntősök létszámának növekedésével az átlagpontoszámuk jelentősen csökkent. Az évről évre jól szereplő, felkészült tanulókat indító megyék (Bács-Kiskun, Baranya, Csongrád, Győr-Moson-Sopron) mellett látható egy leszakadó csoport is (Fejér, Tolna). Az is általánosnak mondható, hogy megyénként csak 2-4 olyan középiskola van, amelynek tanulói a döntőbe jutottak, azonban

² A részletes adatok letölthetők a kokel.mke.org.hu honlapról.

szomorú változás, hogy egyre csökken azon iskolák száma, ahonnan a döntősök érkeznek, hiszen 92-ről 85-re, majd idén már 76-ra csökkent ez a szám.

Ezek alapján megfontolandó a kvótarendszer átalakítása. Látható, hogy a fővárosból és néhány megyéből sokkal nehezebb a döntőbe kerülni, míg más megyékből – az ottani kevesebb induló miatt – is könnyebben teljesíthető a bejutás. Felvethető például a Mikola fizikaversenyen alkalmazott rendszer, ahol területi alap nélkül, csupán a 2. fordulóban elért pontszám alapján jutnak a döntőbe a versenyzők. Egy másik lehetőség egy adott ponthatár (mondjuk 50%) megállapítása a megyei fordulóban, amely alatt még a kategória megyei első helyezettje sem juthat az országos döntőbe, a kvótája viszont a más megyékben magasabb pontszámot elért versenyzőkre szállna át.

Az Irinyi verseny és az OKTV döntők

A kémiából kiemelkedő versenyeredményeket elérő 9. és 10. évfolyamos diákok számára logikus lépés, hogy a következő tanévekben az OKTV-n méretik meg magukat. Kíváncsiak voltunk, mennyire mondható ez általánosnak, ezért összevetettük az OKTV döntők résztvevőinek listáját az Irinyi döntősökkel. Évente 30-40 közé tehető azon korábbi Irinyi döntős versenyzők száma, akik 11. vagy 12. évfolyamon az OKTV döntőjébe jutottak valamelyik kategóriában, sokan akár mindkét évben is. Ez elismerésre méltó eredmény, hiszen éveken át kitartóan és eredményesen készültek kémiából ezek a diákok. Pontos számokat nem közlünk, mivel a pandémia mindkét verseny lebonyolítását befolyásolta a vizsgált időszakban, azonban érdemes lenne néhány év múlva visszatérni erre az összevetésre.

Fontos megemlíteni, hogy az évek során egyre nőtt azon 10. évfolyamos diákok létszáma, akik az Irinyi mellett a még nagyobb kihívásokat jelentő OKTV-n is indultak, és annak döntőjébe is bejutottak. 2019-ben kettő, majd 3-3, végül 2022-ben már négy ilyen versenyzőt találtunk. Nagyszerű eredmény ez részükről, hiszen az OKTV-induláshoz már a 10. tanév elején le kellett vizsgázniuk a tizedikes tananyagból. Ebből kifolyólag a 10. tanévük tavaszán (az Irinyi döntő idején) a kortársaiknál már sokkal mélyebb kémiai ismeretekkel rendelkeznek. Az érem másik oldala azonban az, hogy olyan diákokkal versenyeznek azonos kategóriában, akik ismeretei nem érhetek még el erre a szintre akkorra

az iskolai háttér miatt (óraszám, NAT). Megfontolandónak tartjuk, hogy a versenykiírás pontosításával ezt a kérdést a verseny szervezői is átgondolják.

Összegzés

Elemzésünkben az új alaptanterv miatt az Irinyi kémiaversenyben esetleg szükségessé váló változtatásokat kerestük néhány szempont alapján. A versenyszervezők és a feladatok kitűzői számára kihívás volt a nem egységesen bevezetett alaptanterv miatt a többféle tanóraszám és tananyagtípus. Ezt a kategóriák felbontásával oldották meg, az új kategóriákhoz azonban csak részben készültek új feladatsorok.

Szerencsés lenne, ha a jelentkezők száma emelkedne, hiszen a versenyre készülő diákok jól motiválhatók, tanórán kívül is készülnek, és a további években az érettségire készülve is hasznos tapasztalatokat szerezhetnek az Irinyin.

A kémiaoktatás problémái visszatükröződnek a döntősöket felkészítő iskolák számának drasztikus csökkenésében, valamint néhány megye eredményességének alacsony szintjében is. Ehhez kapcsolódóan a kvótarendszer átalakítása is szükségesnek látszik.

Az írásbeli feladatsor nehézsége, megoldhatósága kritikus fontosságú, a bemutatott példákkal próbáltunk „optimális feladatok” kitűzéséhez támpontokat adni. Látható volt az is, hogy a matematikai feladatmegoldásban szerzett jártasság jelenthet előnyöket a versenyben, de – ahogy a 2022-es feladatsor jól mutatta – ez nem válik meghatározóvá, ha az elméleti kérdések megfelelően vannak összeállítva. A szóbeli értékelése rendkívül szubjektív, de a szélesebb pontskálán történő értékelés nyitottabbá, egyben realisabbá tehetné az elért eredményeket.

Mi lett belőled ifjú vegyész?

Révész Ágnes, tudományos munkatárs, ELKH
Rokob Tibor András, kutató, MSCI

Mikor nyertél vagy értél el helyezést kémiaversenyeken?

Andris: Az ezredforduló környékén voltunk középiskolások, ehhez az időszakhoz kötődtek a kémiaversenyek is. A felkészülés és maguk a versenyek is élményt jelentettek: előbbi azért, mert céltudatosan mélyedhettem el engem érdeklő dolgokban, utóbbiak pedig azért, mert olyan emberekkel ismerkedhettem meg, akikkel igazán egy hullámhosszon tudtam lenni. Ékeesebb bizonyítékot erre nem is lehetne találni, mint hogy Ágival is Irinyi-versenyen találkoztunk először.



Ági: Érdekes és vicces kettőnk számára, hogy ennyi év távlatából mennyire más mozzanatokra emlékszünk. De abban egyetértünk, hogy tényleg jó volt ebbe a közegbe, ebbe a társaságba bekerülni, az Irinyi-verseny után az OKTV-n, és az olimpiai felkészítőn már ismerősként találkozni.

Andris: Irinyi-verseny országos döntő (1998, 1999), OKTV országos 2. (2000), kémiai diákolimpia aranyérem (1999, Thaiföld; 2000, Dánia)

Ági: Irinyi-verseny országos 4. (1998), országos 3. (1999); OKTV országos 9. (2000)

Milyen indíttatásból kezdte el a kémiával komolyabban foglalkozni?

Andris: Már általános iskolában egyértelmű volt, hogy a reál tantárgyak vonzanak. A kémia és az informatika ezen belül mindig is a szívem

csücske volt, de abban, hogy az olvasgatásból, érdeklődésből aztán komoly időráfordítás, versenyzés, majd pályaválasztás legyen, egyértelmű szerepe volt annak is, hogy mely tanárainkkal találtam meg a hangot legjobban.

Ági: A természettudományos érdeklődés nálam is általános iskolás idősakra nyúlik vissza. Mérőföldkövet jelentett a fizika tantárgy kezdete: a szaktanteremben egy ismert idézet függött: „Aki tud, az még nem tud mindent, de aki gondolkodik, az mindenre rájöhet, ha ehhez eleget tud.”

Magával ragadott ez a hozzáállás a világhoz; úgy éreztem, ha a fizika ilyen, akkor azt nekem találták ki. Mindehhez szuper fizika tanárom is volt (Deme Éva), így aztán az általános iskolai lelkesedésemet a fizika uralta. A gimnáziumban aztán (ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium) fizikából és kémiából is magabiztos tudásra tehettem szert Holics László és Villányi Attila jóvoltából. Ennek hatására kezdett érdekelni a kémia is, és egy ideig fej-fej mellett haladt számomra a két tárgy (mindkettőből 4. lettem az országoson), végül a kémia került ki győztesen hosszabb távon. Összességében azt gondolom, hogy a tanárainknak sokat köszönhetek, a tárgyi alapok biztosítása mellett az érdeklődés felkeltésében is szerepük volt.

Ki volt a felkészítő tanárod? Hogyan gondolsz vissza rá?

Andris: A Földes Ferenc Gimnáziumban Endrész Gyöngyi volt a felkészítés „motorja”, de több tanártól is lehetőségem nyílt tanulni; egy szakmailag kiemelkedő színvonalú, támogató háttér volt ez. Rengeteget köszönhetek az ELTE-n a Magyarfalvi Gábor nevével fémjelzett diákolimpiai felkészítő csapatnak; a sok-sok ismeret átadásán túl az ő munkájuk nyomán igazi közösség kovácsolódott a résztvevőkből; azóta is tartó szakmai és baráti kapcsolatok jöttek létre, az oktatókkal is és a diákok között is.

Ági: Az Apáczaiiban Villányi Attila személyében egy rendkívül elkötelezett és lelkes tanárom volt. Ezt jól illusztrálják gimnáziumunk falain messze túlnyúló munkái is (pl. számtalan tankönyve), de elsődleges fontosságúnak tekintette a saját tanítványai felkészítését is, melyet nagyon magas színvonalon végzett. Nemcsak alapos elméleti képzést kaptunk, de a gyakorlati fordulóra is sok lehetőségünk volt készülni. Ennek nagy szerepe volt abban, hogy a kémia végül a hivatásom is lett.

Hozzásegítettek-e a pályaválasztásodhoz a versenyeken elért eredmények?

Andris: Egyértelműen – futó gondolatként felmerült az orvosi pálya, de a természettudományos érdeklődés, a versenyeredmények, és az a jó hangulatú és pezsgő szakmai légkör, amelyben a felkészülések során részesülhettem a középiskolában és aztán különösen a diákolimpiára menvén az ELTE-n, egyértelműen az ELTE vegyész szak felé tereltek. Innen, jó mesterek kezei alatt tanulva, már könnyen fordult az utam az akadémiai kutatói pálya felé.

Ági: Mindenképpen. A versenyeken elért eredmények önmagukban is nagyban hozzájárultak, hogy az érdeklődésből hivatás legyen, de emellett fontosnak és értékesnek tartottam a további szakmai fejlődés szempontjából a megszerzett ismeretségeket is, mind a felkészítésben részt vevőkkel, mind a diáktársakkal az egész országból.

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

Andris & Ági: Okleveles vegyészként végeztünk, ezután a kutatói hivatás iránti elköteleződéssel egyenesen a PhD képzés felé vezetett az út (Pápai Imre, MTA Kémiai Kutatóközpont, illetve Sztáray Bálint, ELTE témavezetésével). Fontosnak tartottuk a külföldi kutatói tapasztalatszerzést, ám mivel közben egymás iránt is elköteleződünk (2009-ben házasodtunk össze), így posztdoktori helyet már közösen választottunk. Prágában adódott mindkettőnk számára lehetőség (Lubomír Rulíšek, illetve Detlef Schröder, IOCB). Hazatérve az MTA (azóta ELKH) Természettudományi Kutatóközpontban folytattuk a tudományos munkát. A család bővülése nyomán (2013-ban születtek az ikreink) Andris 2016-ban a versenyszférába helyezkedett át (MSCI). Mostani foglalkozása kötvényekről szól kémiai kötések helyett, de a vegyész kutatói hivatással kapcsolatos tudás, értékrend és tapasztalatok biztos alapokat jelentettek ehhez is. Ági azóta is a TTK-n kutat: fehérjéket vizsgál nagyműszeres méréseket és számítógépes kiértékelést igénylő módszerekkel.

Nyertél-e más versenyt, ösztöndíjat (hazait, külföldit)?

Andris: Junior Prima díj, 2012

Ági: L'Oréal-UNESCO Magyar ösztöndíj a nőkért és a tudományért, 2013

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

Andris: Nagyon szerencsésnek érzem magam, mert olyanoktól tanulhattam, olyanokkal dolgozhattam együtt, mint Pápai Imre, Soós Tibor, Hajós György, Lubomír Rulíšek. Általuk érezhettem át és érezhettem egyre inkább magaménak a kíváncsi, elhivatott, kitartó, lánggal égő, de mégis józan, a világ megértése és a gondolatok letisztázása tekintetében fél munkát nem ismerő kutatói szellemiséget, és tanulhattam meg azt, hogy az igazán termékeny tudományos alkotómunkához egyszerre van szükség az intenzív munkára és az érzelmi biztonságra, családra, hobbira, kikapcsolódásra.

Ági: Nagyon nagy hatással volt rám prágai posztdoktori témavezetőm, Detlef Schröder. Kutatóként mindannyiunkat a kíváncsiság hajt, de az ő nyitottsága kiemelkedő volt. Minden a saját kutatásától távol eső téma is érdekelte, azonnal elkezdett rajtuk gondolkodni; nem volt olyan előadás, aminek a végén ne lendült volna az elsők között a magasba a keze (illetve egyre emlékszem, ami után meg is jegyezte, hogy „ez annyira rossz előadás volt, még kérdezni sem tudtam!”). Minket, tanítványait is erre biztatott, és számomra a mai napig az ő lelkesedése a „minta”.

Mit üzensz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?

Andris: A kémiát ma talán ritkábban emlegetik, mint más természettudományos tárgyakat, de ez ne tévesszen meg! Az életünket, egészségünket, kényelmünket szolgáló, napjainkban is szédületes tempójú technológiai fejlődés, valamint az ember és környezet mostanában szerencsére kicsit talán nagyobb hangsúlyt kapó harmóniája egyaránt elképzelhetetlen a kémiai alap kutatások és fejlesztések nélkül.

Ági: Egyrészt: őrizzék meg a kíváncsiságukat, és lelkesedésüket! Sose féljenek kérdezni, ha valami érdekli őket, de ne is elégedjenek meg a felszínes magyarázatokkal, a „megszokott” érvelésekkel! Másrészt: ha a kutatást választják, mindenképpen szerezzenek tapasztalatot külföldön is. Nincs még egy eszköz, ami (a szakmai tudás mellett) ennyire tudná az ember látókörét bővíteni.

Andris & Ági: Légy barátságos versenytársaiddal. Nem tudhatod, melyikükből lesz végül a házasársad ☺

Mestersége kémiatanár – Fodor Erika

*„Ada címet, bár nem kértem,
S több a hír-név, mint az érdem”*
(Arany János)

A pályaválasztásom korán eldőlt. Közvetlen azután, hogy nyáron fagyaltos (kolloid rendszer ☺), télen Mikulás, esetleg az olasz követ felesége akartam lenni, magától kialakult, hogy bár szűkebb és tágabb rokonságomban nem volt és nincs tanár, hogy én valami olyasféle leszek. Hatéves koromban néha visszajártam az óvodába segíteni, miközben egyik nővéremnek otthon tánclépéseket tanítottam.

Hetedikesként, egy második órát bíztak rám. Középiskolásként már egy napközis táborban lehettem gyerekelügyelő (Cseh Tamással együtt). Egyetemi éveim nyarait és még azután is gyerekeim születéséig zömében olyan táborokban töltöttem, ahol az ország minden részéből a legkülönbözőbb családi háttérű gyerekek érkeztek, a budai polgárlány sokat tanult tőlük. Kiváló pedagógusoktól leshettem el, amit meg lehet, és éreztem rá arra, ami szavakkal meg nem fogalmazható. Itt tanultam meg, hogy csak EGYÜTT, közösen lehet elérni valamit, de ez csak akkor sikerülhet, ha KÜLÖN, külön is legalább részlegesen ismerem a rám bízottakat. Ehhez többek között Kíváncsiság, Empátia, Felelősségvállalás, Humorérzék feltétlenül szükségeltetik. Ebben az időben balett, tenisz, barátok, kirándulás mellett rengeteget olvastam, Jókaitól tanultam a természettudományokat, érdekesebb volt, mint amit az iskolában hallottam. A Móricz Zsigmond Gimnáziumban egyedüli voltam, aki latinból érettségizett. Máig tartó latin imádatomat, Kontra Györgyné, Ilus néninek köszönhetem. Elsőpró karizmatikus,



minden tanári allúrtól mentes egyénisége, óriási műveltsége. sokoldalú tudása pl. matematikában is lenyűgöző volt. Életem egyik meghatározó személyisége. Örök lelkesedése is példa számomra. Boldog voltam, mikor sok év után a Kutató Tanárok Országos Szövetsége elnökeként, a gyermekeik jelenlétében átadhattam az emlékükre alapított dr. Kontra Györgyné és dr. Kontra György Díjakat, előbbit a humán, utóbbit a reál szakos tanárok kapták.

Abszolút humán érdeklődésüként, gimnazistaként, azon kevesek közé tartozhattam, akik az Egyetem (ELTE) központ pszichológia szakkörére járhattak

Az Élet szerencsére, akkor persze nem így fogalmaztam, közbeszólt és a bölcsészkar helyett a TTK kémia-fizika szakán találtam magam. (Nem az érdeklődésem változott, csak a körülmények, de az már egy másik mese.) Alig valamicske, fél év alatt felszedett tudásom és nulla laborismeretek mellett kellett az egyetemen helytállnom, de végül is ma már elmondhatom, sikerült! Egy teljesen ÚJ világ tárult fel előttem, tele izgalmaival, kihívásokkal. Beléphettem a Logika birodalmába, meghódítottak a Maxwell-egyenletek, lenyűgözött a klasszikus analitika kidolgozóinak tapasztalati alapokon nyugvó tudása, az atom- és molekulaszervezet stb. Van, akit a Mozdony füstje, van, akit a Tudomány szele csap meg! Mint a Jin-Jang esetében, határvonal nélkül él bennem egymást kiegészítve, megerősítve a humán és reál énem. Ez a mix, szinte minden egyes tanórán, továbbképzéseken, belföldön, külföldön, cikkeimben, idézetekben, asszociációs ugrásokban, hasonlatokban megnyilvánul. A tanítványaim túléltek, voltak, akik versenyeket is nyertek. Az egyik, a jelenlegi háziorvosom meg nem érdemelt, de jól eső szavakkal is méltatott a Rátz Tanár Úr Életműdíj átadáson. A tanárjelöltek, akik már évtizedekkel ezelőtt is fogékonyak voltak az újra, a másra (kutatásalapú tanulás, csoportmunka, rendszeres, gyakran felfedeztető tanulókísérletek, gamifikáció, dráma- és élménypedagógia, versek, mesék...) motiválta, amit a kémiaórákon tapasztaltak. A nyelv, informatika és egyéb szakos tanárjelöltek is megtisztelték, érdeklődéssel figyelték a meglepő látványos tanulókísérleteket is tartalmazó óráimat, gyakran vissza is jártak.

GONDOLKODÓ



Kedves Diákok, kedves Tanárok!

A KÖKÉL két feladatmegoldó pontversenye a 2022/2023-as tanévben is négy fordulóban zajlik.

Az **K** jelű feladatokat minden a kémia iránt érdeklődő középiskolásnak szánjuk. A feladatok nehézsége szélesebb skálán mozog. Lesznek a kémiai feladatmegoldással ismerkedőknek szóló könnyebb, valamint gyakorlottabb, versenyekre, érettségire készülő diákoknak szánt közepes nehézségű kérdések is. Továbbra is igyekszünk a tankönyvi típuspéldáknál érdekesebb, helyenként akár formabontó kérdéseket is kitűzni. A megoldók három kategóriában (9., 10. és 11-12. osztály) versenyeznek.

A **K** feladatsor fordulónként változó számú, 5-8 feladatot tartalmaz, de nem feltétele a részvételnek mindegyik megoldása. Sőt, az összesítésnél a versenyzők legjobb 5 beküldött feladatát számítjuk csak be fordulónként. Kivételt a 11-12. évfolyamos diákok képeznek, náluk a nehezebb (csillagozott) példák megoldása elvárás, nem szorítkozhatnak csak a könnyebb példákra. A **K** pontversenybe 2-3 fős csapatok jelentkezését is várjuk!

A haladóknak szóló **H** feladatokkal bárki megpróbálkozhat, de ezek között több lesz az olyan probléma, amely megköveteli más források, pl. kémiai szakkönyvek vagy korábban a KÖKÉL hasábjain megjelent segédanyagok forgatását.

A **H**-val jelölt feladatok a magyar diákok felkészülését is segítik a nemzetközi diákolimpiákra. Az egyik cél az, hogy a résztvevők megismerkedjenek azokkal a témakörökkel, amelyek szerepelnek a következő olimpián, bár a magyar középiskolai anyag nem tartalmazza őket. Az ilyen

feladatok mellé alkalmanként oktatóanyagokat is közlünk, vagy a korábban megjelent anyagokra utalunk.

A **H** pontverseny másik célja az, hogy azok is eljuthassanak az olimpiai válogatóra, akik életkoruk vagy egy elrontott dolgozat miatt nincsenek az Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny élmezőnyében. Ugyanis meghívót kapnak a válogatóra a **H** pontverseny legjobbjai is. A 10-11. osztályosokat külön is biztatjuk a részvételre, hisz őket a tanultak a későbbi évek válogatóin, olimpiáin is segíthetik. Tapasztalataink azt mutatják, hogy az olimpiai csapatba bekerülő négy fő többsége részt vett a levelezőn, tehát érdemes időt fordítani az év közbeni munkára is.

Örömmel fogadunk **feladatjavaslatokat** a pontversenyekhez, mind tanároktól, mind versenyzőktől, a kokel@mke.org.hu e-mail címen.

A **pontversenyekbe történő nevezés elektronikusan, a <http://kokel.mke.org.hu> weblapon át lehetséges. Itt az adatain kívül mindenkitől nyilatkozatot is kérünk arról, hogy a megoldásokat önállóan készíti el.** A feladatok kijavítása után e-mailben **értesítést küldünk** az egyes feladatokban elért pontszámokról, amellet, hogy a helyes megoldásokat – az eddig megszokott módon – egy későbbi lapszámban közöljük.

A megoldások **elektronikus beküldése** is a fenti honlapon keresztül történik. Feltétlenül szükséges a postán küldött megoldásokat ugyanitt **regisztrálni**. Az alábbi formai követelményeket várjuk el a beküldött anyagoktól:

1. **Az egyes feladatmegoldások külön papírlapokra vagy fájlalba kerüljenek, hogy a javítók között szétoszthatók legyenek.**
2. **A beküldött/beszkennt anyagok fehér papírra (ne füzetlapokra) készüljenek.**
3. **Minden egyes lapon, vagy PDF fájlban szerepeljen a példa száma, a beküldő neve és iskolája (a bal felső sarokban).**
4. **A feltüntetett határidők azt jelentik, hogy a dolgozatot legkésőbb a megadott napon kell beküldeni vagy postára adni és regisztrálni.**

Feladatok

Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Zagyi Péter

A megoldásokat 2022. november 13-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.

K428. Vendel 24 éves lett. Szülei évek óta abból a kémiai elemből ajándékoznak neki bizonyos mennyiséget, amelynek rendszáma megegyezik az életkorával. Idén arra gondoltak, hogy kicsit unalmassá vált már ez a szokás. Viszont maga Vendel is elég unalmas életet él, szóval jó lesz az, ha folytatjuk a hagyományt – fűzték tovább gondolataikat a szülők.

Így aztán a terv egy olyan nagy tisztaságú krómdarab beszerzése lett, amelyben $24 \cdot 10^{24}$ db neutron található. (Azért a neutronra esett a választásuk, mert az Vendel kedvenc elemi részecskéje.)

Interneten lehet rendelni 99,99%-os tisztaságú krómkockát, gondolták, lecsiszolnak majd belőle megfelelő mennyiséget. Előtte persze utánanéztek a krómizotópok előfordulási arányának, hiszen arra is szükség van a számoláshoz.

a) *Mekkora tömegűnek kell lennie az ajándék krómdarabnak, ha eltekin-tünk a kis mennyiségben jelen lévő egyéb anyagoktól?*

Amikor otthon megpróbálták ráspollyal megfelelő tömegűre alakítani a kockát, kudarcot vallottak.

b) *Vajon miért?*

(Zagyi Péter)

K429. Vendel a 24. születésnapján jött rá, hogy a *króm* szóban egy betűt kicserélve egy másik kémiai elem, a *bróm* nevét kapjuk. Ha a *bróm* szóból elhagyunk egy betűt, akkor pedig a maradék betűkből kirakható a *bór*.

Elhatározta, hogy megkeresi az összes ilyen elempárt. A szabály tehát az, hogy egy betű elhagyásával vagy kicserélésével, majd a betűk tetszőleges sorrendbe rakásával egy másik kémiai elem nevét kapjuk meg.

- a) *Keresd meg te is az ilyen elempárokat! Ha a két elem alkot egymással vegyületet, akkor írd fel a képletét! (Pl. króm – bróm, CrBr_3 , CrBr_2)*
- b) *Keress egy olyan kémiai reakciót, amelyben az a) feladatban felírt vegyületek közül kettő is szerepel, és írd fel az egyenletét!*

(Zagyi Péter)

K430. Tudjuk jól, hogy Vendel a titkosírás megszállottja. A korábbi években kitalált már fúrfangos titkosírásokat, amelyekben vegyjelekből állt össze a szöveg, a vegyjeleket pedig számok kódolták. Itt a legújabb hasonló feladványa:

602881020 282240 68782210140 62212

Mivel eléggé nehéznek találta, készített egy segédletet. Az alábbi szám-sor annak a kémiai elemnek a nevét kódolja, amelynek egyik elektron-héján 17-szer annyi elektron van, mint egy másikon. Nem emiatt, de Alaszkában egy település is viseli az elem nevét.

16822812

Fejtsd meg a Vendel által kódolt népi bölcsességet!

(Zagyi Péter)

K431. *Keress olyan egyszerű és összetett ionokat, amelyekben az elemi részecskék száma számtani sorozatot alkot!* Az ionokban csak olyan izotópok szerepeljenek, amelyek a természetben előfordulnak!

(Zagyi Péter)

K432. Tekintsük a $C_xH_yO_z$ általános képlettel leírható szerves vegyületeket! *Keress olyan összegképleteket, amelyekhez elvileg annyi telített konstitúciós izomer tartozik, mint...*

- a) a szénatomok száma;
- b) a hidrogénatomok száma;
- c) a szénatomok és a hidrogénatomok számának összege;
- d) az atomok számának összege!

Ha valamelyik eset nem lehetséges, azt igazold meggyőzően!

(Zagyi Péter)

K433.* Violetta részt vett egy kémiaversenyen, ahol a következő reakciókat kellett felírnia.

Írd le és rendezd is az egyenleteket!

1. Rézgálic oldatához szódát adunk, ekkor egy zöld csapadék képződik.
2. Sziksóhoz salétromsavat öntünk, ekkor buborékokat figyelünk meg.
3. Réz-szulfidhoz tömény salétromsavat öntünk, ekkor egy vörösbarna gáz képződik.
4. Réz-szulfidhoz tömény kénsavat öntünk, ekkor szúrós szagú gáz buborékol ki az oldatból.
5. A legkisebb szénatomszámú karbonsavhoz tömény kénsavat adunk.
6. Az előbbi gáz fog akkor is keletkezni, ha cink és kalcium-karbonát porkeverékét hevítjük.

(Nemeskéri Dániel)

K434*. Violetta haját mosott, és mosakodás közben meglátta, hogy a samponjának összetevői között a szelén-diszulfid is szerepel. Megörült neki, hiszen az SeS_2 képlet biztosan a kén-dioxiddal analóg molekulát takar, gondolta. Azonban megtudta, hogy valójában ez tapasztalati képlet, pontosabban még annak sem mondható, hiszen nem is ilyen pontos a két elem aránya. A valóságban a szelén-diszulfidot olyan nyolcatomos „szelén-kén gyűrűk” építik fel, amelyekben, egy vagy több kénatomot szelénatomra cserélünk ki (szubsztituálunk).

- a) Írj fel általános képletet a szelénnel szubsztituált nyolcas kéngyűrűkre!
- b) Ha minden nyolctagú szelén-kén gyűrű stabil lenne, hány különböző molekula létezne?

A szelén-diszulfid néven használt gombaölő hatású, vörös-sárgás színű anyag ilyen molekulák keveréke, amiben a szelén- és kénatomok aránya közelítőleg 1:2.

A szelén előállítható viszonylag tiszta formában szelénessavból, annak kénsavas vizes oldatából, ha azon kén-dioxidot fújatunk át. Ekkor az elemi szelénen kívül csak kénsav keletkezik.

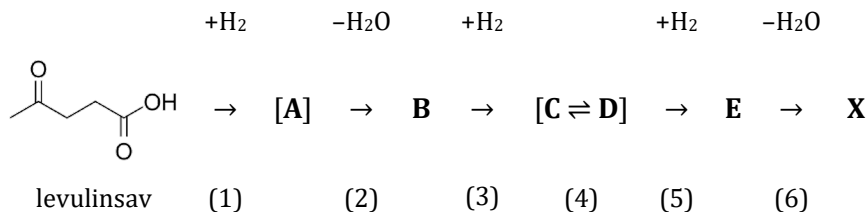
- c) Írd fel a reakcióegyenletet!

A szelénre jellemző az allotrópia: legalább 8 különböző módosulatot különítettek már el. A három legfontosabb a piros, a szürke és a fekete szelén. Felhasználják üveg színezésére, félvezetőként, de festékanyagokban is előfordul. A kadmiumvörös, azaz kadmium-szulfoszelenid lényegében kadmium-szulfid és szelén-diszulfid keveréke $\text{SeS}_2 \cdot n\text{CdS}$.

- d) Határozd meg n értékét egy $w = 30 \text{ m/m\%}$ szeléntartalommal rendelkező pigment esetében!

(Nemeskéri Dániel)

K435*. Az **X** 5 szénatomos telített oxigéntartalmú szerves vegyület egy széles körűen használt oldószer, de bioüzemanyagként is felhasználható gyúlékony folyadék. Egyik lehetséges előállítása során néhány viszonylag ismert szerves kémiai átalakulás történik az alábbi reakcióséma szerint:



Az (1) reakciólépés az oxocsoport redukciója (hidrogénezése).

A (2) lépésben észterképződés történik.

A (3) lépésben ismét az oxocsoport hidrogéneződik.

A (4) egyensúly két izomer között áll fenn. Ez az átalakulás analóg a szőlőcukor nyílt láncú és gyűrűs formája közötti átalakulással.

Az (5) folyamat ismét egy oxocsoport hidrogénezéseként értelmezhető.

A (6) folyamat sav katalizálta vízkilépés.

a) *Írd fel a reakciósémában szereplő anyagok konstitúcióját!*

b) *Mi a termék leggyakrabban használt neve?*

(Zagyi Péter)

H371. Az előző feladatban szereplő szerves vegyület vízzel korlátozottan elegyedik. Ha két fázis képződik a folyadékokból, akkor mindkét fázisban jelen van mindkét anyag. A két fázis összetételét a hőmérséklet függvényében a következő táblázat mutatja:

$T / ^\circ\text{C}$	1. fázis $m/m\% \text{ H}_2\text{O}$	2. fázis $m/m\% \text{ X}$
0	4,0	21,0
10	4,1	17,8
20	4,1	14,4
30	4,2	11,4
40	4,3	9,2
50	4,4	7,8
60	4,6	6,6
70	5,0	6,0

- Összekeverünk 50 g vizet és 50 g X folyadékot. 0°C -on és 70°C -on mekkora lesz a képződő két fázis tömege?
- Elképzelhető-e olyan eset, hogy összesen 100 g-ot használva a két folyadékból, 0°C -on egy fázist figyelhetünk meg, de 70°C -ra melegítve a rendszert két fázis képződik? Ha igen, mennyi vizet és mennyi X-et elegyítsünk?
- Elképzelhető-e olyan eset, hogy összesen 100 g-ot használva a két folyadékból, 0°C -on két fázist figyelhetünk meg, de 70°C -ra melegítve a

rendszerint egy fázis képződik? Ha igen, mennyi vizet és mennyi X-et elegyítsünk?

(Zagyi Péter)

H372. Bizonyos vegyületek részecskéi reagálnak egymással, és két reakciópartner is tartalmazza ugyanannak az elemnek az atomjait. A reakció egyik terméke maga a tiszta elem.

Keress minél több, a leírásnak megfelelő reakciót! Tüntesd fel, hogy lehet a reakciókat megvalósítani! Jelezd, ha a reakciónak van valami gyakorlati alkalmazása!

(ukrán feladat)

H373. A következő rövid ismertető egy 19. századi szakkönyv alapján készült:

Ezen test legelőször 1797-ben Vauquelin által fődöztetett fel egy kitűnő szépségű ásványban, mely Siberiában találtatik, s melynek vörös ólom-pát nevet adtak. Ez ásvány ólomlegnek festsavvali vegyülete.

Élenynyel két különböző vegyületet állít elő a festeny: festéleget és festsavat. A festéleg egy zöld por, savakban fel nem olvad.

A legtöbb műipari célokra ekképen állítatik elő a festéleg: kettedfestsavas haméleget szalamiával kevervén annyi vizet adnak a keverékhez, mint a mennyi annak feloldására kívántatik, aztán az oldatot újra kiszárítván a visszamaradó tömeget egy tégelyben addig izzítják a meddig gőznenek még elszállanak belőle (1). A maradvány hamhalvag és festéleg keveréke, mely forró vízzel megöntetvén azzal addig mosatik, míg a hamhalvag belőle egészen eltávoztatott, miután a festéleg tisztán visszamarad.

A festeny előállítására a festéleg használtatik, mely azonban élenyét olly erővel tartja magához kötve, hogy azt csak igen magas hőfoknál széneny által választhatni el tőle (2).

A festsav lényeges alkatrészét képezi a kereskedésben olly bőven előforduló s az iparban olly gyakran használtató sárga és vörös festsavas hamélegnek.

A kettedfestsavas haméleg igen nagy szép vörös átlátszó jegecekben jegesül 10 r hideg és sokkal kevesebb meleg vízben oldható. A jegecek

porrá töretve narancsszinű port adnak. Magas hőfoknak kitétetve élenyt fejleszt ki s közönbös festsavas hameleget festéleggel elegyítve hágy vissza (3).

Az éleny mennyiségénél fogva, melyet e só tart, s azon könnyűség következtében, melylyel azt elégíthető testeknek átengedi, papírt, vásznat vagy gyapotszöveteket megrágja vagy egészen porhanyossá teszi, ha őket az ember annak oldatába helyezi s megszáritni hagyja. Ugyan illy hatást gyakorol e só élő életműves testekre is, minélfogva azon gyárak munkásai, melyekben e só nagy mennyiségben állítatnak elő, étető hatása következtében kezeiken veszedelmes fekélyeket kapnak. Ha az oldatot sósavval elegyíti az ember s azt hevíti, akkor halvány fejlík ki (4). Ha ellenben borlélt, cukrot vagy más efféle életműves anyagot ad az az oldathoz akkor szénsav kifejlése alatt bomlást szenvednek és festéleg képeztenek. Ha borlél adatott az oldathoz akkor az részint ecetsavvá változik át mit szagáról is megismerhetni (5).

Ha az ember a kettedfestsavas haméleg oldatához annyi szénsavas hameleget ad, a mennyi az oldat közönbítésére kívántatik, s ezt aztán elgőzölteti, akkor világos sárga jegeceket nyer (6), melyek nem más, mint egyszerű vagy közönbös festsavas haméleg, melyben tehát egy vegysuly haméleg van vegyülve egy vegysuly festsavval.

- a) *Mi a kémiai és az ásványtani neve a szövegben említett ásványnak?*
- b) *Írd fel a szövegben számmal jelölt reakciók egyenletét!*
- c) *A szöveg említést tesz az egyik vegyület veszélyességéről. Akkoriban még nem tudhatták, hogy másféle egészségkárosító hatásával is számolni kell. Mi ez?*
- d) *Hogyan mondanád röviden ezt: „az éleny mennyiségénél fogva, melyet e só tart, s azon könnyűség következtében, melylyel azt elégíthető testeknek átengedi...”?*
- e) *A festéleg előállítása során mivel magyarázható ez a művelet: „...forró vízzel megöntetvén azzal addig mosatik...”?*

(Zagyi Péter)

H374. Violetta az iskola üres kémia laborjában a polcon talált egy brómot tartalmazó üvegcsét. A bróm vízben való oldhatósága mindössze kb. $w = 0,33\%$.

a) *Számold ki, hogy hány liter, 60 °C-os, 101,3 kPa nyomású brómgőz oldódott be 100 g oldat telítése során!*

Egy fecnin Violetta a következőt olvasta, hogy a bróm oldhatóságát javítsd, önts az oldatodhoz **Y** 50 g $w = 20\%$ vizes oldatát. Hogy **Y**-t meghatározza, Violetta annak mintájához ezüst-nitrát-oldatot öntött, ekkor egyből halványsárga csapadék vált le. Majd **Y** lángfestését vizsgálta, ami erősen sárga volt. Így egyből tudta mi az anyag összetétele.

b) *Azonosítsd **Y**-t, írd fel a reakció ionegyenletét, és jelöld a csapadékot!*

Az utasításoknak megfelelően hozzáöntötte az előző 100 g-os oldathoz **Y** vizes oldatát. Majd további brómot oldott fel.

c) *Az oldódás során kémiai reakció is végbemegy. Írd fel az egyenletét és rajzold fel a létrejött speciesz szerkezetét!*

d) *Az egyszerűség kedvéért, a bróm vízzel való reakciójától tekintsünk el. Számold ki az új brómtartalmú speciesz képződésének egyensúlyi állandóját, ha tudjuk, hogy további 4,17 g bróm oldódott fel!*

(Nemeskéri Dániel)

H375. Ha az **X** fémet akár az **A** oldatba, akár a **B** oldatba tesszük, nem tapasztalunk változást. De ha a két oldatot összeöntjük, majd ebbe tesszük a fémet, gázfejlődés közben oldódni kezd és zöld oldatot kapunk.

Ezzel ellentétben a magnézium gázfejlődés közben oldódik mind az **A**, mind a **B** oldatban, és a két oldat keverékében is. A három esetben egyszerű érzékszervi vizsgálattal is megállapítható, hogy más-más összetételű az oldatból távozó gáz (vagy gázkeverék.)

*Mi lehet az **X** fém és a két oldat? Milyen gázok fejlődnek?*

(Zagyi Péter)

KERESD A KÉMIÁT!

Szerkesztő: Keglevich Kristóf



Kedves Diákok!

Íme a 2022/23-as tanév első „Keresd a kémiát!”-kérdéssora. A rovat a korábbiakhoz hasonlóan lapszámról lapszámmra megjelenve négy feladatsorból áll majd. Minden feladatsor 30 pontot fog érni. A feladatokban elsősorban irodalmi művekből vett idézetek, művészeti alkotások, olykor híres történeti források kémiai, természettudományi háttérét vizsgáljuk meg. A kémia hétköznapi vonatkozásai is a fókuszban állnak.

A megoldáshoz az interneten, esetleg az iskola könyvtárában kell majd kutatást végeznetek. A kérdések célja, hogy valami érdekességre vezessenek el Titeket. (Idézeteket és feladatjavaslatokat bárkitől szívesen fogadunk.) A feladatok többségében már kilencedikesként is elegendő képzettségetek van a válaszok beküldéséhez. Ugyanakkor remélhetőleg az érettségizők is tanulhatnak újat a feladatokból, igyekeztünk szemléletformáló dolgokra rákérdezni.

A magas pontszám elérése szempontjából nagyon fontos, hogy minden egyes konkrétan fölített kérdésre konkrét válasz érkezzen! Ennek hiányában – bármilyen szép és gazdag tartalmú is a beküldött megoldás – nem adható maximális pont.

Remélem, lelkesedésetek a tavalyihoz mérhető vagy még nagyobb lesz. Nevezetek!

Mielőtt nekilátnátok a feladatoknak, kérem, regisztráljatok a **<http://kokel.mke.org.hu>** honlapon! A megoldásokat is ezen a honlapon keresztül tudjátok majd beküldeni. A feltöltött megoldások formai követelményei megegyeznek a Gondolkodó rovatban megadottakkal.

Beküldési határidő: 2022. november 13.

Sikeres munkát, jó versenyzést kívánunk mindenkinek!

1. idézet: az olimpiai érmek (16 pont)

„Amikor megnézzük az elemek periódusos rendszerét, és megkeressük ezeket a fémeket (Cu, Ag és Au), különös dolog derül ki: mindhárom elem ugyanabban az oszlopban (1B) található (atomszámuk 27, 49 és 79). A periódusos rendszer ugyanazon oszlopában található elemek pedig nagyon hasonló tulajdonságokkal bírnak.

Például nem bomlanak el, ezért is lelhetők fel elemi formában a természetben. A belőlük készült medálok tehát az idők végezetéig megmaradnak. Legfeljebb a bronz kap egy kis zöld patinát, az ezüst pedig elfeketedhet, de könnyen fényessé varázsolhatók, az ezüstöt például elég csak meglocsolni egy kis kólával.

Hasonlítanak abban is, hogy viszonylag alacsony az olvadáspontjuk, ezért könnyű őket formálni, alakítani. Ezért is ideálisak az aprólékosan kidolgozott ékszerek, olimpiai érmek készítéséhez.”

(Kovács Róbert: Miért épp aranyat, ezüstöt és bronzot osztanak az olimpián? In: Ma is tanultam valamit. 4. Szerk. Kovács Róbert. Index.hu Zrt., 2022. 30–32. o. Online:

<https://index.hu/tudomany/til/2021/07/24/miert-eppen-aranyat-ezustot-es-bronzot-osztanak-az-olimpian-/>

Utolsó látogatás időpontja: 2022. augusztus 6.)

Kérdések:

Az ismeretterjesztő irodalomra sajnos nem minden esetben jellemző a szakszerű fogalmazás.

- Mutass rá a fenti idézet első két bekezdésében egy-egy pontatlanságra, és javítsd ki őket!
- Mitől függ leginkább egy fém megmunkálhatósága? Bizonyítsd be ellenpéldákkal, hogy a szöveg állításával szemben ez nem az olvadáspont!

A periódusos rendszer egyazon oszlopában található elemek hasonló kémiai tulajdonságokkal bírnak. Nem biztos, hogy fizikai tulajdonságaik is emlékeztetnek egymásra.

- Hozz három példát, hogy két-két ugyanabban a főcsoportban lévő elem fizikai tulajdonságai gyökeresen eltérnek! Add meg az eltérő tulajdonságokat is!

- d) A réz, az ezüst és az arany az I.B mellékcsoportban található. Mit vár-nánk ennek tudatában a fémek jellemző vegyértékével (oxidációs számával) kapcsolatban? Mi a valóság?
- e) Eltekintve a vegyértéktől miben hasonlítanak és miben térnek el a réz, az ezüst és az arany kémiai és biológiai tulajdonságai? Említs egy-egy lényeges hasonlóságot és különbséget!

Illúzióromboló lehet, hogy a (modern kori) 556 g-os olimpiai aranyérem-ben mindössze 6 gramm arany van (a bevonat), a többi ezüst. Hasonlókép-pen az arany karikagyűrűk anyaga sem teljesen tiszta arany.

- f) Hogyan adják meg az aranyötvözetek összetételét?
- g) Mi áll annak hátterében, hogy a karikagyűrű nem tiszta arany? Mi a neve és az összetétele a gyűrűk gyártásához használt ötvözeteknek?

2. idézet: a galvanizmus (8 pont)

„És valóban, ahogy azt mondom a kagylóba, Ottó, lassan elmosolyodom, kellemes érzés jár át [...] az ő neve hallatán, ez a kellemes érzés valóban villanyossággá fokozódik, engem is galvanizál [...]”

(Tolnai Ottó: Világítótorony eladó. Festettvíz-próza [2010])

Kérdések:

- a) A szerző a „galvanizál” igét „fellelkesít, feltüzel” értelemben használja. Mit nevezünk kémiai értelemben galvanizálásnak? Mi lehet a galvanizálás célja?
- b) Mi köze van a CD-k és a DVD-k gyártásának a galvanizáláshoz?
A galvanizmus szó Luigi Galvani (1737–1798) itáliai orvos nevéből származik.
- c) Mi volt Galvani felfedezése és hogyan magyarázta a jelenséget?
- d) Ki adta meg a Galvani által észlelt jelenség korrekt magyarázatát? Mi ez a magyarázat?

3. idézet: a cink-oxid (6 pont)

„Megpróbálta megszámolni, hányszor nyelt a felesége, s eszébe jutott a két cink-oxid képű ember látogatása, keskeny szájukban a cigaretta; az elektronikus szemű kígyó, amint átkúszik az éj, a kő és a tavaszi állóvizek rejtekein.”

(Ray Bradbury: Fahrenheit 451. [1968] – Loránd Imre fordítása)

Kérdések:

- a) Milyen rácsban kristályosodik a cink-oxid? Kötésszög szempontjából melyik elem(ek) rácsához hasonlít a szerkezete?
- b) A cink-oxid amfoter. Mit jelent ez? Bizonyítsd két reakcióegyenlettel!
- c) Mire használják a cink-oxidot? Hozz legalább két példát!

(Keglevich Kristóf)

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia németül

Szerkesztő: Horváth Judit

Fordítási verseny a 2022/2023-as tanévben

Fordítandó német szakszöveg a tanév során két alkalommal (a mostani 2022/4. és a jövő évi 2023/1. számban) jelenik meg. **Idén** megint olyan témát választottam, mely a **kémia és a társadalom, a gazdaság és a környezet között fennálló összefüggésekre** világít rá.

A rovat fő célja megismertetni azt a **szókincset és nyelvezetet** (kémiai anyagok, folyamatok, eszközök megnevezése, alapvető műveletek leírása, emellett adatok, összehasonlítások, elemzések, érvelések **jellegzetes szófordulatai**), melyre külföldi részképzés vagy németajkú partnerekkel végzett munka esetén szükség lesz minden olyan területen, mely kémiai ismeretekre is támaszkodik (**orvostudomány, gyógyszerészet, környezetvédelem, élelmiszer-, agrár- vagy építőipar** stb.). Sőt, a kémiai szaknyelv ezen területek **jogi szabályozási** oldalán is megjelenik. A németórán vagy a nyelvvizsga-előkészítőn feldolgozott ismeretterjesztő szövegek ehhez nem elegendők: azok nyelvezete messze áll attól, amikor egy tankönyvi szövegben, receptben vagy egy műszer leírásában kell eligazodnunk. A kémialaborba belépve pedig igen hamar rájövünk, hogy biztos nyelvtudásunk ellenére csak mutogatásra vagyunk képesek az eszközök között, akár a bennszülöttek...

A **tudományos és a műszaki nyelv** a németben a **hivatalos stílushoz** áll közel. Ennek megfelelően a mondatok nyelvtanilag többszörösen összetettek és közbeékeltek lehetnek. Cserébe viszont nem kell újságírói blikkfangokon és képi hasonlatokon törnünk a fejünket, melyeket ismeretterjesztő cikkekben előszeretettel használnak. A **kiemelésekkel** próbálok **segíteni**: nem csak a kémiai vonatkozású kifejezésekre, hanem

a **mondat lényeges elemeire** rámutatni, ami által remélhetőleg könnyebb lesz kibogozni, megfejtetni őket.

Az irodalmi műfordítással ellentétben a precizitás megelőzi a választékosságot. A szóismétlések elkerülhetetlenek, hiszen egy adott szakkifejezést mindig ugyanúgy kell fordítani. Természetesen a mondatoknak magyarul helyesen kell hangozniuk! Nagyon bosszantó olyan nyersfordítást olvasni, mely úgy hangzik, mintha nem tudna jól magyarul az írója. Ha valamit nem tudtok szó szerint lefordítani (akár pl. egy szakkifejezést nem tanultatok), akkor kipontozás helyett inkább [szögletes zárójelben] írjátok körül az értelmét, hogy a szövegkörnyezetből mire gondoltok.

A fordítási versenybe internetes nevezést kérünk a <http://kokel.mke.org.hu> honlapon. A felkészítő tanár közben a kémia tanárokkal mellett a német tanárokkal nevét is feltétlenül adjátok meg!

A KÖKÉL honlapjáról letölthető az elmúlt 15 évben előfordult szakszavak jegyzéke (kis szakszótár). 675 kifejezést tartalmaz a következő csoportosításban: kb. **200 anyag és 80 laboreshoz** mellett **200 fogalmat, 70 tulajdonságot, valamint 90 ígét az alapvető műveletek és kémiai folyamatok leírására.**

A **pontozás** szempontrendszer a 2004/3. szám 279. oldalán került ismertetésre. Érdekes az azóta megjelent értékelések közül néhányat átnézni a visszatérő hibák miatt. Pluszpontokat adok, ha valaki egy kacifántos részt sikeresen megfejt, vagy valamit nagyon szellemesen fordít le (ezekre 2–3 pontot is). 1–2 pluszpont jár annak, aki megtalálja a helyes magyar megfelelőjét egy olyan kifejezésnek, melyet csak kevesen ismernek fel. Ezek kompenzálhatják a kis levonásokat, melyek gyakran csak figyelmetlenségből erednek.

Figyelem! A képaláírásokat le kell fordítani, azonban a képeken és grafikonokon található feliratok, jelmagyarázatok fordítását most kivételesen – a teljes szöveg hosszára tekintettel – nem kérem megadni.

Chemie auf Deutsch (fordításra kijelölt német nyelvű szakszöveg)

Kunstdünger (Teil 1)

Ohne Mineraldüngung ist das **hohe Ertragsniveau** der modernen Landwirtschaft auch unter Anwendung aller sonstigen technischen Errungenschaften **weder zu erreichen noch zu halten**. Hohe Erträge bedingen eine zusätzliche **Nährstoffzufuhr von außen**, da der Boden die erforderlichen Nährstoffmengen nicht in ausreichendem Maße **nachzuliefern** vermag. Ausreichende Mineraldüngung schafft nicht nur höhere Erträge, sondern auch hochwertige pflanzliche **Nahrungsstoffe**. Sowohl die **Kalorienträger Kohlenhydrate, Fette und Eiweiß** als auch die energieärmeren, für die Ernährung von Mensch und Tier gleichfalls benötigten Pflanzeninhaltsstoffe, wie **Vitamine, Wuchsstoffe und Mineralstoffe**, werden von der Mineraldüngung sehr stark beeinflusst. Bereits heute können 2 Mrd. Menschen auf der Welt nur durch den zusätzlichen Düngemiteleinsatz ernährt werden.

Bedeutung von Mineraldünger für die Nahrungssicherheit

Pflanzen brauchen neben **Sonnenlicht und Wasser** auch **Mineralstoffe**, sogenannte **anorganische** Nährstoffe zum Wachsen. Um **1840** konnte der Chemiker Justus von Liebig die **wachstumsfördernde Wirkung von Stickstoff**, Phosphaten und Kalium nachweisen. Dabei ist es gleichgültig, ob die Pflanze diese **Mineralstoffe** direkt aus der Verwitterung von Gesteinen, der Mineralisierung **organischer Substanz** oder **über mineralische Düngung** erhält. Es waren über 50 Thesen, die Liebig formulierte:

"Ein Boden ist **fruchtbar** für eine gegebene Pflanzengattung, wenn er die **für diese Pflanze notwendigen mineralischen Nahrungsstoffe** in gehöriger **Menge**, in dem richtigen **Verhältnis** und in der **zur Aufnahme geeigneten Beschaffenheit [Form]** enthält."

Das Gesetz vom Minimum: "Das **Wachstum** und der **Ertrag** einer Pflanze wird von dem **Nährelement** oder Wachstumsfaktor **bestimmt**, der ihr **in geringster Menge [Minimum] zur Verfügung steht**."

"Wenn ein Boden seine **Fruchtbarkeit dauernd bewahren** soll, so müssen ihm nach kürzerer oder längerer Zeit die **entzogenen Bodenbestandteile** **wieder ersetzt** werden, d.h. die

Zusammensetzung des Bodens muß **wieder hergestellt** werden." (Justus von Liebig / *Agrikulturchemie* / 8. Auflage, 1865)

Da nicht jeder Boden einen optimalen **Nährstoffgehalt** aufweist und sich der **Bedarf der Pflanzen** zudem **stark unterscheidet**, sind **hochwertige Dünger in der modernen Landwirtschaft ausschlaggebend für einen guten Ertrag. Nachhaltige Landwirtschaft** erfordert ein hohes Maß an Engagement, Innovationskraft, Know-how und Kreativität.

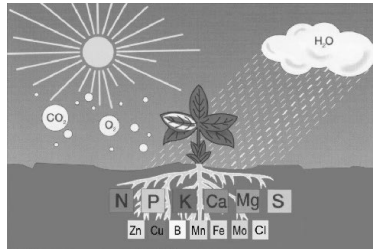


Bild 1: Mineralische Haupt- und Spurennährstoffe der Pflanzen

Wichtigste Bestandteile eines Düngers sind meist die **Hauptnährelemente Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K)**, da ein **Mangel** an diesen Nährstoffen in vielen Böden das **Pflanzenwachstum beschränkt**. Dünger, welche Stickstoff, Phosphor und Kalium beinhalten, werden **NPK-Dünger** oder **Volldünger** genannt. In zweiter Linie enthalten Dünger auch **Schwefel, Calcium und Magnesium**. Schließlich benötigen Pflanzen auch **Spurenelemente**: zu diesen gehören Bor (B), Eisen (Fe), Chlor (Cl), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Molybdän (Mo) und Zink (Zn), welche auch in Düngern vorkommen können oder als spezielle Spurenelementdünger angeboten werden. Vereinfacht kann man sagen, dass **Stickstoff der Erzeugung von Blattmasse** dient, **Phosphor** dient der **Blüten- und Fruchtbildung**, **Kalium** stärkt die **Holzbildung** und **Pflanzenstatik**, **Magnesium** fördert die **Nährstoffaufnahme**.

Viele Nährelemente können **aus fossilen Lagerstätten abgebaut** werden. Allerdings liegen sie im **Gestein** als stabile, **kaum lösliche** Verbindung vor. Pflanzen nehmen Nährstoffe jedoch **nur in Form von in Wasser gelösten Ionen** auf. Zur Produktion von **NPK-Mineraldüngern** wird **Rohphosphat mit Säuren aufgeschlossen** und die dabei gebildete **Phosphorsäure mit Ammoniak neutralisiert**.

Kalisalze werden im Bergbau gewonnen, aufbereitet (Kaliumchlorid-Dünger) oder zu Kaliumsulfat umgesetzt.

Pflanzen nehmen Nährstoffe nur als Ionen auf? Eigentlich stimmt das nicht ganz. Das **Spurennährelement Bor** wird in der neutralen Form $B(OH)_3$ (**Borsäure**) aufgenommen. Damit stellt es jedoch einen Sonderfall dar. Bor ist an der Ausbildung von **Zellwänden** beteiligt und fördert die Blüten- und Fruchtbildung.

Die Weltbevölkerung wächst, wie soll sie ernährt werden?

Der englische Nationalökonom Thomas Malthus hatte schon **um 1800 vorausgesagt**, dass die **Lebensmittelproduktion nicht mit dem Wachstum der Menschheit Schritt halten kann**. Seitdem bemühten sich Forscher wie Justus von Liebig (1803-1873), die **Erträge** der Landwirtschaft **durch künstliche Düngung zu steigern**. Zur gleichen Zeit experimentierten englische Landwirte mit **stickstoffhaltigen Guanodüngern** und verzeichneten **erhebliche Ertragssteigerungen**. Da die **Guanovorräte** jedoch **begrenzt** waren und größtenteils aus **Südamerika** eingeführt werden mussten, sann man auf eine Methode, Nitrate **synthetisch** zu erzeugen. Zwar besteht die **irdische Atmosphäre** zu **drei Vierteln** aus **Stickstoff**, doch in dieser **elementaren Form** können ihn Pflanzen nur durch Umwandlung **durch bestimmte Bodenbakterien verwerten**. An dieser Aufgabe bissen sich die **Chemiker** seit mehr als hundert Jahren die Zähne aus - bis Fritz Haber kam. Ihm **gelang 1908 der große Coup**: die **Stickstoffdünger-Erzeugung**. Seit nunmehr **hundert Jahren** ist es **möglich, Stickstoff in Dünger zu verwandeln**.

Stickstoffdünger sind meist Ammoniumnitrat, Ammoniumsulfat und Kaliumnitrat und werden **aus Ammoniak und Salpetersäure hergestellt**.

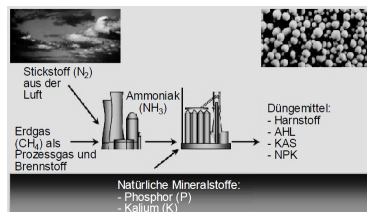
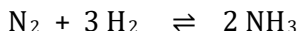


Bild 2: Ammoniak, der Grundbaustein fast aller N-haltigen Mineral-dünger, wird aus Luftstickstoff und Erdgas hergestellt

1 Teil Stickstoff aus der Luft und 3 Teile Wasserstoff aus Methan ergeben 2 Teile Ammoniak;



das Ganze in einem Reaktor bei 450°C und 300 bar Druck. Da sieht man schon, dass die technische Realisierung der bahnbrechenden Idee von **Haber** für den praktisch begabten **Maschinenbauer Carl Bosch** eine **riesige Herausforderung** darstellte.

Zu Habers Zeiten wurde der **Wasserstoff aus Koks** gewonnen und das noch **bis 1960**. Heute arbeiten fast alle Ammoniakanlagen auf **Erdgasbasis** als billigstem Ausgangsstoff. Der **Wasserstoff** wird aus dem **Erdgas** (Methan, CH₄) durch das **Dampf-Reforming-Verfahren** gewonnen. Der **Energieaufwand pro Tonne NH₃** liegt bei **Koks** als Ausgangsstoff bei **90 GJ** (Gigajoule), bei **Erdgas** bei ca. **30 GJ**.

Energieverbrauch in der Düngemittelproduktion

Die **Herstellung von synthetischen Düngemitteln** ist **sehr energieaufwendig**, was mit einem hohen Ressourcenverbrauch und der **Emission von Treibhausgasen** verbunden ist. Für die **Düngerherstellung** müssen bisher **weltweit** rund **vier Prozent des Erdgases** verwendet werden. **80% des Gases dienen dabei als Rohmaterial** für den Dünger, während die restlichen **20%** zur **Erhitzung** und zur **Stromerzeugung** dienen.

In Westeuropa werden heute etwa **15 % des gesamten Energieverbrauchs für die Produktion von Nahrungsmitteln** aufgewendet. Dies unterteilt sich in **5 % für die landwirtschaftliche Produktion** der benötigten Rohstoffe sowie **10 % für die Weiterverarbeitung** der Rohstoffe zu Nahrungsmitteln inklusive der logistischen Aufwendungen. In der landwirtschaftlichen Produktion wird **sehr viel Energie** durch den Einsatz **mineralischer N-Dünger** verbraucht. So hat zum Beispiel in der **Winterweizenproduktion** der Einsatz von **Mineraldünger-N (Produktion, Transport, Ausbringung)** einen **Anteil von 52 % am gesamten Energieverbrauch**. **P- und K-Dünger** tragen nur zu **8 %** zum Energieverbrauch bei, während **Feldarbeiten** sowie der Einsatz anderer Betriebsmittel (Saatgut etc.) einen **Anteil von 40 %** am gesamten Energieverbrauch haben.

Gaspreise und Düngemarkt

Die **europäische Düngemittelindustrie** befindet sich in einer schweren **Krise**, weil der europäische Gasmarkt kaputt ist. Die **rekordhohe Erdgaspreise**, die **90% der variablen Produktionskosten** der Dünger-Industrie ausmachen, macht es für europäische Hersteller unmöglich, noch zu produzieren und zu konkurrieren. Als Ergebnis sind bereits über **70% der europäischen Produktion runtergefahren oder stillgelegt**. (26.08.2022) Die politischen Entscheidungsträger müssen deshalb ernsthaft über Krisenmanagement-Maßnahmen bei Düngemittel nachdenken, um langfristige Auswirkungen auf die **Ernährungssicherheit** der EU zu minimieren. Europa braucht eine **starke heimische Düngemittelindustrie**, um weiterhin Lebensmittel zu produzieren.

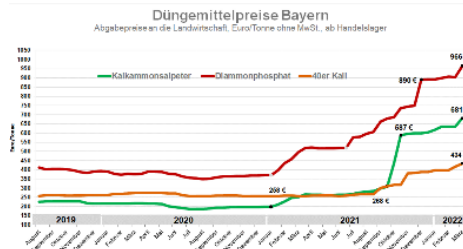


Bild 3: Die Entwicklung der Netto-Preise von Dünger in den vergangenen Monaten

Mineraldüngerproduktion und Düngemittelrohstoffe

Das bedeutendste **Herstellerland stickstoffhaltiger Düngemittel** ist **China**, gefolgt von **Indien** und den **USA**. In **Europa** sind die wichtigsten Produzenten **Russland und Ukraine**, gefolgt von **Polen, Niederlande, Deutschland und Frankreich**.

Die größten **Kali-Lagerstätten** sind in **Kanada** sowie in **Russland** bzw. **Weißrussland** und **Deutschland** anzutreffen.

Die weltweiten **Phosphatvorkommen** konzentrieren **zwischen** den beiden **40. Breitengraden**. Auf Grund dieser geologischen Voraussetzungen ist die Förderung **auf wenige Länder konzentriert**.

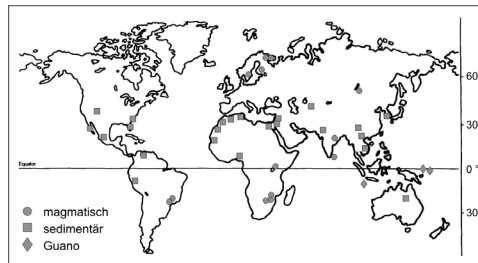


Bild 4: Die weltweit wichtigsten Phosphatvorkommen

Dafür muss man wissen, dass mineralische Düngerbestandteile wie Phosphat ganz **natürlich mit Schwermetallen belastet** sind. Im Fall von Phosphat ist es in erster Linie das Schwermetall **Cadmium**. Wer also **regelmäßig** mit mineralischem Dünger düngt, der einen **hohen Phosphatanteil** hat, kann den Boden **langfristig mit Schwermetallen anreichern**. Leider gibt es heutzutage fast ausschließlich Phosphatlagerstätten mit erhöhtem Cadmiumgehalt, denn die **cadmiumarmen Minen** sind bereits fast vollständig **erschöpft**. In Deutschland existieren dafür schützende **Grenzwerte**. Insbesondere **Russland** und **Südafrika** profitieren von diesen Verordnungen. Die dortigen **Vorräte** sind **außerordentlich hoch** und würden, bei einem alleinigen Verbrauch in den Ländern der EU für nahezu 300 Jahre reichen.

Nur, weil **Schwermetalle in den Boden** gelangen, müssen diese aber noch lange **nicht von den Pflanzen aufgenommen** werden. Böden können **bestimmte Stoffe binden**, die dadurch zum Beispiel nicht von Pflanzen aufgenommen werden können. Folgende **Bestandteile** und **Eigenschaften** wirken sich positiv auf die **Bindung von Schwermetallen** aus: (1) Ein hoher Gehalt an **Ton**; (2) **Humus** ist ebenfalls in der Lage, Schwermetalle zu binden; (3) Der **pH-Wert** im Boden sollte **nicht unter 6** liegen. Zusammengefasst kann also gesagt werden, dass ein schwerer, humus- und tonhaltiger Boden in der Lage ist, viele Schwermetalle zu binden. Bei einem **sandigen Boden** werden die **Schwermetalle verstärkt von den Pflanzen aufgenommen** und ins Grundwasser **ausgewaschen**. Aber auch ein schwerer Boden kann die Schwermetalle nur **effektiv binden**, wenn der pH-Wert **nicht zu sauer** ist.

Forrás:

https://unterrichten.zum.de/wiki/Bodenhistorie/Justus_von_Liebig:_Mineralstofftheorie_und_Bodendüngung

<https://www.hellma.com/prozessanalytik/applikationen/duengemittelherstellung/>

<https://www.chemie.de/lexikon/Dünger.html>

<https://www.iva.de/sites/default/files/benutzer/uid/publikationen/tb2007.pdf>

<https://www.bundestag.de/resource/blob/567976/bb4895f14291074b0a342d4c714b47f8/wd-8-088-18-pdf-data.pdf>

<https://www.plantura.garden/gartenpraxis/duenger/mineralischer-duenger>

<https://heureka-stories.de/1913-die-kleinbildkamera/2-uncategorised/66-was-ist-aus-habers-erfindung-geworden.html>

<https://heureka-stories.de/1908-die-ammoniaksynthese.html>

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/duengemittel#dungemittel-was-ist-das>

<https://www.yara.de/siteassets/crop-nutrition/media/produktbroschuren-de/pure-nutrient-infos/pure-nutrient-nr.-11.pdf/>

<https://www.br.de/nachrichten/wissen/duenger-nachhaltiger-herstellen-erdgas-einsparen,T5b6B3b>

<https://www.agrarheute.com/markt/duengemittel/duengerindustrie-will-staatshilfe-duengermarkt-kollabiert-597280>

<https://www.br.de/nachrichten/bayern/duengemittel-knapp-und-immer-teurer,T0RQmls>

<https://www.plantura.garden/gartenpraxis/duenger/schwermetalle-im-boden>

Beküldési (beérkezési) határidő: 2023. január 2. (de beadható 2022. november 13-án is)

A megoldásokat a **<http://kokel.mke.org.hu>** honlapon át vagy postán küldhetitek be. A levélben küldött megoldásokat is feltétlenül kérjük a honlapon regisztrálni, mielőtt az alábbi címre feladjátok:

KÖKÉL német fordítási verseny
ELTE TTK Kémiai Intézet
Budapest 112
Pf. 32
1518

Kézzel írt vagy szövegszerkesztővel készített fordítás egyaránt beküldhető. A **lap mindkét (jobb és bal szélén) maradjon legalább 1–1 cm margó** a pontozás számára. **Minden lap tetején szerepeljen a beküldő neve, osztálya.** Postai beküldés esetén a lapokat kérem **összetűzni!** Mindenki ügyeljen az olvasható írásra és a pontos címezésre!

Kémia angolul

Szerkesztő: Tóth Edina

Évkezdési gondolatok:

Újra ősz van és újra fordítási verseny. Ismételjük át az alapelveket. A közölt cikk első oldalán minden szakszót, azaz 'terminus technicus'-t aláhúztam. A jó fordítás alapját ugyanis ezek a szavak adják. Fontos, hogy a bekezdés vagy a mondat értelmét figyelembe véve figyelmesen keressük meg a magyar nyelv megfelelő szakszavát, ne csak átírjuk az általunk ismert vagy elsőre megtalált magyar megfelelőre!

Az, hogy mit tekintünk szakszónak, nem definiálható tudományos alapossággal: 'to carry out an experiment' (magyarul: elvégezni a kísérletet) kifejezéstől az 'atomic force microscope' eszköznévig széles a lista.

A fordítás értékelése során az összpontszám 40%-át ezek adják. Az általános kifejezések és a többi nyelvi elem 50%-ot tesz ki. A fennmaradó 10%-ot olyan a fordítás minősége szempontjából fontos szempontok adnak, mint a szöveg folytonosság, magyarosság, a megfelelő stílus és a szövegkohézió. Ezek jelentősége vitathatatlan, azonban számunkra két okból is mellékesek:

1. lelkes amatőr fordítóktól inkább a tartalmat hangsúlyozzuk;
2. sok kiválónak tűnő szöveget találunk sok tartalmi hibával.

Egy példa

Technical terms	32/27	33,8
Grammar	45/39	43,3
Others	10/9,5	9.5
Total	100/	86,6

Beküldési (beérkezési) határidő: 2022. nov. 13.

A megoldásokat a <http://kokel.mke.org.hu> honlapon át várjuk.

Stability of the Elements and Their Isotopes

In the universe, there are only 80 stable elements. For these elements, one or more isotopes do not undergo spontaneous radioactive decay. No stable isotopes occur for any element after lead, and two elements in the earlier part of the table, technetium and promethium, exist only as radioactive isotopes. Traditionally, bismuth, or more correctly bismuth-209, was considered the last stable isotope. However, as early as 1949, it was predicted theoretically that the isotope could not be stable. It was not until 2003 that the radioactive decay of the “stable” isotope of bismuth was observed, and its half-life has now been determined as 1.9×10^{19} years. Two other elements for which only radioactive isotopes exist, uranium and thorium, are found quite abundantly on Earth because the half-lives of some of their isotopes—108 to 109 years—are almost as great as the age of Earth itself.

The fact that the number of stable elements is limited can be explained by recalling that the nucleus contains positively charged protons. Repulsive forces exist between the protons, just like the repulsive forces between electrons, discussed in Chapter 1. We can visualize the neutrons simply as material separating the positive charges. As the number of protons increases, the number of neutrons in the most common isotope of each element increases at a faster rate. Beyond the 126 protons of lead, the number of positive charges in the nucleus becomes too large to maintain nuclear stability, and the repulsive forces prevail. All the subsequent elements only form radioactive isotopes.

To gain a better understanding of the nucleus, we can devise a quantum (or shell) model of the nucleus. Just as Nils Bohr visualized electrons as existing in quantum levels, so we can visualize layers of protons and neutrons (together called the nucleons). Thus, within the nucleus, protons and neutrons will independently fill energy levels corresponding to the principal quantum number n . However, the angular momentum quantum number l is not limited as it is for electrons. In fact, for nucleons, the filling order starts with 1s, 1p, 2s, 1d... Each nuclear energy level is controlled by the same magnetic quantum number rules as electrons, so there are one s level, three p levels, and five d levels. Both nucleons have spin quantum numbers that can be $+\frac{1}{2}$ or $-\frac{1}{2}$

Nuclear Spin Pairing

Different from electron behavior, spin pairing is an important factor for nucleons. In fact, of the 273 stable nuclei, only four have odd numbers of both protons and neutrons. Elements with even numbers of protons tend to have large numbers of stable isotopes, whereas those with odd numbers of protons tend to have one or, at most, two stable isotopes. For example, cesium (55 protons) has just one stable isotope, whereas barium (56 protons) has seven stable isotopes. Technetium and promethium, the only elements before bismuth to exist only as radioactive isotopes, both have odd numbers of protons.

The greater stability of even numbers of protons in nuclei can be related to the abundance of elements on Earth. As well as the decrease of abundance with increasing atomic number, we see that elements with odd numbers of protons have an abundance about one-tenth that of their even-numbered neighbors.

Nuclear Shells

Using the Meyer-Jensen Shell Model, we find that, for nuclei, completed quantum levels contain 2, 8, 20, 28, 50, 82, and 126 nucleons of one kind (compared with 2, 10, 18, 36, 54, and 86 for electrons). Thus, the first completed quantum level corresponds to the $1s^2$ configuration, the next with the $1s^2 1p^6$ configuration, and the following one with $1s^2 1p^6 2s^2 1d^{10}$. These levels are filled independently for protons and for neutrons. We find that, just like the quantum levels of electrons, completed nucleon levels confer a particular stability on a nucleus. For example, the decay of all naturally occurring radioactive elements beyond lead results in the formation of lead isotopes, all of which have 82 protons.

The influence of the filled energy levels is apparent in the patterns among stable isotopes. Thus, tin, with 50 protons, has the largest number of stable isotopes (10). Similarly, there are seven different elements with isotopes containing 82 neutrons (isotones) and six different elements with isotopes containing 50 neutrons.

If the possession of a completed quantum level of one nucleon confers stability to the nucleus, then we might expect that nuclei with filled levels for both nucleons—so-called doubly magic nuclei—would be even more favored. This is indeed the case. In particular, helium-4 with $1s^2$ configurations of both protons and neutrons is the second most

common isotope in the universe, and the helium-4 nucleus (the α -particle) is ejected in many nuclear reactions. Similarly, it is the next doubly completed nucleus, oxygen-16 (8p, 8n), that makes up 99.8 percent of oxygen on this planet. Calcium follows the trend with 97 percent of the element being calcium-40 (20p, 20n). As we saw in Figure 2.8, the number of neutrons increases more rapidly than that of protons. Thus, the doubly stable isotope is lead-208 (82p, 126n). This is the most massive stable isotope of lead and the most common in nature.

Synthesis of New Elements

A goal of both chemists and physicists has been the synthesis of new chemical elements. To accomplish this, a target of a high atomic number element is bombarded with atoms of a neutron-rich element whose combined atomic number is that of the desired element. In addition to the common doubly magic isotope of calcium, calcium-40, about 0.2% of natural calcium is neutron-rich doubly magic calcium-48 (20p, 28n). With a neutron-proton ratio of 1.4, calcium-48 has been the key to synthesizing many new elements. Using calcium-48 nuclei as projectiles, nuclear physicists have claimed the synthesis of element 114 from plutonium-244, element 115 from americium-243, element 116 from curium-248, element 117 from berkelium-249, and element 118 from californium-249.

Now the aim is to make the first elements of the next period. This will be a challenging task. There are no long-lived target isotopes with even higher atomic number, while the most probable higher atomic number projectile would be titanium-50, which has a neutron-proton ratio of only 1.27, making it less likely that long half-life atoms of the desired atomic number would be produced. In addition, even with a high neutron-proton ratio, the half-lives of any isotope of a new element will be so short that it will be impossible to study its chemistry.

Forrás:

Geoff Rayner-Canham, Tina Overton - Descriptive Inorganic Chemistry (2013, W. H. Freeman) p. 24-28

Beszámoló a Varázslatos Kémia Táborról

Székesi Fanni

Amikor jelentkeztem a táborra, arra gondoltam, hogy ez az egy hét a nyáron tökéletes alkalom lesz arra, hogy aktívan gyakorolhassam a kémiát, miközben olyan környezetben vagyok, ahol mások is erre törekednek. Ekkor még nem is gondoltam, hogy ez sokkal többet fog jelenteni ennél.

Első nap, amikor megérkeztünk a táborba, három csapatra osztottak minket. Mindhárom csapat kapott egy címet, amely témáját a tábor ideje alatt ki kellett dolgozniuk és az utolsó napon egy prezentációt kellett előadniuk abból, amit gyűjtöttek, kutattak. Az összes cím, amit megkaptunk, Pécs városához, a tábor színhelyéhez kapcsolódott. Az első nap délutánját egy csapatfeladattal töltöttük, amely egy kvíz kitöltése volt. A pároldalas feladatlappal városnéző túrára indultunk, és a kérdéseket az alapján kellett megválaszolniuk, amiket a városban láthattunk. Nagyon érdekes volt a feladat, kapcsolódott a kémiához és egyéb tudományágakhoz is.

A tábor 5 napos volt, tehát 3 egész napot töltöttünk Pécsen. Mindhárom napot úgy kezdtük, hogy reggeli után átsétáltunk az egyetem egyik laborjába.

Sok kémiával foglalkozó diáknak, köztük nekem is, kedvenc elfoglaltsága a kísérletezés. A táborban a kedvencem az volt, hogy rengeteg új laboros élményt szerezhettünk.

Első laborgyakorlatunkhoz a Szentágotthai János Kutatóközpontba látogattunk, ott pedig fizikai kémiai méréseket és számolásokat végeztünk csoportokban.

A következő nap reggel egy másik labort próbálhattunk ki, ahol analitikai feladatokat csináltunk. Az Irinyi János kémiaversenyen a 10. évfolyam laborfeladataiba nyerhettünk betekintést egy „ionvadászat” kihívással.

Az ezt követő napon ugyanebbe a laborba jöttünk vissza, ez alkalommal fémkomplexekről tanultunk, illetve vizsgáltuk is őket.

Minden laborgyakorlattal töltött délelőttöt az egyetem menzáján elfogyasztott ebéd követett, majd minden nap különböző délutáni

programok. Sétáltunk a Zsolnay negyedben, ahol meghallgattunk egy érdekes planetáriumi előadást, majd elektromossággal kapcsolatos fizikai kísérleteket, illetve magyarázataikat csodálhattuk meg. A Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziumának pincéjében lézerekkel és optikával foglalkoztunk.

Voltunk egy tanyán, ahol megnézhattunk egy lovasíjász bemutatót és a lovakkal is barátkozhattunk utána.

Természetesen kémiával kapcsolatos programokban is részt vettünk. Megnéztünk egy előadást érdekes kémiai kísérletekről, molekulákat építettünk, illetve az utolsó nap délutánján kémiai társasjátékokat is játszottunk. Ezek a délutáni programok tökéletesek voltak arra, hogy a délelőtti kemény munka után kicsit lazítsunk, de továbbra is természettudományokkal foglalkozzunk. Aki eddig nem gondolta volna, most az is megtudhatta, hogy nem csak tanulásról szólnak a tudományok.

Utolsó nap mindhárom csapat előadta a prezentációját, szakmai zsűri és saját társaink előtt. Kaptunk néhány kérdést is témánkat illetően, amelyeket felkészültségünkhöz mérten esetleg meg is tudtunk válaszolni. A zsűri tagjai, a tábor szervezői, a laborokat vezető tanárok és asszisztensek segítőkészek és kedvesek voltak. Új dolgokat tanultunk és megtapasztaltuk azt is, hogy milyen tisztelettel fordulnak egymáshoz és hozzánk is a híres vegyészek, kémikusok és tanárok.

Egy tartalmas és izgalmas élmény volt számomra a tábor. Az ország minden pontjáról érkeztek korombeliek, akikkel közösen gyakorolhattam és fedezhettem fel ezt a tudományágat.

Aki úgy érzi, hogy szívesen szerezne új tapasztalatokat, barátokat és tombol benne a tudásvágy is, annak kifejezetten ajánlom, hogy próbálja ki magát egy Varázslatos Kémia Táboron. Az én kedvenc programom az az esti beszélgetés volt, amit a szakmabeliek tartottak a kémia lehetőségeiről. Kaptunk tanácsokat, belsős ismereteket, motivációt és ösztönzést. Megerősítést kaptam ahhoz, hogy minél előbb elkezdjek kutatni.

Összességében egy jó élménnyel lettem gazdagabb, a tábor minden pillanata élvezetes volt. Remélem, évről évre népszerűbb lesz a tábor, és minél többen megtapasztalhatják, hogy ilyen is lehet a Kémia.

Tóth Marcell

Idén először vettem részt a Magyar Kémikusok Egyesülete által szervezett Varázslatos Kémia Táborban. A helyszín Pécs volt. A táborban 8-9-10. osztályt végzett diákok voltak. Első nap a regisztráció után elfoglaltuk a szobánkat a Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnázium Kollégiumában. Ezután kialakítottuk a csapatokat, akikkel jobban is megismerkedtünk a délutáni városnéző játék alatt. Pécs nevezetességeiről volt kvíz, amit a csapatunk meg is nyert. A tábor alatt a szervezők mellett végig velünk voltak egyetemista kísérők is.

Minden csapat kapott egy projektfeladatot, amit ki kellett dolgozni a hét végére. A mi csapatunk témája a Zsolnay kerámiák és porcelánok volt.

A Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Karán a Kémiai Intézet több laborját megismerhettük, ahol érdekes gyakorlatok voltak: fizikai kémiai mérések, ionvadászat, fémkomplexek vizsgálata, kémiai legózás vagyis 3D molekulamodellezés. Nagyon hasznos laboratóriumi tapasztalatokat szereztünk.

Esténként érdekes programok voltak, pl. lézerbarlang, lovasíjász bemutató. Kémiai társasjátékok is voltak. Minden nap a projektmunka kivitelezésével is foglalkoztunk és előadásanyagot készítettünk belőle. Pénteken minden csapat beszámolt a projektjéről a kémiatanárokból álló zsűri előtt.

Sok hasznos dolgot tanultam, új ismereteket és laborgyakorlatot szereztem egy hét alatt. Több társammal később is fogom tartani a kapcsolatot. Minden kémiát szerető diáknak csak ajánlani tudom ezt a tábort. Köszönöm, hogy részt vehettem!

A szám szerzői

Dr. Horváth Judit tudományos munkatárs, Sheffieldi Egyetem

Dr. Csóka Balázs középiskolai tanár, Janus Pannonius Gimnázium, Pécs

Hegedüs Kristóf PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

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

Nemeskéri Dániel tanuló, ELTE Apáczai Csere János
Gyakorló Gimnázium, Budapest

Dr. Petz Andrea középiskolai tanár, Ciszterci Rend Nagy Lajos
Gimnáziuma, Pécs

Székesi Fanni tanuló, Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét

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

Tóth Marcell tanuló, Szalézi Szent Ferenc Gimnázium, Kazincbarcika

Zagyi Péter középiskolai tanár, Németh László Gimnázium, Budapest

TARTALOM

SZAKMAI CIKK.....	237
Csóka Balázs és Petz Andrea: A 2019-2022-es Irinyi János kémiaversenyek döntőinek statisztikai elemzése.....	237
MI LETT BELŐLED IFJÚ VEGYÉSZ? – Révész Ágnes és Rokob András	247
MESTERSÉGE KÉMIATANÁR– Fodor Erika.....	251
GONDOLKODÓ	253
KERESD A KÉMIÁT!	263
KÉMIA IDEGEN NYELVEN	267
Horváth Judit: Kémia németül	267
Tóth Edina: Kémia angolul	277
NAPRAKÉSZ	281
Székesi Fanni és Tóth Marcell: Beszámolók a Varázslatos Kémia Táborról	281
A SZÁM SZERZŐI	284

Életkép a Varázslatos Kémia Táborból

