

Kedves Olvasók!

Tanévkezdő számunkban több újdonsággal is jelentkezünk, amelyekről ezúton szeretnénk röviden tájékoztatni Olvasóinkat.

Pontversenyeink legjobbjait ebben a tanévben személyes döntőre tervezzük meghívni: a pontversenyekben egész évben nyújtott teljesítmény így egy élő, közös megmérettetésen is megmutatkozhat. A döntő időpontjáról és részleteiről későbbi számainkban adunk hírt, de nem csupán egy versenyfordulót, hanem egy gazdagabb eseményt tervezünk. Csoportos pontversenyt ugyanakkor a korábbi évek gyér érdeklődése miatt már nem hirdetünk.

Két új rovattal is bővül a lap. A *Készüljünk az Irinyire!* rovat az elmúlt év Irinyi-feladatait továbbgondolva ad újabb kérdéseket és problémákat a versenyre készülő diákoknak – és maga is pontverseny. A *Visszamérés és mellékreakciók* rovat elsősorban a kémiaatanároknak szól: az Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny feladatait és a rájuk beadott megoldások helyes és helytelen gondolatait elemzi, hogy segítse a versenyfelkészítés sokszor idő- és munkaigényes feladatát.

Mindeközben régi rovataink – a *Mi lett belőled, ifjú vegyész?*, a *Mestersége kémiaatanár*, a *Gondolkodó*, a *Keresd benne a kémiát!*, a *Kémia idegen nyelven*, a *Műhely*, a *Naprakész* és a *Versenyhíradó* – a megszokott lelkesedéssel folytatódnak. Ahogy eddig is, a feladatok kitűzése nyitott, tanártól, jelenlegi és volt versenyzőtől is fogadunk feladatjavaslatokat.

Címlapfotó-pályázatunk folyamatosan nyitott: szeretettel várunk minden kémiához kötődő fotót diákoktól és tanároktól egyaránt – legyen szó kísérletről, laboratóriumi pillanatról vagy a hétköznapiakban felfedezett kémiáról. A képeket nagy felbontásban, fekvő 3:4 képarányban várjuk a kokel@mke.org.hu email címre.

Jó olvasást és eredményes versenyzést kívánunk!

A szerkesztőség

Mi lett belőled ifjú vegyész?

Krizzsán Gergely, főorvos, az orvosi mikrobiológia szakorvosa

Mikor nyertél vagy értél el helyezést kémiaversenyeken?

2000-ben az Irinyi János Középiskolai Kémiaversenyen országos 7. helyezést értem el és dicséretet kaptam a laboratóriumi munkában elért legjobb eredményért. 2001-ben az OKTV-n értem el országos 7. helyezést. Szintén 2001-ben az ELTE-n bejutottam a kémia diákolimpia előkészítő tanfolyam második fordulójába.

Ki volt a felkészítő tanárod? Hogyan gondolsz vissza rá? Milyen indíttatásból kezdted el a kémiával komolyabban foglalkozni?



Dragon Faragó Lajos a Budapesti Piarista Gimnáziumban. Tanár úr szigorú és pragmatikus, ugyanakkor szellemes is volt. Tanításai, szófordulatai és fanyar humora máig elkísérnek. A kapcsolatot azóta is tartjuk. A versenyekre való felkészülést még a tanóránál is komolyabban vette, és bármikor elérhető volt, ha segítségre volt szükségem, vagy éppen a titrálást szerettem volna még gyakorolni. Idővel kifejezetten meg is szerettem a különféle titrálásokat. Emlékszem egy vicces esetre: egy alkalommal, mivel nagyon ragaszkodtam hozzá, hogy még hadd gyakoroljam a laboratóriumi munkát, valami igazán trükköset talált ki nekem – a Mohr-só kristályvíztartalmát kellett meghatározni permanganometriás titrálással. Észre sem vettem, de automatikusan odaírtam a 6 kristályvizet. Amikor Tanár úr észrevette, teljesen elhűlt és döbbenten kérdezte tőlem, honnan tudom, hogy 6 vízzel kristályosodik. Hát, csak úgy – így én, magamban mosolyogva. Ugyanis mindig szerettem a kristályvizes képleteket és feladatokat. A titrálást persze azért sikeresen elvégeztem.

Egy másik dolog, amit nagyon szórakoztatónak találok, az egyes csapatdék színe. Ez pedig a minőségi analízisben jelent nagy segítséget.

Dragon tanár úr három évig tanított bennünket, utána két évig pedig Pázmándy György tanár úr, akinek szintén sokat köszönhetek. A szerves kémia tanulmányozása előtt tartottunk egy kis ismétlést az általános és szervetlen kémiából. Ez amolyan ismerkedés volt az osztállyal, no meg persze a tudásunk felmérése is. Ekkor történt velem vagy bennem valami. Mintha átbillent volna egy mérleg a másik oldalra vagy egy folyó átbukott volna a gáton. Talán a sok munka gyümölcse érett meg vagy egyszerűen csak elérkezett az idő. Minden kérdésre azonnal tudtam a választ. Még én magam is meglepődtem mindezen. A tanórák hirtelen már nem voltak elegendőek, mindig egyre nehezebb és bonyolultabb feladatokat kerestem, utána olvastam különféle témáknak, laboratóriumi gyakorlatokat végeztem, sőt még otthon is kísérleteztem. Ezután születek az igazi versenyeredményeim.

Ismerted-e diákkorodban a KÖKÉL-t?

Igen, rendszeresen oldottam meg feladatokat és értem el helyezéseket a pontversenyben. Talán kétszer voltam első, de már nem emlékszem biztosan. Egy idő után saját feladatokat is készítettem és részt vettem az angol nyelvű fordítási versenyen. Dr. Maleczkiné Dr. Szeness Mártával még leveleztünk is, sőt, két dedikált könyvet küldött nekem ajándékba. Akkoriban elsősorban sztöchiometriai és egyensúlyi példák szerepeltek a versenyen. Mindig vártam a legújabb számot és az izgalmas feladatokat, az új kihívásokat. Örülök neki, hogy ez mindmáig nem változott. Körülbelül 25 éve vagyok már KÖKÉL-előfizető és azóta is mindig nagy örömmel olvasom az újabb számokat. Szívesen merengek a feladatokon, problémákon. Sajnos jelenleg idő hiányában ennél többet nem tudok foglalkozni velük. A versenyhíradókat is kíváncsian olvasom. Ehelyütt szeretném kifejezni, hogy nagyon hálás vagyok a megtisztelő felkérésért, és hogy interjút adhatok a KÖKÉL olvasói és szerkesztői számára. Bízom benne, hogy a KÖKÉL még nagyon sokáig tovább fog élni.

Hozzásegítettek-e a pályaválasztásodhoz a versenyeken elért eredmények?

Magához a pályaválasztáshoz igazából nem. Kisgyermekkorom óta éreztem, hogy orvos szeretnék lenni. Természetesen időről időre felmerültek más pályák is, de nem térítettek el eredeti elhatározásomtól. Ebben

fontos szerepet játszott szeretett anyai nagypapám is, aki bár elkezdte egyetemi orvosi tanulmányait, a II. világháború után azonban fel kellett adnia ezt a tervét, és végül jogi pályára lépett. Így ugyan az első doktor nem, de az első orvos (amennyire tudom) én vagyok a családban.

A kémiai tanulmányok, versenyek és érdeklődés egyrészt abban segített, hogy az egyetemen az első két évben a szinte mindenki másnak komoly megpróbáltatásokat jelentő kémia és biokémia tantárgyakat könnyen és élvezettel abszolváltam. Versenyeredményeim alapján kétszer nem kellett vizsgáznom, egyszer pedig könnyítést kaptam. Másoknak is szívesen segítettem. Harmadévtől kezdve pedig úgynevezett demonstrátorként (amolyan hallgatói „tanár-segéd”) oktattam kémiát és biokémiát, majdnem tíz évig, magyarul és később angolul is.

A fentieknél talán még fontosabb az a szemlélet, gondolkodásmód és tapasztalat, amit a kémia és a biokémia, no meg persze a biológia művelése kapcsán elsajátítottam. A biológiával is sokat foglalkoztam és versenyeken is eredményesen vettem részt. Ebben Urbanek Rudolf tanár úrnak vannak elvülhetetlen érdemei. Mindezek meghatározóak voltak az orvosi, majd a szakorvosi tanulmányok, és ma is azok a mindennapi orvosi munkám, az oktatás és a kutatás során egyaránt. Úgy is mondhatom, hogy nem a pályaválasztásban nyújtottak segítséget az eredmények (vagy inkább az összegyűjtött tudás és tapasztalat), hanem a hivatásom művelésében és az abban való elmélyülésben.

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

Orvosként végeztem a Semmelweis Egyetemen 2008-ban, majd ugyanitt tettem le a szakvizsgámat orvosi mikrobiológiából 2013-ban. 2014-től mind a mai napig Angliában, Skóciában és Írországbban dolgozom „Consultant Microbiologist”-ként (mikrobiológus főorvos). Úgynevezett „locum” állásokat töltök be, ami tulajdonképpen helyettesítést jelent, vagyis nem állandó, hanem előre tervezetten átmeneti kinevezés. Ennek oka a szakemberhiány, ami a mikrobiológusok esetén különösen súlyos, nem csak Magyarországon, hanem szinte egész Európában. Ennek megfelelően volt négynapos munkám éppúgy, mint négy évig tartó. Számos kórházban fordultam meg, ami nagyon széleskörű tapasztalattal ruházott fel. Azért is, mert Angliában, Skóciában és Írországbban a mikrobiológus szakorvos mindennapi munkája nagyon klinikum-orientált

(betegközeli), sokkal inkább, mint Magyarországon. Szabadidőmben pedig autóval-vonattal-repülőgéppel felfedeztem magamnak ezt a három országot.

Meg kell jegyeznem, hogy míg odakint nagyjából tudják az emberek, mi az én munkám, addig Magyarországon igen gyakran kapom meg azt a kérdést, hogy akkor én kutató vagyok-e? Válaszom az, hogy nem, nem vagyok kutatóorvos. Voltak és vannak kutatási projektek, amelyekben részt veszek (mint ahogy nagyon sok osztályos orvos is), de alapvetően betegellátással foglalkozom, kórházban dolgozom, még ha nem is klaszszikus osztályos orvosként, mint például az infektológusok.

Érdekes még, hogy miként esett a választásom az orvosi mikrobiológiára. Harmadéves koromban, amikor a mikrobiológiát tanultuk, nagy hatással volt rám gyakorlatvezetőnk, Dr. Maródi Csaba. Rendkívül gyakorlatias módon és klinikai szemlélettel oktatott bennünket. Utána azonban nem foglalkoztam különösebben a mikrobiológiával. Hatodév vége felé közeledve, amikor dönteni kellett a szakirány kiválasztásáról, sokáig gondolkodtam. Leginkább a laboratóriumi diagnosztika és a kutatás merült fel. Néhány alkalommal azért, tájékozódás céljából, felkerestem pár mikrobiológiai laboratóriumot. Egyszer azonban, a II. Gyermekgyógyászati Klinika csigalépcsőn megközelíthető kis mikrobiológiai laboratóriumában, megint történt valami. Valami hasonló, mint ami a kémia kapcsán a gimnáziumban egyszer már megtörtént. Hirtelen megvilágosodtam és rájöttem, hogy a mikrobiológia érdekes és lenyűgöző. Innentől nem volt megállás. A határidő utolsó napján beadtam a jelentkezésemet (részben egy kedves barátom erőteljes biztatása hatására), majd felvételt nyertem a szakorvosképzésre, elvégeztem az előírt gyakorlatokat, oktattam, kutattam, tanfolyamokon és konferenciákon vettem részt, a képzés végén pedig sikeresen letettem a szakvizsgát.

2022-ban orvos-közgazdász, valamint egészségügyi menedzser diplomát szereztem, kétéves posztgraduális képzések keretében a Soproni Egyetemen. 2023-ban elvégeztem az Aranykalászos gazda képzést. 2024-ben pedig sikeresen megvédtem doktori disszertációm (PhD) a Semmelweis Egyetemen, ortopédiai protézisfertőzések témakörben. Témavezetőmnek, Dr. Skaliczki Gábornak rendkívül hálás vagyok szakmai iránymutatásáért és támogatásáért.

Nyertél-e más versenyt, ösztöndíjat?

A gimnáziumban részt vettem még a Hajdú-Bihar Megyei Tudományos Ismeretterjesztő Társulat (TIT) által szervezett Millenniumi Tehetség-gondozó és Képességfejlesztő Országos Versenyen, ami egy országos levelező verseny volt. Kémiából első, biológiából huszadik lettem. 2002-ben a biológia OKTV országos döntőjén 16. helyezést értem el.

Az egyetemen is sok versenyen szerepeltem. Különösen büszke vagyok a másodév végi (szigorlat előtti) anatómiaversenyen elért első helyezésemre. Kémiából és biokémiából voltam még első, kórélettanból második, latinból harmadik. Az egyetemen három úgynevezett Rectori pályázatot írtam.

Harmad- és negyedév után a Magyar Orvostanhallgatók Szövetsége (HuMSIRC) ösztöndíjával teljesítettem 1-1 hónapos nyári gyakorlatot Palermo-ban, majd Vilnius-ban. A szakképzés során több konferencián és képzésen vettem részt pályázatok révén, külföldön és belföldön egyaránt.

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

Sok tudós embert mélyen tisztelek, sokan vannak és voltak rám hatással. Szeretném azonban kiemelni Professzor Dr. Tretter László tanár urat, aki témavezetőm volt biokémiából a tudományos diákköri (TDK) munkám során. A téma a szabadgyök-termelés és a mitokondriális anyagcsere összefüggéseinek vizsgálata volt. Sokatmondó eset, hogy a harmadéves TDK-konferencián a szekciómban az első helyet azért vesztettem el, mert majdnem 5 perccel többet beszéltem a megadott időkeretnél, amiért súlyos pontlevonás járt. Az évek során gyűjtött elméleti és kísérleti tudás és tapasztalat, a kritikus gondolkodás, a következtetések levonása és a tanulságok megfogalmazása igen jelentősen hozzájárult szinte minden szakmai tevékenységemhez. Ugyan pályám később a mikrobiológia felé fordult, az emberi és a szakmai kapcsolat mindmáig megmaradt közöttünk.

Mit üzensz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?

Azt üzenem, a legjobb szívvvel, hogy keressék meg azt az elhivatott és kémiát szerető oktatót, aki mindenben tudja és akarja támogatni őket. Sokat kell dolgozni és gyakorolni, olykor éjszakákon át, de aki szereti a kémiát, az mindig örömet leli majd benne. A sikerrel vett kihívások,

felfedezések, rácsodálkozások, a tapasztalat mind olyan élmény és kincs, amit soha senki nem vehet el tőlünk. Akár a kémiával fog valaki foglalkozni a munkája (hivatása) során, akár nem vagy nem közvetlenül, a gondolkodás és a bölcsesség mindenképpen nagy hasznára lesz. A kémia (ahogy a mikrobiológia is) sokak számára félelmetes tantárgy vagy tudomány. Ezeket a korlátokat azonban át kell törni. Ha ez sikerül, akkor bárki számára feltárulhat ennek a szerteágazó tudománynak a lebilincselő szépsége, sokszínűsége, logikája és hasznossága. Biztatásképpen, íme egy számomra oly kedves és barátságos reakcióegyenlet: $10 [\text{Cr}(\text{N}_2\text{H}_4\text{CO})_6]_4[\text{Cr}(\text{CN})_6]_3 (\text{sz}) + 1176 \text{KMnO}_4 (\text{aq}) + 1399 \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) = 35 \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 (\text{aq}) + 1176 \text{MnSO}_4 (\text{aq}) + 420 \text{CO}_2 (\text{g}) + 660 \text{KNO}_3 (\text{aq}) + 223 \text{K}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) + 1879 \text{H}_2\text{O}$

Mi a hobbid - a kémián kívül? Van-e kedvenc anyagod (ha igen, miért éppen az)?

Sok minden érdekel még a kémián, biokémián, biológián és a mikrobiológián kívül is. Szeretek kirándulni, utazni, vezetni, búvárkodni. Érdekel még a csillagászat, a repülőgépek és a repülés, a fényképezés, a mikroszkópia, a XX. századi történelem, az atomerőművek, a környezetvédelem, a pszichológia és az önellátó gazdálkodás. Vannak különféle gyűjteményeim, amelyek közül a whisk(e)y- és a repülőgép-gyűjteményemet emelném ki. Emellett természetesen őrzöm a KÖKÉL összes korábbi számát is. Kedvenc anyagaim, lenyűgöző szerkezetük, megjelenésük vagy reakcióik miatt: pirit, kálium-permanganát, Seignette-só, fahéjsav, fosfomicin.

Mestersége kémia tanár – Várallyainé Balázs Judit

Miskolcon születtem, a gyermekkoromat Sajókázán és Kazincbarcikán töltöttem. Nagyszüleim kényeztetése rendkívül boldoggá tette a gyermekkoromat. Nagyon sok időt töltöttem velük.

Szüleimmel Kazincbarcikán éltünk, édesanyám itt dolgozott az OTP-ben, helyettes vezetőként ment nyugdíjba. Édesapám mérnök tanár, az Irinyi János Műszaki Középiskola tanára, majd igazgatója volt sok éven át. Egy húgom van, ő kertészmérnök lett, egy gyönyörű évelőkertészetet működtetnek a férjével az Őrségben.

Általános- és középiskolába is Kazincbarcikára jártam, a Ságvári Endre Gimnáziumban érettségiztem 1987-ben.

Nem volt annyira egyértelmű, hogy természettudományokkal fogok foglalkozni felnőttként... Általános iskolás koromban könnyen, gyorsan tanultam és nagyon sok szabadidőm volt. Mindenféle szakkörre jártam, az iskolai ünnepségeken szavaltam, magyarból, művészettörténetből versenyeztem, de elsősegélynyújtó versenyen is jól szerepeltem. 10-12 éves lehettem, amikor elkezdtem regényeket olvasni, és nagyon megszerettem az olvasást. Gimnáziumban azonnal beiratkoztam a diákszínját-szó csoportba, amit a magyartanárnőm (Rajkai Zsomborné) tartott. Zseniális tanár volt, imádtam az óráit! De mellette rajongtam a kémia tanáromért is: Hidas Gábor tanár úr tanított. Mindketten szenvedéllyel tanították a saját tantárgyukat, fantasztikus humoruk volt, és teljesen elvarázsoltak. Mellettük Dús Istvánné tanárnő tanított biológiából, aki egy nagy tudású, kiváló ember volt, nagyon őszintén tudtam vele beszélni bármiről, közel álltunk egymáshoz. Úgyhogy voltam gondban, amikor 10. osztály végén fakultációt kellett választani!

A családban sok tanár volt. Nagybátyám, nagynéném, keresztanyám, de a legmeghatározóbb számomra édesapám példája volt. Az iskolájuk egyik épülete a város főutcáján volt, és mai napig emlékszem rá, hogy



télen, amikor korán sötétedett, mentem hazafelé – 7-8 éves lehettem –, és láttam, ahogy apukám a táblánál magyaráz a kivilágított osztályteremben, és nagyon büszke voltam rá, hogy ez a sok ember a tanteremben mind őt figyeli, ő mindenkinél többet tud és ő az én apukám!

Sorházban laktunk és 12 pedagóguscsalád volt a szomszédunk! Hamar rájöttek, hogy szép a kézírásom, úgyhogy naplót, bizonyítványt nagyon hamar megtanultam írni!

Alapvetően szófogadó és szabálykövető gyerek voltam, de harmadikos koromban majdnem kicsaptak az általános iskolából... Történt, hogy abban az évben új napközis tanárba csit kaptunk, aki már nyugdíjasként jött vissza dolgozni az iskolába. Nagyon féltünk tőle, mert ha nem voltunk csendben, akkor kokikat osztogatott. (Remélem, ezt a mai gyerekek már nem tudják mit jelent: ökökbe szorította a kezét és az ökle csontos részével jót koppintott a fejünkre.) Nem törődött velünk, a lényeg az volt, hogy ne zavarjuk. Három barátnőmmel ezt mi nagyon igazságtalan dolognak tartottuk, de a hetvenes években ez nem olyan dolog volt, ami ellen különösebben lehetett volna tiltakozni, úgyhogy mi másképp oldottuk meg a dolgot: minden napra kitaláltunk valamit, ami miatt nem tudtunk napközibe menni. Hol orvosi vizsgálatra, hol színházra vagy szakkörre hívatkoztunk, és leléptünk a napköziből. Az egyik barátnőm az iskola mellett lakott, hozzájuk mentünk fel. Szépen megírtuk a házi feladatot, én le is ellenőriztem mindenkiét, hogy ne legyen hiba benne, aztán játszottunk egyet, és időben mindenki hazament. A szüleink semmiről nem tudtak, a tanár örült, hogy kevesebb a gyerek, de (sajnos) a lebukást nem kerülhettük el: egy osztálytársnőnk beárult bennünket... A mai napig nem tudom, hogy úsztuk meg a dolgot, de a szüleim nem dicsértek meg érte, arra emlékszem!

Hidas tanár úr mellett a kémia szak választását osztályfőnökömnek, Kiss István tanár úrnak köszönhetem. Ő matekot tanított, de mellette törekedett arra, hogy sokat beszélgesse is velünk, ha úgy érezte, hogy valami gondunk lehet. Ráérezett a bizonytalanságomra a pályaválasztást illetően, és átbeszéltem vele a helyzetem. A szüleim a természettudományok irányába terelgettek, mindig azt mondták, hogy az irodalom nagyon jó hobbi, de ha lehet, ne ebből tanuljak tovább. A biológiát fixen kiválasztottam, és mellé a földrajzot gondoltam, mert úgy éreztem, nem vagyok jó kémiából. Csak négyest kaptam év végén, az osztálytársaim közül Zupkó Pista (azóta professzor, éveken át volt Szegeden a

Gyógyszerésztudományi Kar dékánja...) sokkal jobb versenyeredményeket ért el, mint én, mi keresnivalóm lenne nekem kémia fakton? De osztályfőnököm nagyon biztatott, és amikor megláttam, hogy ki lesz földrajzból a faktos tanár, már biztosan tudtam, hogy nem ezt fogom választani.

Így a biológia mellé a kémiát, mint „szükséges rosszat” választottam, mert szerettem én, érdekelt is, de nagyon tartottam attól, hogy nem fogok tudni megfelelni az elvárásoknak.

1987-ben jelentkeztem biológia-kémia szakra az akkori Kossuth Lajos Tudományegyetemre Debrecenbe. Akkoriban nagyon nagy volt a túljelentkezés, és erre a tanárszakra kb. olyan volt a ponthatár, mint az orvosi képzésekre. Sikerült bekerülnöm, így 18 évesen elköltöztem otthonról és Debrecenbe kerültem.

Az egyetem első két éve biológiából számomra egy rémálom volt: két évig csak rendszertant tanultunk. Hetente 50-60 növényt és ugyanennyi állatot kellett megtanulnunk felismerni, magyarul és latinul tudni a nevét, besorolni a rendszertani kategóriákba stb.

Iszonyú rossz megfigyelő vagyok. A név- és arcmemóriám egy katasztrófa. Úgyhogy nekem tényleg kényszer volt ezt végigcsinálni. Az állatrendszertan tanárom az egyik szóbeli referáláson azt mondta: Kedves Judit! Úgy 5-6 évente akad általában egy tanítványom, akinek semmi afinitása nincs az állatrendszertanhoz. Te közéjük tartozol!

Ezzel szemben a kémia csupa izgalmat hozott! Rendszeresen laborban dolgoztunk, megtaláltam a logikát az egyes anyagrészekben, kapcsolni tudtam a fizikából tanultakhoz a kémiai ismereteimet, úgyhogy az egyetemen a biológia lett a „szükséges rossz” a kémia mellett.

Igazán azonban a negyedik év hozta el számomra azt az érzést, hogy jó helyen vagyok! Ekkor kezdtünk el iskolákba kijárni, tanultunk szakmódszertant, voltak mikrotanításaink, és végre gyerekek között voltunk! Megismerkedtem Dr. Kónya Józsefné tanárnővel, aki a kémia szakmódszertan tanárom volt, de annál sokkal többet tanított nekünk. Emberi tartást, precizitást, hogy a kimondott szavunknak tanárként milyen ereje van... örök példaképem marad! Nála írtam a diplomamunkámat, és az ő segítségével kaptam bemutatkozási lehetőséget a Tóth Árpád Gimnáziumban 1994-ben, ahol azóta is dolgozom.

1991-ben férjhez mentem, a férjem akkor már az egyetemen tanított, így én is Debrecenre választottam új otthonomnak (de a hegyek a mai napig hiányoznak...). 1992-ben és 1994-ben születtek a fiaink, mára már felnőttek. Balázs fiunk baleseti- és ortopédsebész szakorvos, Németségban él a családjával, a felesége kutató, de most még elsősorban a lányaimmal foglalkozik: Léna és Hanna nevelése tölti ki az életét. Zoltán fiunk közgazdász lett, éppen a napokban nősült, most kezdik közös életüket a feleségével. '94 februárjában született Zoli, és én szeptembertől félállásban elkezdtem tanítani a TÁG-ban. Anyósom éppen akkor ment nyugdíjba, a szomszédunkban lakott, és örömmel vállalta, hogy a „dolgozós” napokon vigyáz az unokákra. Ez óriási segítség volt! Így indult a pályám. Lehetőséget kaptam arra, hogy egy szuper iskolában taníthassak, kiváló kollégák között, remek gyerekeket!

Sokszor kapunk más iskolában tanító kollégáktól olyan megjegyzést, hogy könnyű nektek, ilyen gyerekekkel foglalkozhattok, jönnétek ki hozzánk, majd megtudnátok milyen egy igazi iskola! Minden tisztelem a nehéz körülmények között dolgozó tanároké! Akik kénytelenek akár több iskolában is tanítani, esetleg nagyon ritkán fordul elő, hogy a kémia iránt érdeklődő gyerekekkel találkozzanak. Óriási erő kellhet ahhoz, hogy így is lelkiismeretesen végezzék a munkájukat és tudjanak lelkesedni a hivatásukért. De a tehetséges gyerekekkel sem annyira könnyű! Állandó kihívás, hogy lépést tudjunk tartani velük. Tudjunk válaszolni a kérdéseikre. Hasznos tanácsot tudjunk adni a versenyfeladataik megoldásához. Tudjuk kezelni a gyakran antiszociális magatartásukat, segítsük a beilleszkedést számukra egy közösségbe.

Nagyon régi történet, de még mindig emlegetik a szertárban: harmincas éveim elején jártam, amikor kificamodott a térdem, és ebből lábadozva csak bottal tudtam közlekedni, és elég lassan. De OKTV-döntőbe jutott egy tanítványom, és persze utaztam vele vonaton Budapestre. A verseny után nem túl jó hangulatban jött ki a laborból, kérdezett egy-két dolgot, és a válaszaimból arra következtetett, hogy rossz lett a gyakorlata. Csak mérgesen morgott maga elé, így indultunk a Nyugatiba, hogy helyjegyet vegyünk az IC-re és induljunk haza. A pályaudvaron nagy volt a tömeg, én a legközelebbi pénztárhoz beálltam, a vonat éppen a pénztárak melletti sínen már indulásra készen állt, és kiderült, hogy már csak egy helyjegy maradt. Hát, ez nem lesz elég kettőnknek, így az egy óra múlva induló vonatra vettem helyjegyet magunknak. Mire mindezeket

elintéztem, eltűnt mellőlem a tanítványom (elrohant és egy másik pénztárnál vett magának jegyet, helyjegyet és felpattant a vonatra...). A vonat elment, sehol nem láttam a tanítványom, és nem volt mobiltelefonja, így teljesen tanácstalanul váraкоztam egy darabig. 15-20 perc múlva elsántikáltam a forgalmi irodába, hogy a hangosbemondóba mondják be, hogy ezt a diákot várja a tanára a 10-es vágánynál, de erre sem történt semmi. Ismét bemondattam, és akkor már az ott dolgozó hölgy is látta rajtam, hogy komolyan aggódok. Azt mondta, ha nem kerül elő, itt van egy rendőrőrs, akkor ott jelentsem be a gyerek eltűnését. Megkérdezte: de tanárnő, most a többi gyerekre ki vigyáz? Erre én: Hát nincs többi gyerek, ezzel az eggyel utaztam! Erre ő: Úristen, és ezt az egyet is el tetszett hagyni????

Happy end lett a vége, szerencsésen hazaértünk mindketten, bár különböző vonatokkal, de ha Pestre indulok, azóta is figyelmeztetnek a kollégák, hogy el ne hagyjam ezt az egyet is!

Sok versenyző diákom volt, sok szép eredményt értek el, és sokukkal azóta is tartom a kapcsolatot, beszámolnak az életük alakulásáról.

Számomra a jó diák az, aki kérdez.

Döbbenetes élmény arra rájönni, hogy sok diák nem mer kérdezni, mert korábban ezért szidást kapott. Pedig a kérdésekből lehet a legjobban rájönni arra, hogy milyen a gondolkodása a diáknak, mit sikerült megértenie, hol akadt el, merre tudom tovább vinni a gondolatait.

Én tanítani szeretek. Szinte mindegy, hogy mit ☺. Kísérleteket akkor szeretek bemutatni, ha össze tudjuk közösen rakni a magyarázatot is hozzá. Kedvenc kísérletem: az alumínium és a jód reakciója. Ez mindig lenyűgöz, hogy két hétköznapi, szürke por, pár csepp víz, és mi lesz belőle... Ezt nem lehet megunni!

Öt éve a tanítás mellett az iskolánkban működő TUDOR Laboratórium vezetője is vagyok. Csütörtöki napokon más iskolák diákjai jönnek hozzánk, és kísérletezhetnek nálunk. Sok témát kiajánlunk, és a saját tanáruk választ ezek közül, aztán a mi szaktanáraink vezetésével kísérletezhetnek a diákok. Egészen első osztálytól tizenkettedikig érkeznek csoportok. Nagyon szeretem a kicsiket! Még nagyon őszintén fel merik vállalni az érzéseiket és kimutatják az örömeiket is. A foglalkozás után oda jönnek és megölelnek bennünket, elmondják, hogy mennyire tetszett nekik, és szeretnének még jönni! Ilyenkor szeretném világgá kiabálni,

hogy a tanár is ember, nekünk is nagy szükségünk van pozitív megerősítésre, ha valamit jól csinálunk! Kedves Diákok! Dicsérjétek meg a tanáraitokat időnként! ☺

Más jellegű dicséret, de az volt számomra, amikor 2021-ben Bonis Bona – A nemzet tehetségeiért díjban részesültem, 2025-ben pedig a Richter – A magyar kémiaoktatásért díjat vehettem át. Megtiszteltetés volt az is számomra, hogy részt vehettem tankönyvek, feladatgyűjtemények írásában is.

Szintén nagy öröm, hogy több tanítványom is a kémiatanári hivatást választotta, kettejükkel már évek óta együtt is dolgozok.

Néhány évem van még nyugdíjig, jövőre érettségizik az osztályom, aztán már a szaktanári és laborvezetői feladataimra kell „csak” fókuszálnom. Nagyon szerencsésen alakult az iskolánkban, hogy folyamatosan érkeznek a fiatal kollégák, akiknek átadhatjuk a tapasztalatainkat, de mi is tanulunk tőlük: a közösségi médiában, appok birodalmában biztosan nem boldogulnék nélkülük!

Legboldogabb akkor vagyok, amikor tele van a házunk emberekkel, a család, barátok, szomszédok szívesen időznek nálunk, ilyenkor a nevetésünktől hangos a környék. Töreksem arra, hogy sok időt tölthessek az unokáimmal, így sokat utazok az iskolai szünetekben.

32 év alatt voltak nehéz időszakok is. Volt olyan év, amikor komolyan elgondolkodtam azon, hogy valami másba kellene kezdenem. Egyszer estefelé sétáltam a férjemmel, beszélgettünk pontosan erről, amikor egy lépcsőházból hirtelen elénk lépett egy harminc körüli hölgy. *Csókolom tanárnő! Biztosan nem tetszik már megismerni!?* (Hát, tényleg fogalmam sincs a mai napig sem, hogy ki volt ő...) *Régen érettségiztem már, ráadásul humán tagozaton, de olyan jó, hogy találkoztunk, mert mindig szerettem volna elmondani, hogy nekem tanárnő volt a kedvenc tanárom! Igaz, hogy szigorú volt, de mindig igazságos! Nem kivételezett senkivel, és nagyon jók voltak az órái. Örülök, hogy találkoztunk!...* És itt el is dőlt, hogy maradok kémiatanár...

Kedves fiatal kollégák! Egy dolgot tudok üzeni Nektek, én ma sem választanék más hivatást, és nem bántam meg, hogy kémiatanár lettem!

GONDOLKODÓ



Kedves Diákok, kedves Tanárok!

A KÖKÉL két feladatmegoldó pontversenye a 2026/2027-es 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, 5-9 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 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.

A késő tavasz folyamán a Gondolkodó pontversenyeket egy utolsó személyes döntővel tervezzük lezárni Budapesten, ahová a legjobban teljesítő beküldőket fogjuk meghívni. Ennek megvalósításában a Magyar Kémikusok Egyesülete a MATFIN Alapítvánnyal működik együtt. A részleteket később közöljük.

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 található linken keresztül történik. A formai követelményeket is ott közöljük. Postai beküldésre már néhány éve nincs igény, ez a beküldési mód megszűnt.

Feladatok

Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Zagyi Péter

A megoldásokat 2026. november 4-ig lehet a kokel.mke.org.hu honlapon keresztül feltölteni. A formai követelmények figyelmes betartását kérjük.

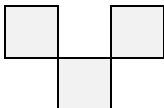
A **K** feladatsorra beküldött megoldásokból a legjobb 5 feladatot számítjuk csak be fordulónként. A 11-12. évfolyamos diákok esetében a nehezebb (csillagozott) példák mindenképp bekerülnek az 5 közé.

K557. Vendel idén töltötte be a 28-at.

Javasolj egy olyan születésnap ajándékot, amelynek mennyiségében két-féleképpen is megjelenik a 28-as szám (pl. 28 uncia a tömege és 28 köbláb a térfogata), és valahogy megjelenik a 28% mint részarány, továbbá természetesen nikkeltartalmú (keverék vagy vegyület)!

(Zagyi Péter)

K558. A periódusos rendszer p-mezőjében kiválasztunk 3 atomot, amelyek ilyen alakzatban helyezkednek el egymáshoz képest:



Az alakzat bármilyen irányban elforgatható, tehát pl. a He-F-Ar hármas is kiválaszthatjuk. (Ebből az is kiderült, hogy a héliumot a p-mező elemének tekintjük.)

Ezután összeadjuk a három atom elektronhéjainak számát és legkülső héjukon lévő elektronjainak számát. A fenti példában ez az összeg tehát $1+2+2+7+3+8 = 23$ lesz.

- Mi a lehetséges legkisebb összeg? Add meg az ennek megfelelő atomhármas(oka)t!*
- Kaphatunk 23-at más atomhármassal? Ha igen, add meg a megfelelő atomhármas(oka)t!*

- c) *Kaphatunk-e 24-et valamilyen atomhármassal? Ha igen, add meg a megfelelő atomhármas(oka)t! Ha nem, meggyőzően indokold meg, hogy miért nem!*
- d) *Vannak-e olyan összegek, amelyek az elképzelhető legkisebb és legnagyobb érték közé esnek, de elvileg lehetetlenség, hogy megkaphassuk? Ha igen, sorold fel mindet!*

Igyekezz minden válaszodat logikus gondolatmenettel alátámasztani, a próbálgatás vagy az összes lehetőség számbavétele helyett!

(Zagyi Péter)

K559. Érthető, hogy idén Vendelt nagyon érdeklik az olyan vegyületek, amelyekben nikkelt mellett vanádium is található. A legszebb példák a nikkelt-vanadátok.

A vanádium és a foszfor kémiaja bizonyos tekintetben analóg.

- a) *Miben nyilvánul ez meg és mi a magyarázat erre?*

Nagyon jól ismert a PO_4^{3-} foszfátion (pontosabban ortofoszfátion). Létezik viszont $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ és PO_3^- összegképletű ion is.

- b) *Mi a neve ezeknek és milyen a szerkezetük? A háromféle foszfátion közül melyik tekinthető szerkezeti szempontból kakuktkojásnak?*

Ismeretes mindhárom nikkelt(II)-foszfát, és ugyancsak létezik mindhárom anyag vanádium-analógja: a nikkelt(II)-ortovanadát, -pirovanadát és -metavanadát. Ezekben a foszforatomot vanádiumatom helyettesíti az anionban.

- c) *Írd fel ennek a hat anyagnak a képletét!*

Mindhárom nikkelt-vanadát vegyületet elő lehet állítani ammónium-metavanadát és nikkelt(II)-nitrát reakciójával. Ahhoz, hogy a kívánt vegyületet kapjuk, figyelni kell a reaktánsok molarányára és a közeg pH-jára is. A pH-t pl. nátrium-hidroxid adagolásával tudják beállítani.

- d) *Melyik anyag előállításához kell a legkisebb nikkelt-nitrát:ammónium-metavanadát arányt alkalmazni?*
- e) *Írd fel a reakcióegyenleteket!*
- f) *Melyik anyag előállításához szükséges a legmagasabb pH?*

(Zagyi Péter)

K560. Vendel vásárolt az élelmiszerboltban öt szilárd anyagot. Ezekkel kísérletezni kezdett, mégpedig úgy, hogy kiválasztott kettőt, összekeverte őket (ha szükséges volt, akkor aprítás után, hogy minél jobban elkeveredjenek), majd vizet adott hozzá. Több esetben is gázfejlődést tapasztalt – de nem mindig intenzív pezsgést. Volt, hogy csak folyamatos melegítés hatására, nagy nehezen vett észre néhány buborékot, és olyan esettel is találkozott, amikor a buborékok helyett csak a gáz jellegzetes szaga árulta el a reakciót. Egyes esetekben arra is figyelnie kellett, hogy milyen arányban keveri össze a két anyagot.

Tapasztalatait az alábbi táblázatban foglalta össze. ✓-val jelölte, ha tapasztalt gázfejlődést.

	A	B	C	D	E
A					
B	✓				
C	✓	✓			
D	✓*	–	✓		
E	✓	✓	✓	–	

*Ez volt a legnehezebben észlelhető, szobahőmérsékleten nem is látszott semmi.

a) *Mi lehetett az öt, élelmiszerboltban valóban megvásárolható anyag?*

Vendel a két jellegzetes szagú gáz kimutatására kidolgozott egy-egy egyszerű kimutatási próbát, amelyekhez otthon talált alapanyagokat.

b) *Mik lehettek ezek a próbák?*

c) *Végezd el te is otthon ezeknek a gázoknak az előállítását és kimutatását egyszerű háztartási anyagokkal! A kísérletekről készíts fényképeket!*

(Zagyi Péter)

K561. Vendel bűvös négyzetében (ami inkább téglalap) anyagok szerepelnek. Néhányat beírt előre, a többit találd ki! (Nem csak egy megoldás van, sőt általában elég sok – mindenhová elég csak egyet írni.)

kálium-hidrid		foszfin	
	tionil-fluorid		vanádium(III)- foszfát
karbonil-fluorid		vinil-jodid	
	kálium-formiát		hidroxil- ammónium-jodid
	kálium- hipofoszfít		kálium-dihidro- gén-foszfát
		fluor-ecetsav	

(Zagyi Péter)

K562*. A CA_nB_m képletű vegyületekben a szénatom mellett **A** oxigén- vagy kénatom, **B** pedig fluor- vagy klóratom.

Végeredményben tehát 4 különböző vegyületcsaládot vizsgálhatunk meg.

Az alábbi táblázat összefoglalja azokat a vegyületeket, amelyek tiszta, izolálható anyagként léteznek, ill. zárójelben azokat a molekulákat, amelyek létezése egyértelműen igazolt (de nem tiszta fázisban).

1.	CAB_2 , CAB_4 , $CA_2B_2^*$, $CA_2B_4^*$, (CA_3B_2)
2.	CAB_2 , CAB_4 , $CA_2B_4^*$, (CA_2B_2)
3.	CAB_2 , CAB_4 , CAB_6 , CAB_8 , CA_2B_4 , CA_2B_8 , CA_2B_{12} , (CA_2B_2)
4.	CAB_2 , CA_4B_4

*Két izomer létezik ugyanazzal az összegképlettel.

a) Azonosítsd be a számokkal jelölt csoportokat!

b) Rajzold fel az összes molekula szerkezetét!

(Zagyi Péter)

K563*. Két 19. századi kémiai szakkönyvből idézünk:

Mi az álaný?

Élegeiből a kékenýnyel egyenlő módon eléállított álaný színállapotban kissé szürkésféhér, pompás fémfényű, nyújtható és, mint a vas, kalapálható fém, mely ezüstoffényét még a nedves légen is sokáig megtartja, és csak izzás által élegűl. Épen olyan delejességgel bír, mint a vas, csakhogy hevítés által ezen tulajdonát könnyebben elveszti.

Hol található álaný?

Álaný a természetben mirenýnyel az úgynevezett rézálanýban (Kupfer-nickel), kénnel s dárdanýnyal számos ércekben, tisztán csak meteorkövekben található. A kereskedésbeni álaný alaktalan, likacsos tömeg, és álanýtapló név alatt ismeretes; rendesen idegen testekkel van fertőztetve.

Mire használják az álanýt?

Ezen hasznos fém sokáig mint érték nélküli tömeg hanyódott a kereskedők raktárában, míg végre az újezüst (Pakfong vagy argentan) eléállításiái alkalmazása által egyike lett a legelterjedtebb és keresettebb árúcikkeknek. Az újezüst, melyből jelenleg oly sokféle házi, templomi ékszereket és díszműveket készítenek, réz, horgany és álaný vegýületeiből áll, és értéke a benne levő álaný mennyisége szerint növekedik vagy fogy.

A legfinomabb és minden igénynek legjobban megfelelő újezüst, melyet külseje által az ezüsttől megkülönböztetni nem lehet, 10 s. r. réz-, 6 s. r. horgany- és 6 s. r. álanývegyület; a csekélyebb értékűekben 5—4, vagy épen csak három s. r. álaný van. A kínai-ezüst (Chinasilber) jobb minőségű pakfong, galvánfolyam által megezüstözve.

Miféle vegýületeket képez az álaný?

Ezen elemnek élenýnyeli vegýületei és ezeknek sójai a kékený e nemű vegýületeivel minden tulajdonukra nézve azonosak; így van pl. álanýélecs (Nickel-oxydul NiO) és álanýéleg (Nickeloxyd Ni_2O_3). Víz nélküli sójai sárgák, a víztartalmúak zöldek, ezek közül a halványosó (Chlornickel) szintén használtatik rokonszenvi-tintának.

*

Nikol

Előljövése

Igen ritka metall, leginkább férjannyal elegyűlve jön elő mint réznikól, mi-ben azonban semmi réz nincsen, csak színéről neveztetik így.

Tulajdonságai

Az ezüst és aczél szín közt közép helyet foglal, fényes, vas keménységű, teljesen nyújtható 9. visz. súlyú, nehezen olvasztható, mágneses. A' nikólt mindeddig csupán az úgy nevezett újezüst készítésére használják, mi nem egyéb mint metallelegy 1 r. nikolból 2 r. rézből s 1 r. horganyból.

- a) *„Fordítsd le” a szöveget mai magyar szaknyelvre!*
- b) *A két szövegben bizonyos kémiai elemek többféle néven is szerepelnek. Gyűjtsd össze az egyes elemekhez tartozó megnevezéseket!*
- c) *A szövegben említett egyik anyag mai tudásunk szerint lényegében nem létezik tömbfázisként. Amit a 19. században annak gondoltak, az egy 64,0 m/m% nikkeltartalmú anyag. Mi ennek az anyagnak a régebben gondolt, és a mára már igazolt képlete?*
- d) *Milyen kapcsolatban vannak egymással a következő elnevezések: Kupfernickel, cupronickel, réznikól, pakfong, újezüst, kínai ezüst? Venedel hogy keverte bele ebbe a lámát?*

(Zagyi Péter)

K564*. A nátrium-, alumínium- és fluoridionok vizes oldatból többféle összetételű csapadékként is kiválhatnak. Ha a megfelelő telített sóoldatokat sztöchiometrikus arányban elegyítjük, van esélyünk megkapni ezeket a szilárd anyagokat, mégpedig rossz oldhatóságuknak köszönhetően csak kis veszteséggel. A következő táblázat három ilyen, nátriumot, alumíniumot és fluort is tartalmazó csapadék elvi előállítását mutatja. Mindhárom esetben sztöchiometrikus arányban vannak a reakciópartnerek, és a kapott szilárd anyag tömegénél az elvileg lehetséges maximum szerepel, vagyis az oldhatóságát elhanyagoltuk.

A felhasznált sók és oldhatóságuk 25 °C-on:

$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$	68,9 g / 100 g víz
NaNO_3	91,2 g / 100 g víz
NH_4F	83,5 g / 100 g víz

m_1 , m_2 és m_3 a három telített sóoldat tömegét jelöli, de nem feltétlenül a fenti sorrendben.

m_1	m_2	m_3	$m(\text{csapadék})$
10,0 g	9,14 g	9,77 g	3,93 g
10,0 g	12,79 g	17,58 g	5,18 g
10,0 g	18,27 g	29,30 g	8,08 g

Határozd meg, hogy melyik index melyik sóoldatot jelöli, és számítsd ki a táblázatban szereplő csapadékok képletét!

(Zagyi Péter)

H451. Telítetlen szerves vegyületek esetén ismert reakció a brómaddíció. A középiskolai kísérletek esetén sokszor minőségi meghatározásokhoz használjuk csak, azonban megfelelő körülmények között mennyiségi meghatározásra is alkalmas lehet ez a reakció.

Amennyiben egy ecetsavat, metanolt, illetve vizet tartalmazó oldósze-relegyben kálium-bromidot és kis mennyiségű higany(II)-kloridot oldunk, majd platina elektródok között elektrolizálni kezdjük az oldatot, akkor az egyik elektród közelében az oldat sárgulása figyelhető meg, míg a másik elektródon egy színtelen, szagtalan, gyúlékony gáz fejlődése figyelhető meg.

a) Azonosítsd az elektródokat! Írd fel az elektródfolyamatok egyenletét!

A megfelelő feszültség beállítása után a kezdetben 20,26 gramm tömegű oldatot 10,0 percen keresztül elektrolizálták. Homogenizálás után az oldatból 9,25 gramm tömegű mintát vettek. A vizsgált mintához kénsav-, illetve kálium-jodid-oldatot adtak feleslegben és a keletkező jódot 0,0992 mol/dm³-es koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldattal titrálták. A fogyás 12,23 cm³ lett.

b) Mekkora volt az átlagos áramerősség az elektrolízis során?

Ha a fenti oldat 20,32 grammjához 312,1 mg ciklohexán-ciklohexén keveréket adunk, akkor azonos áramerősség mellett 10,0 percig végezve az elektrolízist a 9,25 gramm tömegű mintára már csak 6,71 cm³ nátrium-tioszulfát-mérőoldat fogyott.

c) Határozd meg a keverék tömegszázalékos összetételét! Mi lehet a higany(II)-klorid szerepe, ha annak jelenléte csak a második mérésre van hatással?

(Ficsór István Dávid)

H452. 0,1 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-acetát-oldatot szobahőmérsékleten egy kémcsőbe töltünk.

a) Számítsd ki az oldat várható pH-ját! Válaszod reakcióegyenlettel indokold!

b) Számítsd ki az oldat pH-ját 80 °C-on is!

	25 °C	80 °C
$K_s(\text{ecetsav})$	$1,75 \cdot 10^{-5}$	$3,0 \cdot 10^{-5}$
K_v	10^{-14}	10^{-12}

Az oldatot fenoltaleinnel megfestve a szín élénkülését lehet tapasztalni forralás hatására. Alumíniumionok jelenlétében ilyenkor fehér csapadék leválása is tapasztalható. A leváló csapadék összetétele régebbi szakkönyvek szerint kétszer bázisos alumínium-acetátnak felel meg.

c) Írd fel a csapadék képződésének egyenletét!

d) Adj magyarázatot a számolások segítségével a forralás hatására megfigyelhető jelenségekre!

(Laczkó Gergely)

H453. Egy a XIX. század második felében megjelent francia nyelvű cikk az alábbi kísérletről számol be. Ha *n*-butanolt kénsavas közegben kálium-dikromáttal reagáltatunk, akkor a kezdetben homogén oldat két fázisra válik szét, melyek közül az alsó zöld színű. A felső fázisban 3 vegyület található. A három közül pontosan az egyik (**A**) adja az ezüstitűkörpróbát, ennek mennyisége alacsonynak mutatkozott. A másik két vegyület közül az egyik (**B**) gázfejlődés közben reagál nátriummal, de nem reagál nátrium-hidrogén-karbonáttal. A harmadik vegyületről (**C**) azt tudjuk, hogy a felső fázis tömegének jelentős részét ez a vegyület teszi ki, továbbá ez a vegyület sem reagál nátrium-hidrogén-karbonáttal.

a) Add meg az **A-C** vegyületek szabályos nevét!

b) Írd fel annak a reakciónak az egyenletét, mely az **A** anyaggal történik az ezüstitűkörpróbája során!

A szerzők ezután rektifikálás útján tisztították az elegyet, és az így kapott tiszta **C** anyaghoz kálium-hidroxid-oldatot adtak feleslegben, majd állni hagyták a keveréket, mely az állás közben egyetlen fázissá egyesült.

Az így kapott oldathoz feleslegben lévő kénsavoldatot adtak óvatosan, mely során az oldat felmelegedett, egy fehér színű csapadék jelent meg, továbbá a homogén oldat két folyadékfázisra vált szét.

c) *Milyen reakció játszódott le a kálium-hidroxid hatására? Írd fel az egyenletét!*

d) *Milyen reakció(k) játszódtak le a kénsavoldat hozzáadásakor? Írd fel a megfelelő egyenlete(ke)t!*

A fehér színű csapadék vízben oldódik és csapadékot képez bárium-nitráttal, mely még erős savak töményebb oldataiban sem oldódik.

e) *Mi lehet a fehér színű anyag? Add meg a nevét!*

A két folyadék közül a felsőt lényegében két anyag alkotja, melyek desztillációval szétválaszthatók. A keverék magasabb forráspontú alkotója igen erős szagú és reagál a nátrium-hidrogén-karbonáttal, a másik alkotó szinte szagtalan.

f) *Mi lehet ez a két folyadék?*

(Ficsór István Dávid)

H454. Színtelen folyadékokat találtunk három felirat nélküli üvegcsében. Mind a háromból kis mennyiségű mintát vettünk és keverés mellett nagy mennyiségű hideg vízzel elegyítettük őket. Mind a három esetben az oldat felmelegedése volt tapasztalható. Ha a kapott oldatokat minőségi analízisnek vetettük alá, akkor az alábbiakat figyelhettük meg:

- az oldatok nem festik a lángot és nátrium-hidroxid-oldat hatására látható változás nem volt megfigyelhető, még a reagens feleslegének, illetve melegítés hatására sem, igaz az ismeretlenek oldataihoz adagolt nátrium-hidroxid-oldat hatására azok hőmérséklete emelkedett;
- az oldatokból bárium-nitrát hatására még erősen savas közegben is levált egy fehér színű csapadék;
- az oldatokból ezüst-nitrát hatására még salétromsavval történő savanyítás után is levált egy fényérzékeny fehér csapadék;
- ha az ismeretlen oldatokhoz egymás után, illetve feleslegben adjuk a két reagenst, akkor a csapadékokról leszűrt oldatokból már csak az alkalmazott reagensek feleslegének, valamint salétromsavnak a jelenléte volt kimutatható.

100-100 mg mintából kiindulva a feleslegben alkalmazott bárium-nitrát, illetve ezüst-nitrát hatására az első anyagból 173,0 mg, illetve 212,4 mg, a második anyagból 217,1 mg, illetve 133,3 mg, míg a harmadik anyagból 237,3 mg, illetve 97,2 mg csapadék vált le.

Mi lehet a három anyag? Válaszodat számítással igazold!

(Ficsór István Dávid)

H455. A ferrocén – melynek olvadáspontja 1 bar nyomáson 173 °C – gőznyomását (a kondenzált fázis feletti gőz egyensúlyi nyomása) különböző hőmérsékletek esetén mutatja az alábbi táblázat:

T / K	355,3	364,9	374,8	385,2	395,0
p / kPa	0,109	0,204	0,377	0,694	1,198
T / K	462,9	472,9	478,0	483,0	493,1
p / kPa	25,35	32,87	37,37	42,27	53,80

A gőznyomás és hőmérséklet között az alábbi összefüggés áll fenn:

$\ln(p / \text{kPa}) = (-\Delta H/R) \cdot (1/T) + C$, ahol p a gőznyomás, ΔH a fázisátmenethez szükséges moláris hőmennyiség, R az egyetemes gázállandó, T az abszolút hőmérséklet, C egy konstans.

- Készítsd el a fenti mérési eredmények alapján a ferrocén $\ln(p / \text{kPa}) - (1/T)$ grafikonját!*
- Mely mérési pontok esetén megy végbe szublimáció és mely pontok esetén párolgás, miközben a ferrocén molekulái a gőzfázisba kerülnek?*
- Az ábra alapján becsüld meg azon egyenesek meredekségét, melyekre a pontok illeszkednek! Határozd meg a szublimációhő, illetve a párolgáshő értékét is!*
- Add meg a két egyenes metszéspontjára jellemző hőmérsékletet Celsius-fokban és a hozzá tartozó gőznyomás értéket is kPa-ban!*
- Milyen néven ismert az előbbi pont? Mitől különleges ez?*

(Ficsór István Dávid)

KERESD BENNE A KÉMIÁT!

Szerkesztő: Keglevich Kristóf



Kedves Diákok!

Elkezdődött a 2026/2027-es tanév. A „Keresd benne a kémiát!” rovat idén is négy feladatsorból fog állni, lapszámról lapszáma jelenik meg. Egy-egy idézet vagy egy műalkotás kapcsán kell majd kis kutatást végeznetek: hol van benne a kémia? Józan paraszti eszeteket is használjátok! A feladatok célja, hogy az iskolai tananyagból kiindulva és részben azt kérdezve egy-két érdekességre vezessenek el Benneteket.

Az a szándékunk, hogy ezek a kémia kultúrtörténetével és a kultúrtörténet kémiájával foglalkozó feladatok barátságosabbak legyenek, ne ijesztően nehezek. Azonban az ilyen feladatok kitűzése elé egyre nagyobb akadályokat állít az AI (amit a diákok alighanem szakavatottabban használnak, mint a tanárok) – nehéz olyan problémákat fölvetni, amelyek izgalmasak, de a csetrobot nem adja meg már az első kérdésre a (nagyjából) helyes választ. Igyekeztem feladatonként „ravasz” alkérdéseket is feltenni, amelyek esetén kissé meg kell szorongatni a ChatGPT-t.

Szintén az AI egyre terjedő használata miatt ebben az évadban egy újítást vezetünk be a Keresd!-ben, a források megadásának pontozását. Ez fontos képesség, nem árt gyakorolni. Sok Keresd!-versenyző eddig is feltűntette, milyen honlapokon informálódott. Mind a négy forduló 30 pontot ér majd, amiből 26 pontot tesz ki a válaszok tartalma, és 4 pontot jelent majd a felhasznált források minősége. Kérünk Benneteket, láto-gassatok el a google vagy az AI által javasolt oldalakra, válasszatok ki közülük egy szakmailag hitelesnek tűnőt, és a válaszokban adjátok meg ezeket a linkeket is! A forráshasználatot nem lesz könnyű objektíven pontozni – törekszünk majd az igazságosságra. A teljesen egyértelmű válaszokhoz nem kell hivatkozás (minek a köznapi neve a kálisálétrom? | a kálium-nitráté; írd fel az alumínium égésének egyenletét! | $2\text{Al} + 1,5\text{O}_2 = \text{Al}_2\text{O}_3$). Wikipédia-jellegű népszerűsítő oldalak megadásával a pontok felét lehet majd begyűjteni, a maximális ponthoz magyar

vagy angol nyelvű szakmai oldalak (esetleg az internetre beszkenelve feltöltött szakkikkek) megadása szükséges.

A pontversenyekbe történő nevezés idén is elektronikusan, a **<http://kokel.mke.org.hu> weblapon** megadott módon lehetséges. A nevezés során az adatain kívül mindenkitől nyilatkozatot is kérünk arról, hogy a megoldásokat önállóan készíti el. A megoldások elektronikus beküldése is a fenti honlapon található linken keresztül történik. A formai követelmények megegyeznek a Gondolkodó rovatban megadottakkal. A beküldött megoldások értékeléseit és a pontszámokat a nevezettek online kapják meg, és észrevételt is tehetnek – ennek módjáról ki-ki e-mailben kap majd értesítést.

Beküldési határidő: 2026. november 4.

Sikeres munkát, jó versenyzést kívánunk mindenkinek!

1. feladat (11 pont)

*„Nyári napnak alkonyúlatánál
Megállék a kanyargó Tiszánál
Ott, hol a kis Túr siet beléje,
Mint a gyermek anyja kebelére.*

*A folyó oly símán, oly szelíden
Ballagott le parttalan medrében,
Nem akarta, hogy a nap sugára
Megbotolják hajjai fodrába’.*

*Síma tükrén a piros sugárok,
(Mint megannyi tündér) táncot jártak,
Szinte hallott lépteik csengése,
Mint parányi sarkantyúk pengése.*

*Ahol álltam, sárga fövény-szőnyeg
Volt terítve, s tartott a mezőnek,
Melyen a levágott sarju-rendek,
Mint a könyvben a sorok, heverték.*

[...]”

(Petőfi Sándor: A Tisza [1847])

Kérdések:

- a) Mi a Tisza homokja legfőbb összetevőjének kémiai neve? Milyen színű ez az anyag? Elsősorban milyen vegyületek okozzák a homok sárgásbarna színét? (2 pont)
- b) Lehet-e a természetes eredetű homok tiszta fehér színű? Hozz konkrét példákat! (2 pont)
- c) Mit nevezünk habnak természettudományos szempontból? Vethet-e habot a tiszta folyóvíz? Lehetnek-e a tiszta vízben a habzást segítő felületaktív anyagok? (2 pont)

A Tisza vize többnyire a benne lebegő hordalék miatt „szőke”, barnás, esetleg zöldes, ritkán tűnik kéknek. A tengerek és az óceánok viszont jellemzően kék, habár a vízről tudjuk, hogy színtelen, átlátszó folyadék.

- d) Miért tűnik kéknek a tenger, amikor a víz színtelen, átlátszó anyag? Próbálj tömör, tudományosan pontos választ adni! (3 pont)
- e) Ahol szükséges, támaszd alá válaszaidat a megfelelő linkek megadásával! (2 pont)

2. feladat (19 pont)

„José Arcadio Buendía az aranykettőzési formulák egyszerűségétől csábítva heteken át udvarolt Ursulának, hogy kiáshassa a földből az antik aranypénzeket, hisz úgy elszaporíthatja őket, akár a higanyt, amelynek minden cseppje számtalan további cseppre bontható. Ursula, mint mindig, most is engedett férje törhetetlen csökönyösségének. Ekkor José Arcadio Buendía harminc aranyat egy téglybe szórt, s rézforgáccsal, auripigmenttel, kénnel és ólommal összekeverte. Egy nagy ricinusolajos üstben az egészet tűzre tette, és addig forralta, amíg sűrű és bűzös sziruppá nem főtt, amely inkább közönséges karamellhez hasonlított, mint a fenséges aranyhoz. Ursula értékes öröksége kockázatos és kétségbeesett lepárlási műveletek után, a hét bolygófémmel összeötvözve, hermetikus higannyal meg ciprusi vitriollal maratva, majd retekolaj híján disznózsírban újra megsütve elszenesedett, töpörtyűvé zsugorodott, és nem lehetett az üst aljáról levakarni.”

(Gabriel García Márquez: Száz év magány [1967] – Székács Vera ford.)

Kérdések:

- a) Miért gondolták az alkimisták, hogy az auripigment hasznos lehet az aranygyártás során? (1 pont)

Az auripigment elsődlegesen alacsony hőmérsékletű hidrotermás folyamatok során keletkezik, másodlagosan pedig (több lépésben) a realgár fény hatására bekövetkező bomlásakor. (Ezért a realgárt az ásványgyűjteményben fekete papírba burkolva kell őrizni.)

- b) Mit mondhatunk az auripigment és a realgár szerkezetéről? Milyen kötések hatnak a kristályaikban? Hozz egy-egy példát, hogy milyen ismertebb szervesetlen anyaghoz hasonlíthatóak halmazszerkezetük és a halmazukban ható rácsösszetartó erők szempontjából! (3 pont)
- c) Add meg az auripigment és a realgár 2-2 jelentős felhasználási területét! (2 pont)
- d) Oxidációs vagy redukációs folyamatban alakul át a realgár auripigmentté? Miért? (1 pont)

Fordítsuk figyelmünket a José Arcadio Buendía receptjében szereplő többi anyag felé!

- e) Vajon miért a réz és az ólom szerepel az aranykészítés receptjében, nem egyéb fémek? A középkori alkímia melyik fémeket tartotta még különösen fontosnak az aranykészítés során? Miért? (3 pont)
- f) Mi lehet az a hermetikus higany? Helytálló-e, hogy az idézetben a hét bolygófémtől elkülönítve szerepel? (2 pont)
- g) Mi az a vitriol és mi a ciprusi vitriol? Honnan származik a ciprusi vitriol név? Miért maró hatású a ciprusi vitriol? (3 pont)
- h) Nézz utána, mikor foglalkoztattak utoljára magukat aranycsinálónak kiadó alkimistákat a magyar királyi udvarban! Hogy végződött a történet? (2 pont)
- i) Ahol szükséges, támaszd alá válaszaidat a megfelelő linkek megadásával! (2 pont)

KÉSZÜLJÜNK AZ IRINYIRE!

Szerkesztő: Zagyi Péter

Kedves Versenyzők!

Egy tanulmányi versenyre legjobban talán úgy tudtok készülni, hogy megoldjátok a korábbi évek feladatait. Erre biztatunk benneteket az Irinyi verseny kapcsán is: sok-sok évre visszamenőleg megtaláljátok a feladatsorokat a verseny honlapján, még régebbre visszamenőleg pedig az Apáczai gimnázium kémia munkaközösségének weboldalán.

Ebben az új rovatban még egy kis segítséget szeretnénk adni a felkészüléshez. Az elmúlt év néhány feladatát továbbgondolva, annak témájához kapcsolódva újabb kérdéseket találunk ki, újabb problémákat vetünk fel – ugyanis szerintünk sokszor nagyon hasznos leragadni egy-egy kisebb részterületnél, és azt alaposabban körüljárni.

Azt tanácsoljuk, hogy először mindenképpen próbáljátok megoldani az eredeti feladatot, és ellenőrizzétek is le a megoldást. Ha már minden tiszta, akkor jöhet a folytatás, a bonyolítás!

Bízunk benne, hogy ezzel hozzá tudunk járulni a felkészülésetekhez, és hasznos, alkalomadtán élvezetes elfoglaltságot tudunk nektek nyújtani. Hiszen akár verseny, akár nem, ez a legfontosabb.

Jó hír a versengést kedvelőknek, hogy ez is egy pontverseny lesz, melynek legjobbjai éppúgy jutalmat és elismerést kapnak majd, mint a hagyományos pontversenyeink helyezettjei.

A 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 található linken keresztül történik. A formai követelményeket is ott közöljük.

Az első forduló beküldési határideje: 2026. november 4.

Feladatok

2026. 1. forduló, I. kategória Sz1. feladat

Türkiz- $[\text{CuAl}_3\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$ és sörl-port (amit szokás Schorlnak is nevezni) $[\text{NaFe}_3\text{Al}_6(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{BO}_3)_3(\text{OH})_4]$ keverünk össze 1,00:1,00 tömegarányban.

Hány tömegszázalék oxigént tartalmaz a keverék?

1. Fordítsuk meg a kérdést.

a) Milyen tömegarányban kevertük össze a két anyagot, ha a keverékben az oxigéntartalom 47,5 tömegszázalék?

b) Lehetséges-e, hogy a keverékben 50,0 tömegszázalék legyen az oxigéntartalom? Válaszodat indokold meg!

2. a) Elképzelhető-e, hogy valamilyen tömegarányú keverékben két elemnek ugyanakkora legyen a tömegszázaléka? Ha igen, akkor válassz két megfelelő elemet, és állapítsd meg, hogy milyen tömegarányban kell összekeverni a két anyagot, hogy teljesüljön a feltétel!

b) Van-e két olyan elem, amelynek biztosan nem lehet egyenlő a tömegszázaléka a keverékben, semmilyen összetételnél sem? Ha igen, melyik kettő? Válaszodat most is indokold meg!

2026. 1. forduló, I. kategória Sz2. feladat

Egy kénből, oxigénből, hidrogénből és nitrogénből álló kristályvízmentes szervetlen vegyületről a következőket tudjuk:

- ha az összegképletben szereplő sztöchiometriai együtthatókat növekvő sorrendbe állítjuk, akkor egy olyan sorozatot kapunk, amelynek első tagja 1, a többi tag pedig mindig kétszerese az előtte lévő tagnak;
- a vegyületben az oxigén tömege majdnem pontosan duplája a kén tömegének;
- a vegyületben a hidrogén tömege nyolcada az oxigén tömegének.

a) Mi lehet a vegyület összegképlete?

b) Melyik kristályvízmentes vegyületről lehet szó?

1. Nem az ammónium-szulfát az egyetlen olyan vegyület, amelyben N, H, S és O atomok találhatók. Egy, az ammónium-szulfáttal „közeli rokonságban” álló anyag (szintén ionvegyület) képletében nem olyan szép a sztöchiometriai együtthatók sorozata, mint a szulfátban, de azért némi számmisztika ebbe is csempészhető: van két 1-es együttható, az összegük pedig 11.

Mi a vegyület tapasztalati képlete, és milyen ionokból áll?

2. Az előbb tárgyalt vegyület (nevezzük **X** anyagnak) többféleképpen is előállítható. Az egyik lehetőség az ammónium-szulfát hevítése.

a) Írd fel a reakcióegyenletet!

b) Sav-bázis vagy redoxireakció ez? Ha valamelyik a kettő közül, akkor állapítsd meg a „szerepeket” (sav-bázis vagy oxidálószer-redukálószer)!

Ehhez hasznos lehet megismerned az oxidációs szám fogalmát. Megtalálod pl. a 9-10. évfolyamos okostankönyv 2. kötetében vagy bármelyik középiskolás összefoglaló könyvben.

A gyakorlatban nem túl praktikus módszer ez, mert a reakció lejátszódásának hőmérséklet-tartománya (kb. 200-270 °C) átfed a következő bomlási reakcióval, vagyis a keletkező, előállítandó termék maga is tovább bomlik három új anyagra. Ebben a reakcióban, ami nem redoxireakció, végül szilárd anyag nem is marad vissza.

c) Írd fel ezt a bomlási reakciót is! (Az anyagok kitalálásában az segít, hogy nem redoxireakcióról van szó, vagyis nem történik oxidációsszám-változás.)

Sokkal jobb előállításmódja az **X** anyagnak az, ha kénsavoldatba ammóniát vezetünk egészen addig, amíg már érezhetően ammóniaszagú marad az oldat, enyhén felmelegítjük az ammóniaszag eltűnéséig, majd pontosan kiszámított mennyiségű kénsavoldatot öntünk hozzá.

d) Írd fel a lejátszódó reakciók egyenletét! Két reakcióról van szó!

e) Ha a kiindulási kénsavoldat 80,0 g tömegű és 20,0 tömegszázalékos volt, akkor az ammónia bevezetése után mekkora tömegű szintén 20,0 tömegszázalékos kénsavoldat kell majd ahhoz, hogy tiszta X-oldatot kapjunk? Hány tömegszázalék X anyagot fog tartalmazni ez az oldat (feltéve, hogy nem kezd még el kikristályosodni)?

3. Létezik egy még izgalmasabb $N_xH_yS_vO_z$ tapasztalati képletű ionvegyület (**Y**), amely szintén „rokona” az előzőeknek (a szulfátnak és az **X**-nek).

Ennek a képletében az a számmissztika, hogy ha összeadunk három sztöchiometriai együtthatót, akkor 13-at kapunk, és ez pontosan a negyedik együttható.

a) Mi a képlete ennek az Y anyagnak? Milyen ionokból áll? (Az az igazság, hogy ennek az anyagnak a szerkezete némiképp bonyolultabb, mint hogy felsorolunk három iont, és úgy képzeljük, hogy egy ionrács rácspontjaiban egy jól meghatározott arányban ott ülnek. De formálisan mindenképp van értelme egy ilyen megközelítésnek is.)

Ezt az anyagot elő lehet állítani ammónium-szulfátból és kénsavból, ha pontosan sztöchiometrikus arányban adjuk őket egymáshoz. A keletkezett oldat bepárlódásakor Y kristályai maradnak vissza.

b) Írd fel Y képződésének reakcióegyenletét kénsavból és ammónium-szulfátból kiindulva!

b) Hány gramm ammónium-szulfátból és hány gramm kénsavoldatból kell kiindulnunk, ha a végén 200 g oldatot, abból pedig 100 g Y-t szeretnénk kapni?

4. Az ammónium-szulfát, az X és az Y nem ammóniaszagú anyagok, még akkor sem, ha kicsit nedvesek lesznek. Viszont van egy közismert, boltban is kapható ammóniumsó, a szalalkáli, amely viszont elég erősen ammóniaszagú anyag, főleg, ha szív egy kis nedvességet a levegőből.

a) Mi a szalalkáli képlete, milyen ionokból áll?

b) Milyen kémiai folyamat lehet felelős a szalalkáli ammóniaszagáért? Másképpen fogalmazva: hogyan lesz ammónia a szalalkáliból csak úgy állás közben?

c) Mit gondolsz, a feladatban emlegetett három ammóniumsó miért nem ammóniaszagú szobahőmérsékleten?

2026. 1. forduló, I. kategória Sz3. feladat

Egy ismeretlen gázt összekeverünk háromszoros anyagmennyiségű hidrogéngázzal. Az így kapott keverék az ismeretlen gázra nézve 40 tömegszázalékos.

a) Mi volt az ismeretlen gáz?

b) Mennyi az ismeretlen gáz hidrogénre vonatkoztatott sűrűsége?

Megkeverjük a szöveget: Egy ismeretlen gázt összekeverünk 3-szoros tömegű hidrogéngázzal. Az így kapott keverék az ismeretlen gázra nézve 40 anyagsűrűség-százalékos.

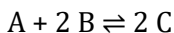
a) *Van kémiaiilag reális megoldása a feladatnak?*

b) *Ha nincs, akkor cseréld le a 3-as számot valami másra, hogy reális megoldást kapj! (Nem feltétlenül kell egész számnak lennie!) Oldd is meg a feladatot!*

c) *Le tudjuk-e cserélni a 3-as számot valami másra úgy, hogy a kapott gáz-elegy nagyobb sűrűségű legyen, mint az azonos állapotú levegő? Ha igen, akkor írd meg az új feladatot, és add meg a megoldását is (tehát azt, hogy mi az ismeretlen gáz)!*

2026. 1. forduló, II. kategória Sz1. feladat

Egy egyensúlyra vezető gázreakció a következőképpen játszódik le:



Milyen anyagsűrűség-arányban kevertük össze a két gázt a reakcióhoz, ha tudjuk, hogy az egyensúlyi elegy térfogata éppen 90,0%-a a kiindulási elegyének, miközben az A anyag negyede alakult át?

1. *Ha egy kicsit szőrszálhasogatóak akarunk lenni, akkor a feladat szövegezését pontatlannak ítéltethetjük. Mi hiányzik?*

2. *Melyik az a középiskolai tananyagban is szereplő, egyensúlyra vezető gázreakció, amelynek ilyen a sztöchiometriája?*

3. *Ha már konkrétan ezt a reakciót vizsgáljuk, akkor mi a véleményed a feladat szövegének következő módosításáról: „...az egyensúlyi elegy **tömege** éppen 90,0%-a a kiindulási elegyének?”*

4. *Megint szeretnénk módosítani a feladat szövegén. Az eredetiben az egyensúlyi elegy térfogata 90,0%-a a kiindulásiénak. Meddig lehetne csökkenteni ezt a számot (miközben a szöveg többi része változatlan), hogy a feladat még megoldható maradjon?*

5. *Egy másik kísérletben vizsgálva a reakciót, azt találjuk, hogy nem csak az A, hanem a B anyagnak is a negyede alakult át.*

a) *Milyen volt a két anyag kiindulási anyagsűrűség-aránya?*

b) Az egyensúlyi elegy térfogata hány százaléka lesz a kiindulási elegyének (azonos körülmények között mérve)?

*c) Lehetséges, hogy ez a két kísérlet teljesen azonos körülmények között zajlott, és csak a kiindulási **A:B** molarány tért el?*

d) Ha nem, akkor miben lehetett különbség a két kísérlet között?

2026. 1. forduló, II. kategória Sz2. feladat

a) Egy propán–bután (PB) gázelegy 50,0-50,0 térfogatszázalékban tartalmazza a két gázt, amelyet sztöchiometrikus mennyiségű levegőben elégettünk. (A levegő 21 térfogatszázalék oxigénből és 79 térfogatszázalék nitrogénből állónak tekinthető.) Az égést követően a vízgőz lecsapódott.

Határozd meg a maradék gázelegy térfogatszázalékos összetételét!

b) A fenti PB-gázelegy (50,0-50,0 térfogatszázalék) bizonyos részletét tiszta oxigéngáz feleslegében tökéletesen elégettünk. A vízgőz kondenzációja után a füst gázelegyében azonos volt a két komponens térfogatszázalékos összetétele.

Hány százalék oxigénfelesleget alkalmaztunk?

1. Az a) feladatrészből 14,0 V/V% CO₂-tartalom jön ki. Ha bután helyett valami más szénhidrogént választunk, lehetséges, hogy a CO₂ térfogatszázaléka felmenjen 50%-ra? Ha igen, milyen szénhidrogént kell használnunk?

2. Ha a b) feladatrészből nem tiszta oxigént, hanem szintén levegőt használunk, de feleslegben, akkor elképzelhető-e olyan eset, hogy a vízmentes füstgáz azonos térfogatszázalékban tartalmazza az összetevőket? Ha igen, akkor mekkora levegőfelesleg kell?

3. Ha a b) feladatrészből nem tiszta oxigént használunk, hanem valamilyen összetételű oxigén-nitrogén elegyet, akkor elképzelhető-e olyan eset, hogy a vízmentes füstgáz azonos térfogatszázalékban tartalmazza az összetevőket? Ha igen, akkor mekkora „levegő”-felesleg kell, és milyen összetételűnek kell választani a „levegőt”?

2026. 1. forduló, II. kategória Sz3. feladat

Egy porkeverék ezüst-nitrátot és fémezüstöt tartalmaz. A keveréket hevítve a vegyület hőbomlást szenved, miközben a keverék tömegének 31,0 %-a gázfázisba kerül. A hevítés során fémezüst, valamint NO_2 és O_2 gáz képződik. Számítsd ki:

a) Mennyi a kiindulási porkeverék teljes ezüsttartalma tömegszázalékban?

b) Mennyi a kiindulási porkeverékben a fémezüst tömegszázaléka?

c) A reakcióegyenlet alapján mennyi lesz a keletkező gázelegy átlagos moláris tömege?

d) Határozd meg a keletkezett gázelegy térfogatszázalékos összetételét!

e) A gázelegynek mennyi a levegőre ($M(\text{levegő}) = 29,0 \text{ g/mol}$) vonatkoztatott sűrűsége?

f) A kiindulási porkeverék kis részletét tömény salétromsavban oldjuk. A keletkező gáz ebben az esetben kizárólag NO_2 -ot tartalmaz. Írd fel az oldódás rendezett reakcióegyenletét! A keletkező gáz moláris tömege kisebb vagy nagyobb a porkeverék hevítésekor kapott gázelegy átlagos moláris tömegéhez képest?

1. Az eredeti feladat szövegében olyan módosítást szeretnénk, hogy a gázfázisba kerülő anyag tömege azonos legyen a kiindulási keverékben lévő valamelyik anyag tömegével.

Megvalósulhat ez? Ha igen, írd át így a feladatot (tehát változtasd meg a 31,0-t), és oldd is meg!

2. Nézzük most a feladat kicsit módosított változatát:

Egy porkeverék ezüst-nitrátot és fémezüstöt tartalmaz. A keveréket hevítve a vegyület hőbomlást szenved, fémezüst, valamint NO_2 és O_2 gáz képződik. A visszamaradó ezüstöt ezután tömény salétromsavoldatban oldjuk, amikor is kizárólag NO_2 képződik. Érdekes módon a hevítés során képződő gázelegy térfogata pontosan megegyezik a salétromsavas oldás során képződő gáz térfogatával (azonos hőmérsékleten és nyomáson).

Hány tömegszázalék ezüstöt tartalmaz a kiindulási porkeverék?

3. Még egy kis módosítás:

Egy porkeverék ezüst-nitrátot és fémezüstöt tartalmaz. A keveréket hevítve a vegyület hőbomlást szenved, fémezüst, valamint NO_2 és O_2 gáz képződik. A visszamaradó ezüstöt ezután az előzőnél hígabb salétromsavoldatban oldjuk, amikor is kizárólag NO képződik. Érdekes módon a hevítés során képződő gázelegy térfogata pontosan megegyezik a salétromsavas oldás során képződő gáz térfogatával (azonos hőmérsékleten és nyomáson).

a) Írd fel az ezüst és a hígabb salétromsavoldat között lejátszódó reakció egyenletét!

b) Hány tömegszázalék ezüstöt tartalmaz a kiindulási porkeverék?

(Megjegyzés: Nem reális, hogy valamilyen salétromsavkoncentrációnál kizárólag NO legyen a reakciótermék, legfeljebb az keletkezik legnagyobb mennyiségben. Viszont a nagyon tömény salétromsavoldat tényleg gyakorlatilag csak NO_2 képződése közben reagál.)

2026. 1. forduló, II. kategória Sz4. feladat

A természetes foszforban csak a 31-es tömegszámú izotóp található meg, míg a természetes bróm a 79-es és 81-es tömegszámú izotópok keveréke.

a) A periódusos rendszerben szereplő atomtömeg, illetve a 79-es és a 81-es tömegszámú brómizotópok izotóptömege (^{79}Br : 78,9 g/mol; ^{81}Br : 80,9 g/mol) alapján számítsd ki, mennyi a bróm természetes izotópeloszlása!

b) Hány különböző molekulatömegű PBr_3 található a természetes izotópeloszlású PBr_3 -ban? Válaszodat indokold meg!

c) Feltételezve, hogy az adott izotóp előfordulásának valószínűsége megegyezik a természetes izotópeloszlással, számítsd ki, hogy hány darab van a legkisebb molekulatömegű PBr_3 -molekulákból egy olyan mintában, amelyben összesen $8 \cdot 10^{22}$ db PBr_3 -molekula van!

A feladat b) és c) részét oldd meg antimon-tribromidra! Az antimonnak két természetes izotópja van: ^{121}Sb ($A_r = 120,9$) és ^{123}Sb ($A_r = 122,9$). Az antimon relatív atomtömege 121,8.

Amikor azonos molekulatömegről van szó, akkor a megadott pontossággal számolj!

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia németül

Szerkesztő: Horváth Judit

Fordítási verseny a 2026/2027-es tanévben

Fordítandó német szakszöveg a tanév során két alkalommal (a mostani 2026/4. és a jövő évi 2027/1. számban) jelenik meg.

Általánosságban véve a rovat fő célja, hogy megismertesse azt a **szókin-
cset és nyelvezetet (kémiai anyagok, folyamatok, eszközök megne-
vezése, alapvető műveletek leírása, emellett adatok, összehasonlí-
tások, elemzések, érvelések jellegzetes szófordulatai)**, melyre kül-
földi részképzés vagy németajkú partnerekkel végzett munka esetén
szükség lesz minden olyan területen, mely kémiai ismeretekre is tá-
maszkodik (**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 tankönyv-
ben, egy eljárás receptjében vagy egy műszer leírásában kell eligazod-
nunk.

A **tudományos és a műszaki nyelv** a németben a **hivatalos stílushoz**
áll közel. Ennek megfelelően a mondatok nyelvtanilag többszörösen ösz-
szetettek és közbeékeltek lehetnek. Cserébe viszont nem kell újságírói
blikkfangokon és képi hasonlatokon törnünk a fejünket, melyeket isme-
retterjesztő cikkekben előszeretettel használnak. A **kiemelésekkel** pró-
bálok **segíteni**: nem csak a kémiai vonatkozású kifejezésekre, hanem a
mondat lényeges elemeire mutatok rá, ami által remélhetőleg köny-
nyebb lesz kibogozni, megfejteni őket.

Az irodalmi műfordítással ellentétben a precizitás megelőzi a választékoságot. A szóismétlések elkerülhetetlenek, hiszen egy adott szakkifejezést mindig ugyanúgy kell fordítani. 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. Alapvető elvárás, hogy végül **minden mondat magyarul nyelvtani szempontból helyes legyen!** Nagyon bosszantó olyan nyersfordítást olvasni, mely úgy hangzik, mintha nem tudna jól magyarul az írója.

A fordítási versenybe internetes nevezést kérünk a <http://kokel.mke.org.hu> honlapon. A felkészítő tanár mezőben a kémiatanárok mellett a némettanárok nevét is feltétlenül adjátok meg! **A KÖKÉL honlapjáról letölthető a 2004-óta előfordult szakszavak jegyzéke (kis szakszótár).** Közel **1000** kifejezést tartalmaz a következő csoportosításban: **>300 anyag és 90 laboreszköz** mellett **>300 fogalmat, ~100 tulajdonságot**, valamint **120 igét az alapvető műveletek és kémiai folyamatok leírására.**

A **pontozás** szempontrendszer a 2004/3. szám 279. oldalán került ismertetésre. Érdekes az elmúlt évek értékelései közül néhányat átnézni a visszatérő hibák elkerüléséért. 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.

Ha fordítóprogram segítségét veszitek igénybe, mindent nagyon kritikusan olvassatok át, értelmezzétek és a kémiatudásotok alapján szükség szerint javítsátok ki! Lehet, hogy kicsit utána is kell olvasni a témáknak, mert a szöveg tartalmaz néhány fontos kémiai szakkifejezést, melyek magyarul nem tükörfordításai a németnek.

Figyelem! A FORMAI KÖVETELMÉNYEKet a szöveg után, a beküldési információknál találjátok.

Az ábrákon található feliratokat se felejtsetek lefordítani! Csak címszavas felsorolásként – az ábrát nem kell lerajzolni / bemásolni.

Chemie auf Deutsch (fordításra kijelölt német nyelvű szakszöveg)

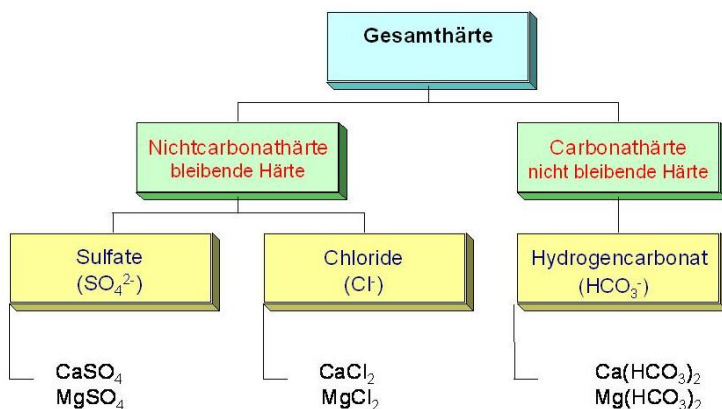
1.

Hartes Wasser - Ursachen und Folgen Der Ionentauscher zur Wasserenthärtung einfach erklärt

Hartes Wasser sorgt dafür, dass sich **Kalk** in Ihren Hauswasserrohren und Heizkesseln **absetzen** kann. Eine **1-Millimeter dicke Kalkschicht an einer Kesselwandung** verursacht bereits einen **Anstieg der Heizkosten um 10%**.

Der Kalk kommt ins **Trinkwasser**, wenn es **durch besonders kalkhaltige Böden sickert** und Kalk vom Wasser gelöst wird. Dieser Kalk lagert sich ohne Zutun unerwünscht in Leitungssystemen, Armaturen und Waschbecken ab. Mehr noch, er lagert sich **insbesondere dort ab, wo das Wasser erwärmt wird**, also in Boilern und ganz besonders in Wasserkochern, Kaffeemaschinen, Waschmaschinen, Geschirrspülern usw. So ganz nebenbei **schmeckt hartes Wasser** zudem **weniger gut als weiches Wasser**. Sie merken den Unterschied sowohl **bei Tees wie auch beim Kaffee**.

Die Härte des Wassers wird durch **bestimmte Calcium- und Magnesiumsalze** verursacht.

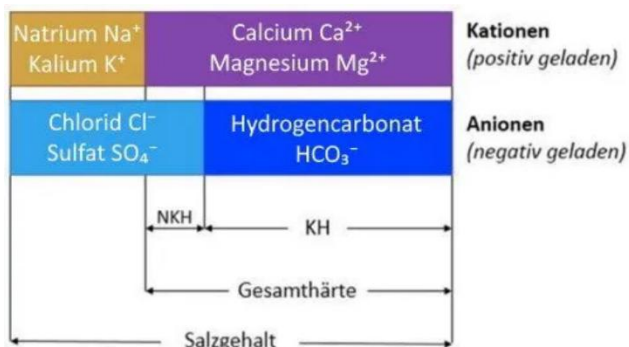


Einteilung der Wasserhärte.

Zur Nichtcarbonathärte gehören alle Anionen außer Hydrogencarbonat.

2.

Generell lässt sich sagen, dass die **natürliche Wasserhärte** von der jeweiligen **Region und Wasserquelle abhängig** ist. Trinkwasser **aus Grundwassersegmenten** ist, abhängig vom jeweiligen Gestein, meist **sehr hart**. Gewonnenes Trinkwasser **aus Oberflächengewässern**, also aus Seen und Flüssen, ist eher **weich**. Zwar **Regenwasser mit „destilliertem Wasser“ gleichzusetzen ist**, jedoch können auch hier industrielle Faktoren (**Luftverschmutzung, toxische Abgase**) den Wasserhärtegrad beeinflussen. In Regionen **mit kristallinem Gestein (Granit, Basalt)** bleibt das Regenwasser **weich**, da es kaum Mineralien aus dem Gestein aufnehmen kann. Trifft Regenwasser hingegen auf stark **kalkhaltiges Gestein (Kalkstein, Dolomit)**, kann es diese **Minerale herauslösen und zu hartem Wasser werden**.



Härtebildende und nicht härtebildende Salze. Die nicht härtebildenden Salze umfassen alle einwertigen Metallkationen mit ihren Anionen, auch Hydrogencarbonat.

3.

Es gibt **verschiedene Enthärtungsmethoden**. Diese sind die **Entcarbonisierung**, die **Enthärtung durch Ionentausch**, die **Vollentsalzung** oder etwa die **Komplexbildung mit Polyphosphaten**. Vorweg ein Wort zur **Entcarbonisierung**, die teilweise **von Wasserwerken** bereits verwendet wird. Hierbei **fügt man dem Wasser Calciumhydroxid zu**, dabei wird allerdings **nur die Carbonathärte verringert**.

Wichtig ist hierbei noch zu erwähnen: **Nur die Karbonathärte ist dafür verantwortlich, dass es zu Kalkablagerungen (Calciumcarbonat)**

kommt, wenn Wasser erhitzt wird. Beim Erhitzen von Wasser **nimmt die Menge des im Wasser gelösten Hydrogencarbonats stark ab**, weil bei steigender Temperatur weniger Hydrogencarbonat im Wasser gelöst sein kann – **es kommt zu Ausfällungen von für Wasser unlöslichem Calciumcarbonat (Kalk).**

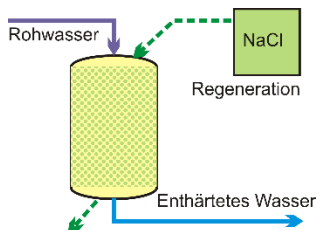
Zur Enthärtung des Wassers im gesamten Haushalt werden **Ionentauscher** als Wasserenthärtungsanlagen eingesetzt. Eine effiziente Wasseraufbereitung **schont** nicht nur Ihre **Rohre und Geräte**, sondern auch den privaten Geldbeutel. **Wartungsaufwand und Energiekosten** werden dadurch **geringer**. Im Idealfall sorgt ein Ionentauscher also dafür, dass der Besitzer durch den Einbau des Gerätes über die gesamte Lebensdauer gerechnet Geld einsparen kann.

4.

Wie funktioniert ein Ionenaustauscher?

Ein **Ionentauscher** ist ein **Gerät**, welches dazu verwendet wird, **Kalzium- und Magnesiumionen** aus dem Wasser **zu entfernen**.

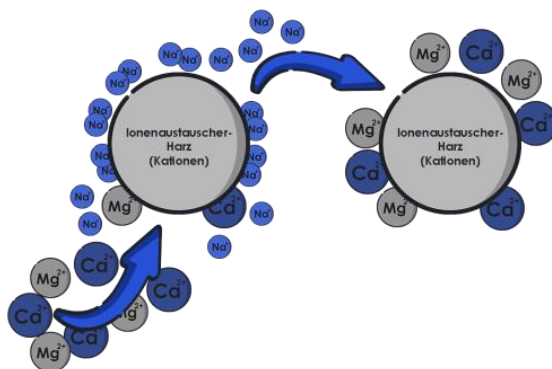
In kleiner Bauform wird es zum Beispiel beim **Geschirrspüler** eingesetzt. Kalk wird aus dem Wasser entfernt, damit das **saubere Geschirr ohne Kalkflecken** aus der Maschine kommt. Das **Regeneriersalz** dient dazu, den Ionentauscher nach jedem Spülgang wieder zu regenerieren.



Ein Ionentauscher ist eigentlich ein Behälter, welcher mit einem **Kunstharz auf Polystyrol-Basis** gefüllt ist. Das Kunstharz ist **im Ausgangszustand mit Natriumionen (Na^+) angereichert**.

Nun wird das **harte Rohwasser durch dieses Kunstharz geleitet**. Auf seinem Weg wird ein grosser Teil der im Wasser enthaltenen **Kalzium- und Magnesiumionen (Ca^{2+} und Mg^{2+}) gegen eine äquivalente Menge Na^+ -Ionen ausgetauscht**. Das enthärtete Wasser enthält also mehr Natriumionen und weniger Kalzium- und Magnesiumionen.

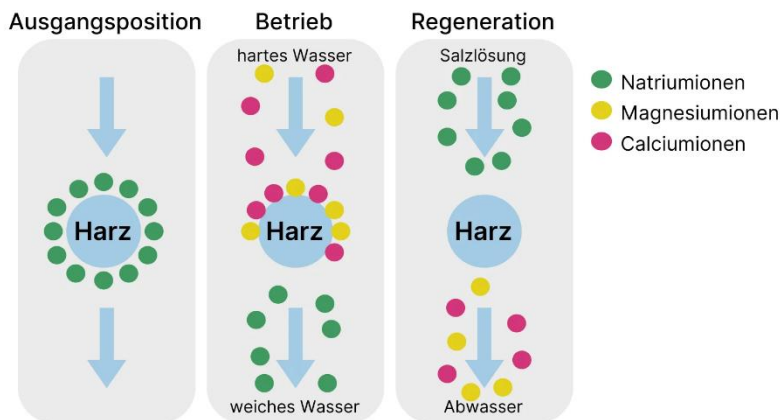
Natriumionen verursachen keine Verkalkungen. Das Ergebnis ist dauerhaft **weiches und wohlschmeckendes Wasser**.



Enthärtungsprinzip

5.

Mit der Zeit wird die **Menge** der im Kunstharz enthaltenen **Natriumionen kleiner** und die **Aufnahmefähigkeit für die härtebildenden Erdalkaliionen erschöpft sich**. Eine Enthärtungsanlage, welche auf dem Ionenaustausch-Prinzip funktioniert, **muss deshalb regelmässig eine Regeneration durchlaufen**.



Was geschieht bei der Regeneration des Ionentauschers?

Während der Regeneration des Ionentauschers wird der **Kunsthartzbehälter mit einer Natriumchlorid-Lösung gespült**. Dabei geschieht genau das Gegenteil davon, was beim Enthärtungsvorgang passiert. Nun werden die **Magnesium- und Kalziumionen wieder aus dem Kunstharz gelöst und durch Natriumionen ersetzt**.

Die entstehende **Regenerierlösung** ist einerseits **sehr hart**, enthält andererseits aber auch eine **große Menge an Natriumionen**, da diese **nicht alle vom Kunstharz aufgenommen werden können**. Das **Gemisch** wird deshalb **direkt ins Abwasser geleitet**.

Das **Harz** besitzt eine **Lebensdauer von über 20 Jahren**.

Üblicherweise **regenerieren Geschirrspülgeräte regelmäßig automatisch, ohne vorher die Notwendigkeit der Regenerierung zu testen**. In Gebieten mit sehr weichem Wasser muss der Regenerierprozess seltener erfolgen, zum Teil könnte Regeneriersalz überflüssig sein.

----- 6. -----

Regeneriersalz

Regeneriersalz ist speziell **gekörntes und hoch gereinigtes Natriumchlorid**. Wesentliche Kriterien für die **Qualität** von Regeneriersalz sind seine **Löslichkeit** und **Lösegeschwindigkeit**.

Normales Speisesalz ist bei bestimmten Maschinen **nur bedingt geeignet**, da es Zusätze wie etwa **Rieselhilfen** (wie Magnesiumchlorid), **Iodide und Fluoride** enthalten kann. Deren Anionen beeinträchtigen mit der Zeit die Funktion des Ionenaustauschers. Tipp: Füllen Sie **nur ausgewiesenes Regeneriersalz** ein.

Rieselhilfen (auch **Rieselhilfsmittel, Rieselfähigkeitsförderer** oder **Antiagglomerationsmittel**) sind **Trennmittel**, die kristallinen Substanzen zugesetzt werden, um, vorrangig zum Zweck der besseren maschinellen Verwendbarkeit, das **Zusammenklumpen der Einzelkristalle zu verhindern**. Durch ihre Verwendung soll verhindert werden, dass beispielsweise **Kochsalz** sich verklumpt und damit schlechter verwendbar wird. Rieselhilfen **können sowohl bei Steinsalz als auch bei Meersalz zugesetzt werden**.

----- 7. -----

Einige Rieselhilfen sind als **Lebensmittelzusatzstoff für Speisesalz zugelassen**:

- **Calciumcarbonat** (E 170, CaCO_3 , **Kreide**) und **Magnesiumcarbonat** (E 504, MgCO_3 , **Magnesia**) sind **natürlich vorkommende und unbedenkliche Mineralstoffe**.
- **Natriumhexacyanoferrat** (E 535) und **Kaliumhexacyanoferrat** (E 536) werden oft als billige Rieselhilfen in preiswerteren Salzen verwendet. In der **EG-Öko-Verordnung** ist der **Zusatz** von Natrium- und Kaliumhexacyanoferrat **ausgeschlossen**, Calcium- und Magnesiumcarbonat dürfen verwendet werden.
- **Aluminiumsilikate** (E 559, **Kaolin**) und **Aluminiumhydroxid** ($\text{Al}(\text{OH})_3$) sind weitere zugelassene Rieselhilfen.
- **Siliziumdioxid** (SiO_2 , als E 551 oder **Kieselsäure** deklariert) wird häufig eingesetzt und ist chemisch unproblematisch, auch als kolloidale Kieselsäure

Forrás:

<https://www.gross-wassertechnik.de/wissen/wasserhaerte/>

<https://www.softwater-schweiz.ch/so-funktioniert-die-wasserenthartung-mit-einem-ionentauscher>

<https://hortipendium.de/Wasserh%C3%A4rte>

https://hortipendium.de/Datei:Einteilung_Wasserh%C3%A4rte.jpg

<https://www.emu-water.at/>

<https://wasserenthartungsanlageschweiz.ch/ionenaustauscher-zur-wasserenthartung/>

<https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Regeneriersalz>

<https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Rieselhilfe>

Formai követelmények:

- betűméret: 14 pt
- sorköz: 1,5
- 7 külön oldalon a szövegben megjelölt 7 szakasz, benne:
 - ✓ ábrakon/rajzokon szereplő összes szöveg fordítása
 - ✓ ábrák/képek alatti feliratok fordítása

☒ A képeket ne másoljátok be a fordításba!

- **Minden lap tetején** szerepeljen a **beküldő neve, osztálya, valamint iskolájának neve**

A nevezők számára e-mailben sablont küldünk a fordításhoz!

Beküldési (beérkezési) határidő a következő szám pontversenyeivel megegyező.

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

Kémia angolul

Szerkesztő: Barabás Gergő

Kedves Diákok!

A Kémia angol nyelven verseny a 2026/2027-es tanévben is folytatódik. A verseny formátuma a korábbi (újabb) évekével megegyezik: a lefordított szövegekben kell a fordítási, valamint stilisztikai hibákat keresni. A fordításokat egy program segítségével végeztük, azonban hiába a technológia és az igyekezet, még mindig véthet 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 elbírná, a magyar inkább szétszedi kisebb egységekre.

A munka segítéséhez alábbiakat érdemes végiggondolni:

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 ügyeljete: 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. november 4.

Jó hibakeresést, jó versenyzést kívánok!

Elöljáróban:

Az első számban a nyári közéleti és tudományos, mondhatni mindenkit érintő események mögötti kémiát vizsgáljuk meg: az atomreaktorok működésének, illetve egy Budapesten is megjelenő szmog kémiáját.

What is Nuclear Energy? The Science of Nuclear Power

[...]

Nuclear energy is a form of energy released from the nucleus, the core of atoms, made up of protons and neutrons. This source of energy can be produced in two ways: fission – when nuclei of atoms split into several parts – or fusion – when nuclei fuse together.

[...]

What is nuclear fission?

Nuclear fission is a reaction where the nucleus of an atom splits into two or more smaller nuclei, while releasing energy.

For instance, when hit by a neutron, the nucleus of an atom of uranium-235 splits into two smaller nuclei, for example a barium nucleus and a krypton nucleus and two or three neutrons. These extra neutrons will hit other surrounding uranium-235 atoms, which will also split and generate additional neutrons in a multiplying effect, thus generating a chain reaction in a fraction of a second.

Each time the reaction occurs, there is a release of energy in the form of heat and radiation. The heat can be converted into electricity in a nuclear power plant, similarly to how heat from fossil fuels such as coal, gas and oil is used to generate electricity.

How does a nuclear power plant work?

Inside nuclear power plants, nuclear reactors and their equipment contain and control the chain reactions, most commonly fuelled by uranium-235, to produce heat through fission. The heat warms the reactor's cooling agent, typically water, to produce steam. The steam is then

channelled to spin turbines, activating an electric generator to create low-carbon electricity.

[...]

Retrieved from:

<https://www.iaea.org/newscenter/news/what-is-nuclear-energy-the-science-of-nuclear-power>

Mi az atomenergia? Az atomenergia tudománya

[...]

Az atomenergia az atommagból, az atommagból felszabaduló energia, amely protonokból és neutronokból áll. Ez az energiaforrás kétféleképpen állítható elő: hasadással – amikor az atommagok több részre hasadnak – vagy egyesüléssel – amikor az atommagok fúzionálnak.

[...]

Mi az atommaghasadás?

Az atommaghasadás egy olyan reakció, amelyben egy atommag két vagy több kisebb atommagra hasad, energiát szabadítva fel.

Például, amikor egy neutron eltalálja az urán-235 atom magját, két kisebb atommagra, például egy báriummagra és egy kriptonmagra, valamint két vagy három neutronra hasad. Ezek az extra neutronok eltalálják a környező urán-235 atomokat, amelyek szintén hasadnak, és több neutronot termelnek egy multiplikátorhatásban, láncreakciót hozva létre a másodperc töredéke alatt.

Minden alkalommal, amikor egy reakció bekövetkezik, energia szabadul fel hő és sugárzás formájában. Egy atomerőműben a hő ugyanúgy alakítható át villamos energiává, mint ahogy a fosszilis tüzelőanyagokból, például szénből, gázból és olajból származó hőt használják fel villamos energia előállítására.

Hogyan működik egy atomerőmű?

Egy atomerőműben az atomreaktorok és berendezéseik láncreakciókat vezetnek és szabályoznak, leggyakrabban urán-235-öt használva üzemanyagként, hogy hasadással hőt termeljenek. A hő felmelegíti a reaktor hűtőfolyadékát, általában vizet, hogy gőzt termeljen. A gőzt ezután forgó turbinákhoz vezetik, amelyek egy elektromos generátort hajtanak meg alacsony szén-dioxid-kibocsátású villamos energia előállítására.

[...]

A fotokémiai szmog

[...]

A 40-es években Los Angeles környékén, ahol már akkor nagy volt a gépkocsiforgalom, a levegőszennyeződés új formája tűnt fel, amely alapvetően különbözött a Londonra jellemző füstködöktől. Az 50-es évek közepére kiderült, hogy e nitrogén-oxidokkal, szén-monoxiddal és különböző szénhidrogénekkel (fő forrásaik a belső égésű motorok) szennyezett levegőben olyan fotokémiai reakciók (fény hatására végbemenő kémiai folyamatok) játszódnak le, amelyek során mérgező és ingerlő anyagok keletkeznek.

Kedvezőtlen meteorológiai feltételek között ezek az ún. másodlagos szennyezőanyagok felhalmozódhatnak a légkörben, kialakulhat a fotokémiai szmognak nevezett jelenség. A fotokémiai szmogot elsősorban a magas oxidáns- (elsősorban ózon-) koncentráció, a derült idő ellenére kis látástávolság és a légkör barnás elszíneződése jellemzi.

[...]

A fotokémiai szmog a nitrogén-oxidokkal (NO , NO_2), szén-monoxiddal (CO) és a különböző szénhidrogénekkel szennyezett levegőben a napsugárzás hatására végbemenő kémiai folyamatok következménye. Ebben az ózonképződés az egyik legjellegzetesebb folyamat, s a reakciótermékek közül is az ózon a legjelentősebb (mennyiségileg), ezért a szmog erősségét, súlyosságát általában az ózonkoncentrációval jellemzik. Az ózon erősen oxidáló anyag. Átlagos koncentrációja a tiszta, természetes légkörben 20–40 ppb (1 ppb O_3 egységnyi térfogatú levegőben

egymilliárdomod térfogatrész ózon). Már ebben a koncentrációban is károsítja a gumitermékeket, s jelentős károkat okoz a festékanyagok roncsolásával.

[...]

Szmog esetén először könnyezésre, szemirritációra panaszkodnak az emberek. A másodlagos szennyezőanyagok koncentrációjának növekedésével a légutak ingerlése erősebbé válik, köhögés, torokfájás, légzési nehézségek lépnek fel. Csökken a tüdőkapacitás, az arra hajlamosaknál asztmás rohamok alakulhatnak ki.

[...]

A fotokémiai szmog kialakulásának feltételei ma már Magyarországon is adottak. Elsősorban Budapesten, ill. a főváros szennyezőanyag csóvjába eső területeken lehet számítani rá, s nyáron – a nagy gépkocsiforgalom miatt – nyugodt, napos időjárás esetén a Balaton környékén is kialakulhat.

Forrás:

<https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/TenyekKonyve-tenyek-konyve-1/1990-7B2E/a-fold-es-a-vilagegyetem-7E5B/a-legkor-ueghazhatasa-es-az-eghajlat-7E85/a-fotokemiai-szmog-7EB6/>

Photochemical smog

[...]

In the 1940s, a new form of air pollution emerged in the already heavily trafficked Los Angeles area, which was fundamentally different from the smog typical of London. By the mid-1950s, it was discovered that air polluted with nitro oxides, carbon monoxide and various hydrocarbons (their main sources being internal combustion engines) undergoes photochemical reactions (chemical processes that occur under the influence of light) and produces toxic and irritating substances.

In bad weather conditions, these so-called secondary pollutants can accumulate in the atmosphere, forming a phenomenon known as photochemical smog.

Photochemical smog is primarily characterized by a high concentration of oxidants (mainly ozone), poor visibility in clear weather and a brownish color of the atmosphere.

[...]

Photochemical smog is the result of chemical processes that occur in air polluted with nitro oxides (NO , NO_2), carbon monoxide (CO) and various hydrocarbons under the influence of solar radiation. The formation of ozone is one of its most typical processes, and ozone is the main reaction product (in quantitative terms), so the strength and intensity of smog is usually described by the ozone concentration. Ozone is a strong oxidant. Its average concentration in a clean, natural atmosphere is 20-40 ppb (1 ppb O_3 is one billionth of the volume of ozone in an unit volume of air). Even at such a concentration, it damages rubber products and causes significant damage by destroying paint materials.

In the case of smog, people first complain of lacrimation and eye irritation. As the concentration of secondary pollutants increases, respiratory tract irritation increases, coughing, sore throat and difficulty breathing occur. Lung capacity is reduced and asthma attacks may occur in susceptible people.

[...]

The conditions for the formation of photochemical smog are now also present in Hungary. This can be expected mainly in Budapest and within the capital's pollution cloud, and in summer - due to heavy car traffic - it can also occur around Lake Balaton in calm and sunny weather.

MŰHELY



Kérjük, hogy a MŰHELY című módszertani rovatba szánt írásait közvetlenül a szerkesztőhöz küldjék lehetőleg e-mail mellékleteként a következő címre:

david.agnes@science.unideb.hu

Kiss Edina, Szalay Luca

Az acaSTEMy ERASMUS+ projekt alatt kifejlesztett modulok és mikrotanúsítványos képzések mint tanárképzési és tanártovábbképzési lehetőségek

Az acaSTEMy projekt rövid bemutatása, céljai

Az **acaSTEMy** (*Trans-national STEM teacher education focusing on transversal competence and sustainability education*) egy Erasmus+ Teacher Academy projekt, amely eredetileg 2023. június 1. és 2026. május 31. között valósult volna meg, de később kiterjesztették 2026. szeptember 30-ig.

A projekt célja a STEM-területeken (Science, Technology, Engineering and Mathematics; Természettudományok, Informatikai és műszaki technológiák, Mérnöki tudományok és Matematika) oktató pedagógusok szakmai fejlődésének támogatása, valamint egy kutatásalapú, nemzetközi tanárképzési és tanártovábbképzési hálózat kialakítása. [1]

A projekt kiemelt eredménye **négy mikrotanúsítványos képzési program és hat korszerű, rugalmasan felhasználható tanulási modul**, amelyek a fenntarthatóság, a digitális pedagógia, a transzverzális kompetenciák és a sokszínű tanulási környezetek témaköreit dolgozzák fel. A mikrotanúsítványos képzések és modulok olyan gyakorlatközpontú,

rövid távú képzési alkalmakat kínálnak a STEM tárgyakat oktató kollégáknak, amelyek tartalma közvetlenül beépíthető a napi tanítási gyakorlatba.

A projekt összesen nyolc európai ország (Észtország mint konzorciumvezető, Finnország, Horvátország, Lettország, Magyarország, Németország, Portugália és Törökország) 37 partnerszervezetét fogta össze. A konzorciumban egyetemek, gyakorlóiskolák, pedagógus szakmai szervezetek, kutatóintézetek, vállalatok és oktatásirányítási intézmények működtek együtt annak érdekében, hogy olyan képzési programok szülessenek, amelyek hosszú távon is hozzájárulnak a STEM-pedagógusok szakmai fejlődéséhez Európában.

Magyarországról öt szervezet vett részt a projekt megvalósításában: az **Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE)**, az **ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium**, a **Magyar Kémikusok Egyesülete**, a **Richter Gedeon Nyrt.**, valamint az **EGIS Gyógyszergyár Zrt.** Az egyetem, a köznevelés, a szakmai civil szervezet és a gyógyszeripar együttműködése lehetővé tette, hogy a fejlesztések egyszerre épüljenek tudományos eredményekre, pedagógiai tapasztalatokra és a munkaerőpiac elvárásaira.

A képzések tartalmának kialakítása, tanárok és egyéb partnerek bevonásával

A képzési tartalmak kialakítását egy projekt szinten kidolgozott igényfelmérési folyamat is támogatta. Ennek részeként a partnerországok STEM-tanárai körében kérdőíves felmérés készült arról, hogy a projekt által kijelölt tématerületeken milyen ismeretek és kompetenciák elsajátítását tartják fontosnak saját szakmai fejlődésük szempontjából, illetve mely aktuális tudományos és szakmai kérdések tárgyalását tartanák hasznosnak ahhoz, hogy azokat később saját tanítványaik számára is közvetíteni tudják.

A hazai fejlesztőcsoport az **„Egészség és orvostudomány”** elnevezésű módszertani blokk kidolgozását végezte el. Az igények feltérképezését egy budapesti, 2024. július 2-án megrendezett **hibrid szeminárium** is kiegészítette. A rendezvény lehetőséget teremtett arra, hogy a **közoktatásban dolgozó pedagógusok** mellett a **Magyar Tudományos Akadémia képviselői és az ipar szakemberei** is megosszák szempontjaikat és elvárásaikat a készülő képzési tartalmakkal kapcsolatban. Így a

fejlesztés során nemcsak a pedagógusok oktatási igényei, hanem a tudományos és munkaerőpiaci szempontok is megjelenhettek. [2]

A képzési modulok felépítése

Az acaSTEMy projektben kidolgozott hat tanulási modul két, egymást kiegészítő dimenzió köré szerveződik. [3] Az első dimenzió a mindennapi életből vett, kézzelfogható (és a STEM-területek által leírható) problémákra épül, amelyeken keresztül a diákok közelebb kerülhetnek a modern kor társadalmi kihívásaihoz, míg a második dimenzió a korszerű pedagógiai és módszertani megközelítésekre helyezi a hangsúlyt. A modulok együttesen támogatják a pedagógusok tantárgyi, módszertani és digitális kompetenciáinak fejlesztését.

I. dimenzió – Kontextusalapú STEM-oktatás és fenntarthatóság

- 1. modul: Egészség és orvostudomány (*Health and Medicine*)
- 2. modul: Az energia szerepe a fenntarthatóságban (*The Role of Energy in Sustainability*)
- 3. modul: Zöld kompetenciák fejlesztése (*Green Competencies*)

E modulok célja, hogy a természettudományos ismereteket a mindennapi élethez és a társadalmi kihívásokhoz kapcsolják. A résztvevők olyan témákkal foglalkoznak, mint az egészségmegőrzés, a fenntartható fejlődés, az energia, a körforgásos gazdaság vagy a környezettudatos gondolkodás, miközben korszerű, tanulóközpontú tanítási módszereket ismernek meg. [3]

II. dimenzió – Pedagógiai és módszertani innovációk a STEM-oktatásban

- 4. modul: Sokszínűség és inklúzió a STEM-oktatásban (*Diversity in STEM Education*)
- 5. modul: Nevelépszichológia a STEM-oktatásban (*Educational Psychology within STEM Fields Education*)
- 6. modul: Rendszerszintű gondolkodás és fogalomtérképezés digitális technológiák alkalmazásával (*Systems Thinking and Concept Mapping Analysis*)

A második dimenzió a hatékony STEM-oktatáshoz szükséges pedagógiai kompetenciák fejlesztésére fókuszál. A modulok a befogadó oktatás, a nevelépszichológia, a digitális technológiák, valamint a rendszerszintű

gondolkodás és a fogalomtérképezés alkalmazásán keresztül nyújtanak gyakorlati támogatást a pedagógusok számára. [3]

Az egyes modulok tartalmának és tanulási eredményeinek rövid bemutatása

1. modul – Egészség és orvostudomány

A modul az egészség és a modern orvostudomány témáit dolgozza fel a STEM-oktatás szemszögéből. A résztvevők megismerkednek többek között a hosszú, egészséges élethez (az ún. „*longevity*”-hez) szükséges életmód biokémiai alapjaival, az immunrendszer működésével, a génterápiával, a biotechnológiai eljárásokkal, az orvosi diagnosztikában alkalmazott, a radioaktív és egyéb sugárzásokon alapuló módszerekkel, valamint a mesterséges intelligencia egészségügyi alkalmazásának lehetőségeivel és kockázataival. A képzés végére a résztvevők képesek lesznek ezeket a témákat tudományosan megalapozott, ugyanakkor élményszerű, kutatásalapú tanulási tevékenységeken keresztül beépíteni saját tanítási gyakorlatukba.

Ezt a modult az ELTE TTK Kémia Intézetének oktatói és hallgatói dolgozták ki.

A modul témái:

1. Szerzett vagy öröklött változások az emberi testet alkotó molekulák szerkezetében, amelyek egészségügyi problémákat okozhatnak
2. Energiaátalakulás/átalakítás az emberi testben
3. Az emberi immunrendszer működése és rendellenességei
4. Radioizotópok alkalmazása az orvosi diagnosztikában és terápiában
5. Egészségtudatos viselkedés a biokémiai folyamatok zavarainak enyhítése érdekében
6. Az egészséges életmód fontossága
7. Az öregedés mint az annak során bekövetkező változások és normális biokémiai folyamatok összessége
8. Az emberi szervezet biokémiai folyamatainak (öröklött és szerzett) rendellenességei
9. Gyógyszertervezés és gyógyszergyártás, valamint a minőségellenőrzés szerepe ezekben

10. A biotechnológia alkalmazása gyógyszerek és vakcinák előállításakor
11. Géntechnológia – Génterápia és genetikailag módosított szervezetek
12. Mesterséges intelligencia az egészségügyben

A fejlesztésben részt vevők:

Bánóczi Zoltán, egyetemi docens (1., 2. és 8. téma)

Homonnay Zoltán, egyetemi tanár (4. téma)

Kiss Edina, mesteroktató (9. és 12. téma)

Kiss Levente, biológia-kémia tanárszakos hallgató (7. és 11. téma)

Koczka Szófia, biológia-kémia tanárszakos hallgató (9. és 12. téma)

Molnár István, vezető mestertanár (3. és 10. téma)

Szalay Luca, egyetemi docens (7. és 11. téma)

Vasanits Anikó, egyetemi adjunktus (5. és 6. téma)

2. modul – Az energia szerepe a fenntarthatóságban

A modul a fenntartható fejlődés és az energia kapcsolatát vizsgálja, különös tekintettel a mezőgazdaságra, a körforgásos gazdaságra és a fenntartható élelmiszerrendszerekre. A résztvevők rendszerszintű szemléletet sajátítanak el, miközben megismerik az energiahatékonyság, a megújuló energiaforrások és a fenntarthatóságra nevelés korszerű pedagógiai megközelítéseit. A képzés végére képesek lesznek a fenntarthatóság témáit interdiszciplináris, problémaközpontú módon beépíteni a STEM-oktatásba.

3. modul – Zöld kompetenciák fejlesztése

A modul a fenntarthatóságot valós élethelyzeteken keresztül közelíti meg, például a fenntartható mezőgazdaság és az élelmiszer-termelés kérdésein keresztül. Kiemelt szerepet kap a rendszerszintű gondolkodás, a bizonyítékokra épülő érvelés, a digitális információforrások kritikus használata és a tantárgyközi szemlélet. A résztvevők a képzés végére olyan tanulási helyzeteket tudnak tervezni, amelyek egyszerre fejlesztik a tanulók természettudományos ismereteit és fenntarthatósági kompetenciáit.

4. modul – Sokszínűség és inklúzió a STEM-oktatásban

A modul a befogadó STEM-oktatás megvalósításához nyújt korszerű elméleti és gyakorlati eszközöket. Bemutatja az inkluzív pedagógia nemzetközi megközelítéseit, a tanulói sokféleség kezelésének módszereit, valamint a differenciált tananyag- és tanóratervezés lehetőségeit. A résztvevők a képzés végére képesek lesznek inkluzív szemléletű STEM-foglalkozások megtervezésére, a tanulói igények felismerésére és a tanulást támogató tananyagok fejlesztésére.

5. modul – Nevelépszichológia a STEM-oktatásban

Ez a modul a nevelépszichológia eredményeire építve támogatja a pedagógusok szakmai kompetenciáinak fejlődését. Középpontjában a proaktivitás, a hatékony időgazdálkodás, az együttműködés, a motiváció és az önhatékonyság áll. A képzés végére a résztvevők tudatosabban tudják támogatni tanulóik motivációját, saját szakmai fejlődésüket, valamint olyan tanulási környezetet alakíthatnak ki, amely elősegíti a tanulók aktív részvételét és pályaaorientációját.

6. modul – Rendszerszintű gondolkodás és fogalomtérképezés digitális technológiák alkalmazásával

A modul a rendszerszintű gondolkodás fejlesztésére és a fogalomtérképek pedagógiai alkalmazására épül, kiemelt figyelmet fordítva a mesterséges intelligencia által támogatott digitális eszközökre. A résztvevők megtanulják, hogyan használhatók a fogalomtérképek összetett természettudományos jelenségek megértésének és tanításának támogatására, valamint miként építhetők be az AI-alapú eszközök a tanulási folyamatba. A képzés végére képesek lesznek digitális technológiákkal támogatott, rendszerszintű gondolkodást fejlesztő tanórák megtervezésére és megvalósítására. [3]

A modulok kipróbálása

A modulok kipróbálása során a magyar fél a saját fejlesztésű „Egészség és orvostudomány”, valamint a portugál partnerek által készített „Zöld kompetenciák fejlesztése” című modult vállalta. A módszertani anyagok hatékonyságát és hazai adaptálhatóságát több mint 25 gyakorló tanár, valamint STEM-területi természettudományos tanárszakos hallgató közreműködésével teszteltük.

Az „Egészség és orvostudomány” című modul kipróbálása

Az „Egészség és orvostudomány” modul jelenléti kipróbálására 2025. november 15-én és december 6-án került sor.

Az első alkalommal a résztvevők röviden megismerkedtek a modul témaköreivel és a tananyagot tartalmazó online Canvas felülettel. Ezt követően csoportokba rendeződtek, és a nap folyamán összesen nyolc, a modul különböző témaköreihez kapcsolódó tanulói feladatlapot próbáltak ki. Ezek a feladatlapok egyben mintaként is szolgáltak a résztvevők számára, bemutatva, hogyan lehet az egyes témákhoz érdekes, tanulói aktivitásra épülő feladatokat készíteni. A kipróbálást minden esetben közös megbeszélés és a feladatlapok pedagógiai szempontú értékelése követte.

Az első alkalom után a résztvevőknek két hét állt rendelkezésükre, hogy önálló, saját tempójú („*self-paced*”) online tanulás keretében feldolgozzák a modul tizenkét leckéjét, és ezekre építve maguk is elkészítsenek egy, a saját iskolai gyakorlatukban alkalmazhatónak tartott tanulói feladatlapot. A második jelenléti alkalmon ezeket a résztvevők által készített feladatlapokat is kipróbálták: a feladatlap készítője a tanár, a többiek pedig a tanulók szerepébe helyezkedtek. Ezt követően közösen értékeltük a feladatok alkalmazhatóságát, és megfogalmaztuk a szükséges módosításokat, továbbfejlesztési lehetőségeket.

A cikk végén, az 1. mellékletben a modul egyik tanulói feladatlapjából egy mintafeladatot és annak tanári változatát osztjuk meg. Ez a feladat inkább egy biológiaórán adható fel a tanulóknak, de más tanár is alkalmazhatja pl. osztályfőnöki órán, vagy más egészségneveléssel foglalkozó alkalmon.

A „Zöld kompetenciák fejlesztése” című modul kipróbálása

A **„Zöld kompetenciák fejlesztése”** modul kipróbálására 2025 novemberében, két szombati alkalom keretében került sor. Az első alkalom középpontjában a modul alapjául szolgáló probléma, az **olívaolaj-termelés és a fenntarthatóság kapcsolata** állt. A résztvevők megismerték a **hagyományos és az intenzív mezőgazdaság jellemzőit**, szakirodalmak és videók alapján vizsgálták azok előnyeit és hátrányait, majd csoportmunkában diagramokat készítettek és vitatták meg az eredményeket. A képzés során egy **bioműanyag-előállítási kísérletet** is

megtekintettek és elvégeztek, valamint további, környezetvédelmi témájú kutatásalapú feladatokat próbáltak ki.

A résztvevők az első alkalom után önállóan dolgoztak tovább: a megadott szakirodalmak feldolgozása mellett **fogalomtérképet készítettek, érveket és ellenérveket gyűjtöttek a termelés és a fenntarthatóság konfliktusához**, valamint saját foglalkozástervet dolgoztak ki. A második alkalmon ezeket a munkákat mutatták be és közösen értékelték. Szerepjáték keretében vitát folytattak a termelés és fenntarthatóság közötti ellentétéről, megvizsgálták az előző alkalommal készített biopolimert, majd **egymás foglalkozásterveinek tanulói feladatait és kísérleteit is kipróbálták**. A program végén a tapasztalatok alapján véglegesítették a foglalkozásterveket, majd végül értékelték a modult.

Különösen fontos kiemelni a pilot egyik erősségét: a résztvevők nem csupán megismerték a modul módszereit és tananyagelemeit, hanem tanulóként is kipróbálták azokat, majd saját pedagógiai gyakorlatukra alkalmazták. Így **a kipróbálás egyben a modul gyakorlati alkalmazhatóságának tesztelését is jelentette**. Ez a megközelítés összhangban van a STEM-pedagógusok szakmai fejlődésével kapcsolatos kutatások eredményeivel, amelyek az aktív részvételt, a gyakorlati alkalmazást, a reflektív tanulást és az együttműködést a hatékony szakmai fejlődés fontos elemeiként azonosítják [4].

A modulok képzésként való bevezetése

A modulok tanártovábbképzésben való alkalmazása a kipróbálás során megismert struktúrához hasonlóan képzelhető el. A modulonként **összesen 32 órás** (32×45 perc) képzési idő három részre osztható: a képzés elején és végén egy-egy 8 órás jelenléti alkalmat egy **16 órás, online, aszinkron, saját tempóban végezhető tanulási szakasz** kapcsolná össze. Ez a felépítés lehetőséget biztosítana az önálló, elmélyült tanulásra, miközben a jelenléti alkalmakon a résztvevők páros vagy csoportos feladatokban alkalmazhatnák és oszthatnák meg a megszerzett ismereteiket. [3]

A megoldás összhangban áll az online és blended tanártovábbképzések tervezésével kapcsolatos kutatásokkal, amelyek szerint az ilyen képzések eredményessége nem pusztán az online forma alkalmazásán, hanem a képzési folyamat tudatos megtervezésén és a pedagógusok szakmai szükségleteihez való illeszkedésén múlik [5].

A modulok teljes terjedelmükben időigényük miatt nem illeszthetők be a hagyományos tanárképzés keretei közé, ugyanakkor **egyes feladataik önállóan is jól hasznosíthatók**. Emellett a már kipróbált modulok során létrehozott produktumok – például a tanulói feladatlapok – **a tanárjelöltek számára is értékes mintaként szolgálhatnak**. Ezek saját feladatokat készítésének kiindulópontjai lehetnek, és hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a hallgatók már képzésük során megismerjék és alkalmazzák a korszerű, gyakorlatközpontú STEM-pedagógiai megoldásokat.

A mikrotanúsítványos képzések bevezetése

Az elmúlt években egyre nagyobb figyelem irányul a **mikrotanúsítványokra**, amelyek a rövidebb, célzott és rugalmas tanulási formák iránti növekvő igényre adhatnak választ. Magyarországon a mikrotanúsítvány jogi fogalma a **2011. évi CCIV. nemzeti felsőoktatási törvényben (Nftv.)** is megjelent: a törvény 108. § 28a. pontja szerint a mikrotanúsítvány olyan, tárgyleírást és kreditértéket is tartalmazó igazolás, amely egy felsőoktatási intézmény kurzusának, moduljának, részismereti vagy mikroképzésének elvégzése során megszerzett tanulási eredményt igazoló közokirat. A szabályozás 2023. szeptember 1-jétől hatályos. [6]

A mikrotanúsítványos képzés lényege, hogy **egy jól körülhatárolható tudás- vagy kompetenciaterület elsajátítását rövid, célzott képzési folyamat keretében teszi lehetővé, és az elért tanulási eredményt hivatalosan igazolja**. A forma egyik legfontosabb előnye a rugalmasság: a képzések jól illeszthetők az aktív pedagógusok időbeosztásához, és lehetőséget adnak arra, hogy a szakemberek egy-egy aktuális, számukra fontos területen fejlesszék kompetenciáikat anélkül, hogy hosszabb képzésbe kellene bekapcsolódniuk. [7] [8]

Az ELTE az új képzési forma hazai alkalmazásában jelentős szerepet vállal. Az egyetem több karán már korábban is megjelentek mikrotanúsítványos képzések, az acaSTEMy Erasmus+ projekt pedig újabb lehetőséget teremtett arra, hogy ez a rugalmas képzési forma a **STEM-pedagógusok szakmai fejlődését** is szolgálja. A projekt keretében nemzetközi együttműködésben kidolgozott, STEM-tanárok számára készült mikrotanúsítványos képzéseket az ELTE TTK Kémiai Intézetének szervezésében próbáltuk ki. A pilot során négy, különböző fókuszú képzési útvonal gyakorlati alkalmazhatóságát vizsgáltuk.

Az acaSTEMy mikrotanúsítványos képzései

Az acaSTEMy projekt keretében kidolgozott mikrotanúsítványos képzések **moduláris felépítésűek**. [9] A négy képzés közös alapját öt tanulási egység alkotja:

1. digitalizáció
2. transzverzális készségek
3. sokszínűség és befogadás
4. zöld megállapodás
5. egészség és gyógyszergyártás.

Ezekhez minden képzésben egy **hatodik, kiemelt tanulási egység** kapcsolódik, amely a fent megnevezettek közül az egyik, az adott képzés fókuszterületének számító tanulási egységet segít mélyebben feldolgozni. Így a képzések közös szemléletet és alapvető kompetenciákat biztosítanak, miközben lehetőséget adnak egy-egy, a pedagógus számára különösen fontos terület jobb megismerésére.

A négy mikrotanúsítványos képzés ennek megfelelően:

1. Digitális és fenntartható STEM-oktatás – fókuszban a digitalizáció

A képzés alapját a fenti öt közös terület adja, amelyhez **a digitalizáció 2. tanulási egysége** kapcsolódik. A résztvevők így a digitális technológiák STEM-oktatásban való alkalmazását mélyebben sajátíthatják el, miközben megismerkednek a fenntarthatóság, az egészség, a transzverzális készségek, valamint a sokszínűség és befogadás pedagógiai kérdéseivel is.

2. A diákok transzverzális készségeinek támogatása a STEM-oktatásban – fókuszban a transzverzális készségek

Ebben a képzésben a közös öt tanulási egység mellett **a transzverzális készségek 2. tanulási egysége** biztosítja a kiemelt fókuszot. A képzés így különösen a tanulók olyan, tantárgyakon átívelő kompetenciáinak fejlesztésére készíti fel a pedagógusokat, amelyek a STEM-tanulásban és a későbbi szakmai életben egyaránt fontosak.

3. Inkluzív STEM-oktatás – fókuszban a sokszínűség és befogadás

A harmadik képzés esetében **a sokszínűség és befogadás 2. tanulási egysége** segíti a kiemelt területet. A résztvevők a közös alap mellett mélyebben foglalkoznak azzal, hogyan lehet a STEM-oktatást a tanulók

sokféleségét figyelembe véve, befogadó módon megtervezni és megvalósítani.

4. STEM a fenntartható jövőért – fókuszban a zöld megállapodás vagy az egészség és gyógyszergyártás

A negyedik képzés a **fenntartható jövő kihívásaira** helyezi a hangsúlyt. A közös öt tanulási egység mellett a résztvevő a **zöld megállapodás vagy az egészség és gyógyszergyártás 2. tanulási egységét** választhatja kiemelt területként. Ez lehetővé teszi, hogy a képzés a fenntarthatóság vagy az egészség témaköreit a pedagógus érdeklődésének megfelelően, mélyebb szinten kapcsolja össze a korszerű STEM-oktatással.

A mikrotanúsítványos képzések kipróbálása

A mikrotanúsítványos képzések kipróbálása 2026. április-augusztus időszakában történt. A modulokkal ellentétben ezek a képzések a fenntarthatóság jegyében teljes mértékben aszinkron, online módon zajlanak. Az online és blended tanártovábbképzésekről szóló kutatások szerint az aszinkron tanulási szakaszok különösen akkor lehetnek eredményesek, ha azokat aktív, reflektív és a gyakorlathoz kapcsolódó tanulási tevékenységek egészítik ki [5, 10].

Ez azt jelenti, hogy szükség van hozzá a digitális infrastruktúrára és annak megfelelő ismeretére ahhoz, hogy a képzést tartalmazó platformon otthonosan mozogjon a résztvevő, vagy képes legyen azt hatékonyan elsajátítani és kezelni. Többek között ennek a **digitális kompetenciának a fejlesztése** is cél mindegyik mikrotanúsítványos képzés során, de ilyen módon ez különösen motiváló és hatékony, mert azonnal a gyakorlatba kell átültetni a megtanult ismereteket.

A tapasztalatok feldolgozása még folyamatban van, de már most lehet azt tudni, hogy a képzések tartalmát folyamatosan aktualizálni kell. Különösen vonatkozik ez a digitális technológia területére, ahol a fejlődés sokkal gyorsabb, mint a többi területen. Emellett jó **időmenedzsmentre** is szükségük van a résztvevőknek ahhoz, hogy munka mellett egy szemeszter alatt be tudják fejezni a képzést.

Minden egyes tanulási egység 1 ECTS (*European Credit Transfer and Accumulation System*), azaz 1 kreditpont értékű, tehát egy mikrotanúsítvány összesen 6 ECTS-kreditet ad. Ez a nemzetközi egyetemi gyakorlatnak megfelelően **6 x 26 = 156 tanulási órának megfelelő munkaterhelést foglal magában**, amiben már a végső értékelést lehetővé tevő

produktum elkészítése is benne van. [9] Hangsúlyozni kell azonban azt, hogy ez egy becsült érték, mert a tanulás tempóját erősen befolyásolja a résztvevők érdeklődési köre és előzetes tudása.

Értékelési rendszer

Az értékelési rendszer **formatív és szummatív elemeket** is tartalmaz. Tananyagegységenként és témától függően más-más módszerek jelennek meg. Az önálló tanulási szakaszok eredményességét és a megszerzett elméleti tudás elmélyítését azonnali, automatikus visszajelzést adó online tesztek támogatják. Sok esetben azonban az **elsajátított ismeretek gyakorlati alkalmazása** jelenti a számonkérést, amelynek eredménye közvetve jelenik csak meg a végső értékeléskor. Több esetben az online platformon **fórumban** kell véleményt írni, gondolatokat megosztani és hozzászólni a többi résztvevő által írtakhoz.

A kurzus zárásaként a résztvevők egy-egy kreatív, innovatív óratervet készítenek, amelyben a tanult módszereket szabják saját osztályaikra. Az óravázlathoz kapcsolódniuk kell a tanóra megvalósításához szükséges **oktatási segédanyagoknak**, tehát például a képzés digitális tananyagában található, interaktív foglalkozásokhoz mintául szolgáló tanulói feladatlapokhoz és az azokhoz tartozó tanári útmutatókhoz hasonló dokumentumoknak is.

A beadandó munkának azt is igazolnia kell, hogy a hallgató elsajátította és képes alkalmazni a képzés során fejlesztett kompetenciákat. Ezeknek az óravázlatban a mikrotanúsítványban meghatározott tartalmi szinten, egymással összekapcsolva, komplex módon és a közoktatásban is releváns formában kell megjelenniük:

1. Digitális eszközök alkalmazása
2. Transzverzális készségek fejlesztése
3. Inkluzív szemlélet
4. Fenntarthatóságra nevelés
5. Egészségnevelés

Kiemelt szempont továbbá, hogy az óravázlat megfelelő módon támogassa a **tanulók digitális írástudásának fejlesztését**.

A hallgatók az elkészült óravázlatokat első lépésben feltöltik az online platformra, ahol egymás munkáját **anonim módon, előre meghatározott szempontok alapján** értékelik. Minden résztvevőnek legalább egy

hallgatótársa által benyújtott óravázlatot kell véleményeznie. A kapott visszajelzések alapján a hallgató átdolgozza és véglegesíti saját munkáját, majd azt az online platformon keresztül benyújtja a kurzus oktatójának szummatív értékelésre.

Az oktató a végleges óravázlatot a kurzus elején megismert értékelési szempontokra épülő **kritériumrendszer alapján** értékeli. A kurzus sikeres teljesítéséhez az elérhető pontszám legalább **65%-ának megszerzése** szükséges.

Amennyiben a benyújtott óravázlat nem éri el az elvárt színvonalat, az oktató a munkát a fejlesztéshez szükséges visszajelzésekkel és javítási javaslatokkal együtt visszaküldi a hallgatónak. A hallgató ezt követően **egy alkalommal lehetőséget kap a javított óravázlat újbóli benyújtására.** [9]

Jövőbeni tervek

A mikrotanúsítványos képzéseket a tervek szerint **ősztől minden félévben meghirdetjük** az ELTE Neptun rendszerében, és **levelezős hallgatói jogviszony** társul majd hozzá. A kurzusok elvégzése azonban **nem ingyenes**. Reményeink szerint sikerül **akkreditáltatni** azokat az új tanártovábbképzési rendszerben, és ezután talán anyagi támogatást is kaphatnak a kollégák az elvégzésükhöz. A sikeres teljesítést követően az egyetem kiállítja a mikrotanúsítványt. Később valószínűleg elektronikus jelvény is társul a dokumentumhoz.

A jelentkezéseket bármely képzésre egyelőre az edina.kiss@ttk.elte.hu címre várjuk.

Irodalom:

[1] **acaSTEMy – Teacher Academy 2023–2026.** Trans-national STEM teacher education focusing on transversal competence and sustainability education. <https://www.acastemy.eu/>

[2] <https://www.acastemy.eu/#hybrid-seminars>

[3] **acaSTEMy (2026). D4.2 – Six Teaching-Learning Modules. Syllabus and materials for six teaching-learning modules.**

chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefind-mkaj/<https://www.acastemy.eu/assets/outputs/d4-2-six-teaching-learning-modules.pdf>

- [4] Huang, B., Jong, M. S.-Y., Tu, Y.-F., Hwang, G.-J., Chai, C. S. & Jiang, M. Y.-C. (2022). Trends and exemplary practices of STEM teacher professional development programs in K-12 contexts: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education*, 189, 104577. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104577>
- [5] Philipsen, B., Tondeur, J., Pareja Roblin, N., Vanslambrouck, S. & Zhu, C. (2019). Improving teacher professional development for online and blended learning: A systematic meta-aggregative review. *Educational Technology Research and Development*, 67, 1145–1174. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09645-8>
- [6] 2011. évi CCIV. törvény a nemzeti felsőoktatásról, 108. § 28a. [Nemzeti Jogszabálytár](#)
- [7] Council of the European Union (2022): Council Recommendation of 16 June 2022 on a European approach to micro-credentials for lifelong learning and employability. *Official Journal of the European Union*, C 243, 10–25. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32022H0627\(02\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32022H0627(02))
- [8] Varadarajan, S., Koh, J. H. L. & Daniel, B. K. (2023). A systematic review of the opportunities and challenges of micro-credentials for multiple stakeholders: learners, employers, higher education institutions and government. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20, 13. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00381-x>
- [9] acaSTEMy (2026): *D4.1 – Design of four micro-credential programmes*. Erasmus+ Teacher Academy project.
- [10] Stavermann, K. (2025). Research in Online Teacher Professional Development: A Systematic Mapping Review. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 20(1), 47–67. <https://doi.org/10.3991/ijet.v20i01.53643>

1. melléklet: Mintafeladat az „Egészség és orvostudomány” című modul egyik tanuló feladatlapjából és annak tanári változata

ESETTANULMÁNY

A *Streptococcus pneumoniae* baktérium tüdőgyulladást, agyhártyagyulladást és vérmérgezést okozhat. Míg a PCV13/PCV20 típusú oltások megelőzik a fertőzést, az antibiotikumok, mint például az amoxicillin, a kialakult betegséget kezelik. De vajon melyik megközelítés a hatékonyabb? Ma két csapatban fogtok vitatkozni: az egyik az oltások fontossága, a másik az antibiotikumok szerepe mellett érvel. Miért szükséges mindkettő?

Miért szükséges mindkettő? Gondoljatok arra, hogy:

- Hogyan hat mindegyik stratégia a közegészségügyre?
- Mikor vallhat kudarcot az egyik?
- Melyik mentett meg több életet különböző helyzetekben?

Az egyik csoport érveljen az antibiotikumok szükségessége mellett. A másik csoport érveljen a védőoltások fontossága mellett.

ESETTANULMÁNY (tanári változat)

1. Bevezetés (1 perc)

A tanár elmondja: A *Streptococcus pneumoniae* baktérium tüdőgyulladást, agyhártyagyulladást és vérmérgezést okozhat. Míg a PCV13/PCV20 típusú oltások megelőzik a fertőzést, az antibiotikumok, mint például az amoxicillin, a kialakult betegséget kezelik. De vajon melyik megközelítés a hatékonyabb? Ma két csapatban fogtok vitatkozni: az egyik az oltások fontossága, a másik az antibiotikumok szerepe mellett érvel.

Miért szükséges mindkettő? Gondoljatok arra, hogy:

- Hogyan hat mindegyik stratégia a közegészségügyre?
- Mikor vallhat kudarcot az egyik?
- Melyik mentett meg több életet különböző helyzetekben?

2. Vita (5 perc)

Az osztályt ossza két csoportra.

Az egyik csoport érveljen az antibiotikumok szükségessége mellett. A másik csoport érveljen a védőoltások fontossága mellett. Kérdések:

Antibiotikumok

Védőoltások

Hogyan hat mindegyik stratégia a közegészségügyre?

- Meglévő fertőzések kezelése - Csökkenti a szövődményeket, halálozást - Kritikus járványhelyzetekben - Korlát: túlhasználat → antibiotikum-rezisztencia

- Fertőzések megelőzése nyájimmunitás által - Csökkenti a betegség terjedését - Csökkenti az antibiotikumhasználatot (lassítja a rezisztencia kialakulását)

Mikor vallhat kudarcot?

- Antibiotikum-rezisztens törzs esetén (pl. penicillin-rezisztens pneumococcus) - Ha a kezelés késve kezdődik - Immunszupprimált betegekben

- Immunszupprimált személyeknél - Ha a fertőzés már aktív

Melyik mentett meg több életet különböző helyzetekben?

Járvány kitörésekor hatékonyabb

A megelőzésben hatékony

Miért szükséges mindkettő?

Nélkülözhetetlen:

- Aktív fertőzések kezelése
- Sürgősségi ellátás
- Oltás áttörésével járó esetek

Nélkülözhetetlen:

- Terjedés megakadályozása
- Nyájimmunitás kialakítása
- Antibiotikum-rezisztencia csökkentése

Visszamérés és mellékreakciók

Rovatismertető

A kémiatanítás egyik ősi tehetséggondozó, differenciáló eszköze a versenyeztetés. A hazai kémioktatás azonban az elmúlt évek, évtizedek során egyre nehezebb helyzetbe került. Az óraszámok, valamint a kémiatanárok számának változása hasonlóan borús tendenciát mutat. Ez a két változás azt is magával hozza, hogy egyre kevesebb tanárnak jut ideje a diákjait ilyen versenyeken elindítani, illetve azokra felkészíteni. Ez volt az egyik fő oka annak, hogy ezt a rovatot elindítjuk. E rovat célja tehát elsődlegesen az, hogy segítséget, támaszt nyújtson azoknak a kémiatanároknak, akik a versenyfelkészítés sokszor eléggé idő- és munkaigényes fájába vágják a fejszéjüket.

A rovatban igyekszünk majd olyan beszámolókat, módszertani javaslatokat, kiegészítéseket, illetve továbbgondolásokat is közölni, melyek a pályakezdő, illetve a tehetséggondozás ezen műfajában járatlan kollégák számára hasznosak lehetnek. Természetesen egy-egy alternatív megközelítés valószínűleg a rutinosabb tanárok számára is hasznos eszközzé válhat majd a tanítási praxisukban.

Terveink szerint az Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny feladataival, illetve az azokra beadott munkákban megjelent helyes és helytelen ötletek, gondolatok elemzésével fogunk foglalkozni. Ennek egyik oka az, hogy ez az a verseny, melyen sok tanár indítja diákjait, továbbá a megyei szintű kvalifikáció miatt az ország változatos helyeiről érkeznek résztvevők erre a rendezvényre. A verseny másik előnye, hogy több évre (évtizedre) visszamenően rendelkezésre állnak mind statisztikai adatok, mind pedig elméleti, illetve gyakorlati feladatsorok, így könnyen tudunk javaslatokkal, illetve összehasonlítással szolgálni a felmerülő kérdések esetén. A választásunkat az is megerősítette, hogy jelen folyóiratban már több évtizedes hagyománya van annak, hogy a szóban forgó verseny feladatai megjelennek a tanévzáró számban, így talán nem is lesz olyan újszerű élmény az olvasóknak, hogy többet is megtudnak majd a hazánkban a legtöbb diákot megmozgató kémiaversenyről, illetve annak feladatairól.

A későbbiek során elképzelhető, hogy az Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny esetén is hasonló tartalmú cikkek írásába fogunk kezdeni, továbbá nem zárkozunk el azoktól a lelkes és elhivatott íróktól sem, akik egyéb tanulmányi versenyekkel, vagy épp az Irinyi verseny megyei fordulóival kapcsolatban közölnek majd hasonló tartalmú összefoglalókat, elemzéseket, vagy épp beszámolókat.

Az általunk közölt írások célközönsége tehát elsődlegesen a hazai, illetve a határon túli középiskolai kémia tanárokból áll, azonban egy-egy ötletnél, trükkös megoldásnál igyekszünk majd olyan példákra is utalni, melyek akár az általános iskolai feladatok megoldása során is hasznosíthatók lesznek.

Mivel mind a feladatsorok, mind pedig azok megoldásai elérhetők a verseny hivatalos honlapján, illetve jelen folyóirat nyár eleji (3.) számaiban, így azokat itt nem tervezzük ismételtelen közölni. Az azokra történő hivatkozások esetén azonban igyekszünk majd a lehető legeggyértelműbben fogalmazni a könnyebb olvashatóság miatt.

Az elemzéseink során a feladatok megoldásával, megoldhatóságával, illetve megoldottságával fogunk foglalkozni, melyekben igyekszünk majd összegyűjteni minél több megoldási utat, illetve olyan hibás megoldásokat, melyek tanulságként szolgálhatnak, mind a diákok, mind pedig a tanárok számára. Igyekszünk majd felkutatni azt is, hogy a kitűzött feladatok esetén mi okozhatott nehézséget, illetve melyek voltak azok a tényezők, amelyek különbséget tettek a jó és a még jobb diákok között.

A feladatok megoldása elsődleges fontosságú a tanulók sikeres fejlődése, felkészülése okán, ilyen módon az elmúlt évek feladatsorai nagy hasznot jelenthetnek a felkészítő tanároknak. Igyekszünk majd egy-egy variációt, továbbvezető kérdést is hozzáfűzni a feladatsorban szereplő problémákhoz, melyek reményeink szerint segíteni fogják a tanárok felkészítő munkáját, továbbá a tanárok, illetve diákok problémamegoldó, illetve problémaalkotó képességét. Ezek azért is fontosak, mert a jövőben is nagy szükség lesz olyan kémia tanárookra, akik ötleteikkel, illetve feladatjavaslataikkal gazdagítani fogják a hazai kémiaversenyek feladatsorait.

A számítási feladatok sokszor okoznak gondot a diákoknak. Ennek egyik oka, hogy itt összeér a matematika, a kémia és nem ritkán a (szak)szövegek, képletek, ábrák értelmezése. Ezek, valamint a sokszor nehéz gondolati lépések együttesen már komoly akadályt jelenthetnek még az

Irinyi verseny döntőjére bejutó diákoknak is. Ennek megfelelően igyekszünk majd az alternatív megoldási utak, valamint a tanulságos buktatók, illetve hibás megoldások mellett egy-egy jónak gondolt ábrát, illetve rajzot is csatolni az egyes megoldásokhoz, ugyanis ezek sokszor jelentősen megkönnyítik egy-egy feladat megoldásának megértését, a folyamat átlátását.

A rovatkezdéskor arra gondoltunk, hogy a két elméleti fordulóról külön-külön, a két őszi számban számolunk majd be. A gyakorlati fordulók tanulságairól pedig a téli számokban fogjuk észrevételeinket, illetve a felkészítést segítő ötleteinket közölni. Reméljük, hogy ezzel még biztosítunk elegendő lehetőséget a verseny fordulói előtt arra, hogy az adott évi versenyre történő készülésbe beépíthetők legyenek az általunk fontosnak gondolt információk, ötletek, javaslatok.

Ficsór István Dávid

A 2026-os Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny döntőjének kilencedikeseknek szóló írásbeli feladatsora

Bevezető

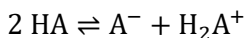
Az elmúlt évekhez hasonlóan az idei írásbeli forduló is elméleti, illetve számolási feladatokból állt, melyek egyaránt tartalmaztak nyílt, illetve zárt végű kérdéseket. Összesen 5 elméleti feladat, egy teszt, illetve 5 hagyományos formában megfogalmazott számolási feladat került kitűzésre. Ezek esetén a pontszámok 79, 27, illetve 74 formában oszlottak el. Ez azt mutatja, hogy a pontszám nagyobbik felét a számolási feladatokon lehetett megszerezni, ami az elméleti anyag korlátozott mivoltának fényében indokolt lehet, hiszen a verseny egyik célja az, hogy az egyes diákok között különbséget tegyen. A statisztikai adatok segítségével majd látni fogjuk, hogy ezek közül melyek voltak a könnyűek, illetve melyek tettek valóban különbséget az indulók között.

Elméleti feladatok

Az elméleti forduló első feladata egy nyílt végű, a sav-bázis reakciókkal kapcsolatos ismeretek felmérését szolgáló feladat volt. A feladat első felében egyenletek alapján kellett az ismeretlenek egy-egy jellemző tulajdonságát felismerni, majd ez alapján megfelelő példaanyagokat megadni. A feladat második fele egy klasszikus lyukasszöveg volt, mely sem tartalmában, sem pedig nehézségében nem tűnt nehéznek. Az első részben szereplő reakciók egy része már nyolcadik osztályban is megjelenhetett (pl. 1-3. egyenletek), vagy az alapján könnyen megérthető (4. egyenlet). Ezek mellett voltak olyanok is, melyek leginkább a kilencedikes tananyag részét képezik, illetve értelmezésük igényelheti a Brönsted-féle sav-bázis elméletet. Ilyen módon ez a feladat egy szép átmenetet képezhet a két, gyakran tanított sav-bázis elmélet között, hiszen könnyen szembesülhetünk azzal, hogy vannak olyan reakciók, melyek a kétféle elmélet szerint eltérő reakciótypusba kerülnének besorolásra. A feladat komoly nehézséget nem okozott, azonban a reakciók kissé szokatlan formában történő csoportosítása, illetve egy-két ritkábban látható (legalábbis a megadott formájában ritkán felírt) egyenlet (karbonácion, illetve a tetrahidroxokomplex hidrolízise) miatt kevés

diák szerzett maximális pontszámot. Ilyen módon a feladat összesített, továbbá a kérdések feladaton belüli nehezedeése is megfelelőnek mondható.

A feladat feldolgozása során a fent említett elméleti (kémiatörténeti) érdekességen túl érdemes lehet a szerves vegyületek köréből is egy-egy példát megemlíteni, ezzel is megmutatva a sav-bázis elméletek, illetve fogalmak általános jellegét. A feladat bővítésével kapcsolatban akár azt is meg lehet említeni, hogy nemcsak a víz képes autoprotolízisre, vagyis az utolsó egyensúlyi reakció általánosítható az alábbi formára:



Ennek már nem csak a víz lesz az egyedüli megoldása, hanem például az etanol, az ecetsav vagy az ammónia is. Érdemes megemlíteni, hogy (pl.) a hidrogén-karbonátion is képes autoprotolízisre, de az a töltése miatt ennek a kérdésnek nem lesz megoldása. Egy másik lehetséges variáció lehet például egy, az amfoter vegyületekkel kapcsolatos kérdés, melyet akár fordítva is fel lehet tenni, vagyis a diáknak adhatjuk feladatul azt, hogy alkosson általános egyenleteket, melyek azt mutatják, hogy a kérdéses (általános képlettel megadott) vegyület amfoter. Ugyan az ikerionos szerkezet a legtöbbször csak tizedik osztályban kerül elő, azonban érdekes lehet azt is megvizsgálni, hogy milyen formában lehetne a feladatban megadotthoz hasonlóan formalizálni egy olyan sav-bázis folyamatot, melyben egy adott kémiai részecskén belül megy végbe a protonátmenet (a jelölésben ügyelve akár arra is, hogy többféle funkciós csoport között is végbemehet protonátmenet).

A második elméleti feladat egy klasszikus probléma elé állította a diákokat, ugyanis megadott ionokból kellett képleteket képezni. Ugyan a feladatban szerepelt egy-egy ionvegyület-típus megnevezése, a rögzített ionpárok miatt azonban a feladat tartalmilag zártnak tekinthető, továbbá az országos döntő színvonalához képest könnyűnek. Ha nehezíteni szeretnénk ezen a feladatrészen, akkor egy közös ionhalmazt adjunk meg, és azt kérjük, hogy ezekből képezzenek olyan létező vegyületeket szimbolizáló képleteket, melyek teljesítik a megadott követelményeket. Egy további, kiegészítő kérdés lehet az, hogy van-e olyan ionvegyület, mely a felsorolt családok közül többnek is a tagja, illetve vannak-e olyan halmazok, melyek az ionvegyületek alaphalmazára nézve egymás komplementerei.

A feladat második fele elegáns módon kapcsolódott az elsőhöz, ugyanis bizonyos ionvegyületek előállítását leíró egyenleteket kellett felírni. Ugyan akkor lett volna igazán szép a feladat, ha a felírandó képletek közül kerültek volna ki a céltermékek (igaz ebben benne van az is, hogy a képletet így kétszer is kérdezzük). Ezzel együtt már megfelelő nehézségűnek bizonyult ez a feladat. Annyit még érdemes megemlíteni, hogy egy megfelelően megválasztott vegyület esetén azt is be lehet mutatni, hogy bizonyos ionvegyületek (pl. NaCl) mind sav-bázis, mind pedig redoxireakciókban, sőt csapadékképződési reakciókban is keletkezhetnek (a fenti vegyület például bárium-klorid- és nátrium-szulfát-oldatok reakciójában állítható elő). A feladat stílusa lehetőséget teremt arra is, hogy más ionokkal, illetve más ionvegyületekkel tűzzük ki. Azt is érdemes lehet megvizsgálni, hogy a többi vizsgált anyag előállítható-e más típusú reakciók segítségével.

A harmadik elméleti feladatot mind a megoldáshoz szükséges ismeretanyag, mind pedig a feladat nehézsége alapján kitűzhető lett volna korábbi fordulókban is. Ezt jól mutatja, hogy a feladatot sokan oldották meg hibátlanul. A feladat nehezíthető lett volna bonyolultabb feltételekkel (akár olyanokkal melyre nincs megfelelő részecske a felsoroltak között), kevésbé ismert fogalmakkal (például az izotóp, izobár, izoelektronos, izotón kifejezések használatával), illetve összetett ionok vizsgálatával. Egy másik lehetséges mód arra, hogy nehezebbé tegyük a feladatot az, hogy egymásra utaló feltételeket fogalmazunk meg. Ilyen lehet például az, hogy írjuk fel egy olyan részecske kémiai jelét, amelyben a protonok száma megegyezik az első részecskében lévő protonok számával, míg az elektronjainak a száma megegyezik a második részecskében lévő elektronok számával.

Érdemes megjegyezni, hogy mind a feladatok nehézségét, mind pedig a kémiai tartalmuk tankönyvekbeli megjelenési sorrendjét tekintve megszokottabb lett volna az első három feladatot fordított sorrendben kitűzni. A végleges sorrendet természetesen a tördelés is befolyásolja, így nem mindig lehetséges a fenti igényeket teljesíteni. Továbbá ez is egy lehetséges módja egy feladatsor nehezítésének.

A negyedik elméleti feladat egy klasszikus kérdéstípus volt, ugyanis a diákoknak az állítások igazságtartalmát kellett eldönteni. Az ilyen feladatok kifejezetten alkalmasak az alapos elméleti tudás ellenőrzésére, ugyanis egy kismértékű hiba is helytelen választ von(hat) maga után. Ez

természetesen a kérdéseket megfogalmazó személyek vállára tesz nagy terhet, hiszen a szövegezésben rejlő bizonytalanságok elkerülése egy alapvető cél. Az ilyen típusú feladatok azonban sokféle módon használhatók a kémia (és más tárgyak) tanítása során is. Egy-egy állítás esetén például érdemes lehet azt is számonkérni, hogy a hibás állítások esetén a diákok mutassanak rá a helytelen részre, illetve javítsák ki azt. Egy másik lehetőség az, hogy az állítások variálását, illetve az új állítások igazságtartalmának megállapítását bízjuk a diákokra. Egy további alternatíva lehet az, hogy egy-egy állítás esetén azt kérjük a diákoktól, hogy bizonyos állítások esetén azok tagadását fogalmazzák meg, továbbá vizsgálják meg azok igaz, illetve hamis voltát is.

A kitűzött feladatok esetén hasznos lehet a felsorolt változatokat kipróbálni. Érdemes azonban előtte figyelembe venni az alábbiakat.

A 10. kérdésben egy reakciókinetikai állítás szerepelt. Ez a kérdés abból a szempontból problémás, hogy vannak olyan reakciók, melyek kiindulási anyagai – azok termikus instabilitása miatt – nem léteznek gáz-halmazállapotban, így nem is képesek gáz-halmazállapotú anyagokkal reagálni ilyen feltételek mellett annak ellenére, hogy szilárd formában, megolvastva, vagy épp oldott állapotban képesek ezt megtenni. Ilyen értelemben problémás lehet a kérdéses állítás vizsgálata ilyen reakciók esetén. Egy másik kritikus probléma az állítással kapcsolatban az, hogy sok olyan reakció ismert (pl. hidrogénezési reakciók), melyben gáz-halmazállapotú anyagok reakcióját egy szilárd hordozón lévő anyag katalizálja, vagyis ezek esetén a reakció sebessége nagyobb valamilyen felületen, mint a reaktánsok között a gázfázisban.

A 11. állítás a gázfejlődéssel járó reakciók termokémiájával foglalkozott. A cink és a hidrogén-klorid vizes oldata között (exoterm), valamint a nátrium-hidrogén-karbonát és a hidrogén-klorid vizes oldatai között (endoterm) lejátszódó reakciók példáit megvizsgálva láthatjuk, hogy maga az állítás, valamint az endoterm szó exotermre történő cserélésével kapott állítás is hamis.

Az utolsó elméleti feladat az egyensúlyok témáját járta körbe. A megjelenő átalakulások többsége ismertnek mondható, így az első akadály, a rendezett egyenletek felírása nem nagyon okozhatott problémát. Ezt követte egy megszokott kérdéstípus (hogyan változik az egyensúly), azonban ritkábban előforduló tartalommal. A kérdezett paraméterek szokatlansága, illetve az ammónia, valamint a hidrogén-jodid vízben való

oldódásának figyelembevétele azt eredményezte, hogy még az ország legjobbjai közül is csak hárman tudták hibátlanul teljesíteni a feladatot. Ez a táblázat egy jó áttekintést, összefoglalást adhat a különböző paraméterek egyensúlyt befolyásoló hatására, akár olyan formában is, hogy kibővítsük azt még néhány szemponttal.

Érdemes szót ejteni a két szürkével jelölt celláról. A kén-oxidos egyensúly esetén mind a két vegyületmolekula képes oldódni és reakcióba lépni is a vízzel. E folyamatokról a diákok nem kaptak érdemi információt és nem is várható el az, hogy ezek alapján jogos becslést tegyenek az egyensúly eltolódására. A nitrogén-oxidos kérdés esetén hasonló a helyzet, így jogos és indokolt volt a versenybizottság azon döntése, hogy ezt a két kérdést kivették a megoldandók közül.

A feladat nyitottsága azt a szabadságot magában hordozza (hordozta), hogy a megoldók olyan halmazállapotokat jelölnek, melyek esetén a válaszok eltérhetnek a megoldókulcsban levőtől. Azt azonban nem lehet elvárni egy ilyen versenyen, hogy a diákok fejből tudják például azt, hogy a nitrogén-dioxid dimerizációjakor gáz vagy folyadék halmazállapotú dinitrogén-tetroxid keletkezik, ami természetesen a körülményektől is függ, azonban az egyensúly nyomásfüggését érdemben befolyásolja¹.

Az ilyen feladatok esetén egy érdekes továbbvezető kérdés lehet az, hogy keressünk olyan további egyensúlyi reakciókat, melyek azonos módon reagálnak a megadott változásokra, mint mondjuk az 1. vagy a 3. egyensúly. Ez a fajta, kissé kifordított gondolkodás lényegében az egyensúlyi reakciók osztályozásához jelent támpontot, ami segítheti az ilyen típusú reakciók mélyebb megértését, illetve magasabb fokú átlátását. Érdemes lehet a fordított feladat esetén egy-két mindegyik, illetve létezik szavakat tartalmazó állítás segítségével hangsúlyozni az általános, illetve a speciális tulajdonságait az egyes egyensúlyoknak.

Az idei, illetve a régebbi elméleti feladatsorokkal kapcsolatban érdemes megvizsgálni azt, hogy az egyes témák milyen súllyal, illetve milyen gyakorlati szerepeltek bennük. Szervezőként, illetve feladatíróként azt mindig figyelemmel kell kísérni, hogy egyes ismeretek mikor, illetve milyen formában kérdezhetők meg, hiszen a versenynek nem célja olyan

¹ Ezzel kapcsolatban érdemes lehet megvizsgálni a 2024-es Nemzetközi Kémiai Diákolimpia gyakorló feladatsorának 8. feladatát, vagy az Irinyi verseny néhány korábbi feladatát (2023 3. ford. I. kat. 2. vagy 2022 2. ford. II. kat. 3.).

ismeretek számonkérése, melyet nem tanulhattak a diákok. Ilyen szempontból meg kell említeni, hogy molekula-, illetve halmazszerkezettel, reakciókinetikával, illetve termokémiával kapcsolatos kérdések nem nagyon szerepeltek ebben az elméleti feladatsorban. Ez nem feltétlenül gond, hiszen nem szükséges minden egyes témát részletesen tárgyalni egy ilyen szűkös időkerettel futó versenyen, továbbá a harmadik fordulóban megjelenő új ismeretek (egyensúlyok, sav-bázis reakciók) jogosan kaphattak nagyobb részt, azonban bizonyos témák ilyen fokú mellőzése egy kicsit talán túlzónak tűnhet.

A kért ismeretek mellett fontos megemlíteni, hogy azok súlyainak viszonya is egy érdekes kérdés tud lenni. Ebből a szempontból azt mondhatjuk, hogy a két új téma (1. és 5. feladatok) az elméleti pontszám majdnem felét tették ki, mely azt mutatja, hogy azok a diákok szerepelhettek jobban az írásbeli fordulón ezen részen, akik ezeket a témákat már teljes egészében tanulták, illetve kellő rutint szereztek bennük.

Tesztfeladatok

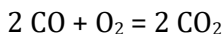
Ez a feladattípus az elmúlt évek egyik nagy újtása volt az Irinyi versenyen. Ez egyrészt gyorsítja a javítást (zárt kérdések), másrészt egy kevésbé megszokott formában igyekszik mérni a diákok képességét. Az itt kitűzött feladatoknak elsődlegesen nem az a célja, hogy a megoldók minden egyes feladat esetén precíz matematikai leírást adjanak a problémára és azt ilyen módon oldják meg, igaz ez is hasznos és érdekes lehet, hanem (a szerzők céljának megfelelően) az esetek többségében lehetőség nyílik egy-egy egyszerű trükkkel, illetve elegáns (matematikai vagy kémiai) meglátással röviden és gyorsan megoldani a feladatot, illetve kiválasztani az egyetlen helyes válaszlehetőséget. Ez a kérdéstípus lehetőséget ad arra is, hogy becsomagolt formában az elméleti ismeretekre is rákérdezzünk (pl.: vas és tömény kénsavoldat reakciójában keletkező hidrogén mennyisége), illetve a tanulók szövegértését is nagyon hatékonyan tudjuk ez által mérni. A feladatok szövegezése nagyon jó példaként és hasznos gyakorlófeladatként szolgálhat érettségire készüléskor, ugyanis sok kis buktató vár a diákokra a feladatok megoldásakor. A buktatók szerepét az egyszerű választásos forma növeli, ugyanis gyakori eset az ilyen feladatok esetén, hogy egy-egy válaszlehetőség egy-egy jól azonosítható típushiba (hiányos szövegértés, elhagyott szorzótényezők, nagyságrendtévesztés, stb.) eredménye, mely így nem feltétlenül tűnik

fel a megoldóknak (pl. ki jött a D válasz, biztosan az lesz a jó). Ezekre a cikk végén láthatunk majd példákat.

Sokszor jogosan merülhet fel az a kérdés, hogy vajon az adott feladat végeredményének kiszámítása a pontszám (kérdésenként 3 pont) tükrében nem túl nagy-e. Ennek megválaszolásakor érdemes azt is figyelembe venni, hogy az ilyen feladatok esetén gyakran nincs szükség a számítási menet leírására, illetve a teljes értékű bizonyítás megadására, elegendő az egyetlen helyes választ megjelölni, így ez a feladat azt is hivatott mérni, hogy a diákok milyen gyorsan, illetve hány lépésből tudják a kérdéseket megválaszolni. Ilyen értelemben az ilyen feladatok a problémák gyors és alapos átlátására vonatkozó képességeket is méri, ami egy ilyen verseny esetén előnyös lehet. Az alábbiakban közölt néhány példa a lehetséges megoldásokat, illetve néhány általánosabban alkalmazható módszert igyekszik bemutatni, melyek használata az ilyen feladatok megoldása során előnyt jelenthet.

Az első tesztkérdést a különböző, összetélt jellemző mennyiségek egymásba váltásával könnyedén és többféle úton is megoldhatjuk.

A második tesztkérdésben egy szén-monoxid-levegő keverék begyűjtés utáni állapotához kapcsolódott a kérdés, melyben az alábbi reakció játszódik le:



Továbbá az alábbi mennyiségek voltak megadva (a térfogatok azonos állapotra vonatkoznak):

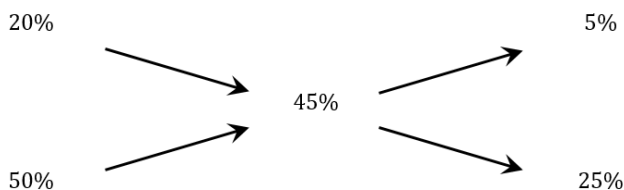
$$V(\text{CO}) = 1,00 \text{ dm}^3, V(\text{levegő}) = 2,00 \text{ dm}^3, \varphi(\text{O}_2) = 0,20.$$

A kérdés ($\varphi(\text{N}_2, \text{égés után})$) megválaszolásához szükséges a nitrogén térfogatának, illetve a teljes gázelegy térfogatának az ismerete. Előbbit könnyű meghatározni, míg utóbbi esetén nem érdemes az átalakult anyagok mennyiségét meghatározni, ugyanis a végtérfogat értéke megkapható a kiindulási össztérfogat, illetve a fogyott oxigén mennyiségéből, ugyanis a megadott adatokból gyorsan felfedezhető, hogy az átalakulás mértékét az oxigén mennyisége limitálja, továbbá 1 mol oxigén elreagálása során ugyanennyivel csökken a részecskék száma.

A 3. teszt esetén egy hidrogén-nitrogén gázelegy tömeg szerinti ($m(\text{H}_2) : m(\text{N}_2) = 2 : 7$) összetételét ismertük és a térfogat szerinti volt a kérdés. Ezzel kapcsolatban egy általánosabb érvényű elvet érdemes

figyelembe venni, mely szerint az ehhez hasonló információk esetén gyakran érdemes moláris tömegnek megfelelően választani egyes tömegeket (itt például a nitrogénét 28 g-nak, így $m(\text{H}_2) = 8 \text{ g}$, illetve $n(\text{H}_2) = 4 \text{ mol}$). Az ilyen választás esetén ugyanis sokszor könnyebben felismerhetők bizonyos arányosságok, mely a szükséges számolások elvégzését csökkenthetik, hiszen akár fejben is elvégezhető műveletekké egyszerűsödnek a számolási lépések. Természetesen a gyakorlatban ez nem mindig vezet ténylegesen egyszerűbb számoláshoz, azonban egy ügyes trükk lehet ilyen típusú versenyfeladatok esetén.

A 4. teszt egy klasszikus oldatos kérdés, melyben két ismert összetételű oldatból kell egy harmadikat kikeverni. E feladat könnyen megoldható egy egyismeretlenes egyenlet segítségével. A keresett mennyiség (a két oldat tömegének aránya) azonban további számolással jár. Ilyen értelemben hasznos lenne egy olyan eljárás, mely rögtön a keresett arányt adja. Ilyen esetben válhat hasznunkra a csillag-, vagy keresztmódszer, melyet az alábbi ábra mutat be:



1. ábra. A 4. teszt megoldása keresztmódszerrel

A bal oldali nyilak kivonásokat jelentenek, a jobb oldaliak pedig ezek eredményéhez vezetnek². A kapott két szám hányadosa adja a keresett 1 : 5 arányt. Első ránézésre nem feltétlenül lehet világos, hogy ez a módszer miért vezet helyes eredményre. A módszer helyességét könnyen ellenőrizhetjük, ha a feladatot általánosan oldjuk meg. Az alapprobléma az, hogy adott egy x_1 , illetve egy x_2 ($x_1 < x_2$) érték, és azokat az s_1 , illetve s_2 súlyokat keressük, melyek esetén az x_1 és az x_2 értékek súlyozott

² Az ábrát az óramutató járásával megegyező irányban, a 45% körül 90°-kal elforgatva, vagy a 20% és az 50%, illetve az 5% és a 25% megcserélésével kapott variánsát is használhatjuk. Ezek a változatok az arányok leolvasását könnyebbé tehetik.

átlag x_3 ($x_1 < x_3 < x_2$), ha s_1 és s_2 összege egy állandó s érték ($s \neq 0$). Ezt egyenlet formában így tudjuk megfogalmazni:

$$\frac{x_1 \cdot s_1 + x_2 \cdot s_2}{s_1 + s_2} = \frac{x_1 \cdot s_1 + x_2 \cdot s_2}{s} = x_3$$

Ebből s_1 és s_2 aránya kifejezhető:

$$s_1 : s_2 = (x_3 - x_2) : (x_1 - x_3) = (x_2 - x_3) : (x_3 - x_1)$$

A módszer gyakorlatilag minden két komponensű keverék esetén alkalmazható százalékszámításos feladatok esetén. Érdekes azonban megjegyezni azt, hogy ez a módszer nemcsak oldatok estén hasznosítható, hanem akár képlet meghatározás esetén is.

A 2015-ös őszi emelt szintű kémia érettségi 7. feladatában az volt a kérdés, hogy milyen anyagmennyiség-arányban kell V_2O_3 -at és V_2O_5 -öt reagáltatni (összekeverni), hogy a termék összetétele V_3O_7 legyen.

Első ránézésre valószínűleg nem látszik az, hogy hogyan lehetne a fenti módszert alkalmazni, azonban a helyzet sokat tisztul, ha a fenti három tapasztalati képletet olyan formában írjuk fel, hogy valamely alkotó esetén a sztöchiometriai indexek értéke megegyezzen. Mivel tapasztalati képletekről van szó, így ezzel a kémia jelentésük nem változik meg. Ilyen átírás lehet például a V_6O_9 , V_6O_{15} , illetve V_6O_{14} . Ebből már jól látszódik, hogy az egységnyi (illetve hat egységnyi) mennyiségű vanádiumra jutó oxigén mennyiségére lehet alkalmazni a fenti módszert, melyből nagyon könnyen adódik a keresett 1 : 5 arány.

Érdekes azt is megemlíteni, hogy ez az elv szorosan kapcsolódik a koordináta geometriában ismert osztópont koordinátájának kiszámítása című, illetve a nem középen alátámasztott rudak kiegyensúlyozásához kötődő problémákhoz.

Ahogy azt egy korábbi bekezdésben írtam, gázos feladatok esetén is használható a keresztmódszer, ugyanis az átlagos moláris tömegre is használható, így viszonylag könnyen meg lehet határozni az 5. kérdésben a két gáz anyagmennyiség-arányát, igaz ebben az esetben az egyenlet felírásával könnyebb megtalálni a százalékos összetételt, azonban az több időt, illetve több hibázási lehetőséget hordoz magában.

A 6. kérdésben egy kristályvizes feladatot kellett a diákoknak megoldani. Ebben kristályvizes réz-szulfátot kevertek össze desztillált vízzel és az egyensúlyi állapotban a szilárd anyag, illetve a folyadék tömegaránya volt a kérdés. Ha klasszikus számítási feladatként tűzték volna ki,

akkor valamilyen egyenlet felírása lenne az egyetlen reményünk. Az egyik lehetséges megközelítés szerint az egyik anyag valamely fázisbeli tömege lenne az ismeretlen (négyféle eset). Ennek segítségével a többi tömeg kifejezhető az anyagmérlegek, illetve az oldhatóság vagy a só képességével, majd utóbbi kettő közül az eddig fel nem használt felírható egy egyenlet (mindkét esetben anyagmennyiség és tömeg alapján is megfogalmazható az összetétel), melynek megoldása segítségével a kérdés megválaszolható (összesen 16-féle egyenlet).

Egy másik lehetséges megközelítés lehet például az, hogy ismeretlennek az egyik fázis tömegét választjuk és a vízmentes sóra, vagy a vízre írunk fel egy anyagmérleget, ugyanis telített oldatot feltételezve mind a két fázis összetétele ismert (összesen 4-féle egyenlet).

Eljárhatunk úgy is, hogy ismeretlennek a két fázishoz tartozó tömegek hányadosát (a keresett mennyiséget) választjuk, majd ennek segítségével fejezzük ki az előbbi egyenletekben szereplő mennyiségeket és oldjuk meg a kitűzött problémát.

Egy elegáns ötlet alapján eljárhatunk úgy is, hogy azt vizsgáljuk meg, hogy (például) 100 gramm víz mekkora tömegű kristályvizes réz-szulfátot képes feloldani, és az alapján határozzuk meg a két fázis tömegének az arányát a kialakult egyensúlyban.

A korábbiakban felírt egyenletek közül sok esetén az oldhatóságra írtunk fel egyenleteket, melyekben a tömegtört helyett az alkotók tömegarányával is megfogalmazhatjuk az egyenlőségeket, így további lehetséges megoldásváltozatokhoz jutunk.

Mivel azonban tesztfeladatról van szó, így eljárhatunk úgy is, hogy megvizsgáljuk a só, illetve a víz mennyiségét. Ha kiderül, hogy több réz-szulfát van, mint, amennyit a rendelkezésre álló víz képes oldatban tartani (ez nem több, mint 3 művelet elvégzéséből kiderül), akkor az A), illetve a B) válaszok kizárhatók (ellenkező esetben rögtön meg is találtuk a megoldást (az A-t)). Az E) kizárható ezek nélkül is, hiszen ez azt jelentené, hogy nőtt a szilárd fázis tömege, ami nem lehetséges. Így már csak két lehetőség maradt, melyek esetén elegendő leellenőrizni, hogy melyik esetén teljesülnek a feladatban szereplő feltételek (telített oldat és adott összetételű kristályvizes só). Ezt elegendő az egyik esetén megtenni, hiszen ebből már eldönthető, hogy melyik lesz a helyes megoldás. Ugyan ez egy nem feltétlenül könnyű feladat megkerülését jelenti (melytől azért nem ritkán óva intjük a tanítványainkat), azonban a

versenyhelyzetben egy ilyen (kizárásokon alapuló) módszer hasznos lehet az idő szűkössége miatt.

Érdemes azt is hozzáfűzni a fenti módszerhez, hogy egy olyan feladat esetén, ahol csak egy fázis van az egyensúlyi állapotban (telítetlen oldat vagy csak kristályos anyag) a megoldás megtalálásának a kezdő lépése nagyon kifizetődő lehet, hiszen az egyenletek felírása előtt már kiderülhet néhány egyszerű számításból, hogy valóban nincs két fázis. Ilyen módon elkerülhető az arra szánt idő, hogy keressük az egyenletmegoldásunkban a valójában nem is létező hibát egy esetlegesen értelmetlennek tűnő végeredmény (pl. negatív tömeg) miatt. Az ilyen esetekben az egyenlet felírásában van a hiba, hiszen nem a valós helyzetet írja le az (pl. nem válik ki oldott anyag).

Természetesen ez a módszer nagyfokú tapasztalatot és legalább ekkora önbizalmat igényel, hiszen ezek abszolút nem szokványos problémamegoldási stratégiák, melyekben a helyesség mellett a gyorsaság is szerepet kap.

Ez a visszafelé gondolkodás, vagyis a válaszlehetőségek helyességének leellenőrzése kifizetődő lehet az 1. és a 7. kérdések esetén is, igaz ez nem feltétlenül jelenti a számolási lépések csökkenését. Az első feladatot egyébként a megadott értékek közös skálára hozásával könnyen és többféleképpen is meg tudjuk oldani.

Érdemes azonban megjegyezni azt is, hogy a végeredmények ellenőrzése, valamint értelmezése is fontos része egy számítási feladatnak. A számolásunk helyességét leellenőrizhetjük például azzal, hogy visszafelé oldjuk meg a feladatot.

Az utolsó kérdés esetén néhány egyszerűsítő, gyorsító ötletre érdemes felhívni a diákok figyelmét. A kérdéses redoxireakció egyenletének teljes értékű rendezését nem kéri a feladat és nem is szükséges a válasz megadásához (ez igaz a 8. kérdésre is), elegendő a mangán-dioxid és a fejlődő klór anyagmennyiség-arányát meghatározni.

A másik fontos észrevétel, hogy a megadott állapotra vonatkozó moláris térfogat csak pár százalékkal tér el az 1 atm-ra, illetve 25 °C-ra vonatkozó felétől (közel kétszeres nyomás, kis hőmérséklet-különbség), ami azt jelenti, hogy a kérdés az általános gáztörvény használata nélkül is megválaszolható, pusztán a fenti becslés segítségével. A becslés mögött egyébként az egyesített gáztörvény van, melyet a pontos érték kiszámításához is felhasználhatunk úgy, hogy kiszámoljuk egy (köz)ismert

állapotra a gáz térfogatát, majd az egyesített gáztörvény alapján a kérdéses állapotra átszámítjuk azt.

Itt érdemes megjegyezni, hogy a kémiai feladatok között ritkák a becsléssel foglalkozók (pl. gyenge savak vizes oldatára jellemző pH becslése), azonban az ilyen típusú tudás kifejezetten hasznos lehet egy-egy hibás gondolat, megoldás, vagy válaszlehetőség felismerésekor.

Számítási feladatok

Az idén kitűzött feladatsorban oldatok összetételével, képletmeghatározási, termokémiai, egyensúlyi, illetve sav-bázis reakciókkal kapcsolatos feladatok voltak. Ez a versenyfelhívásnak tökéletesen megfelelt.

A 2. számítási feladat (az 1. a tesztfeladatos volt) egy kristályvizes só képletének a meghatározásáról szólt, kissé szokatlan kiindulási adatokkal. A hivatalos megoldásban szereplő gondolatmenet esetén az alábbi sorrend mentén került meghatározásra a két ismeretlen kation.

Jól látható, hogy a feladat megoldásához két lényeges információ felismerése volt szükséges. Az egyik, hogy a vegyületben a kristályvízen kívül is van hidrogén, a másik pedig az, hogy a protonok számából meghatározható az ismeretlen ionok együttes protonszáma. E két információ összeérése, valamint a megadott információk szűkítő hatása okán viszonylag gyorsan beazonosítható az egyetlen megfelelő ionvegyület (egy kristályvizes kettős só).

$$\begin{aligned} m(\text{XYPO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) &\xrightarrow{\cdot w(\text{H}_2\text{O})} m(\text{H}_2\text{O}) \xrightarrow{: M(\text{H}_2\text{O})} n(\text{H}_2\text{O}) \xrightarrow{: 6} n(\text{XYPO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) \\ \rightarrow M(\text{XYPO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) &\xrightarrow{\cdot w(\text{H})} m(\text{H}) \xrightarrow{: M(\text{H})} n(\text{H}) \rightarrow n(\text{H}, \text{"felesleg"}) \end{aligned} \quad (1.)$$

$$\begin{aligned} N(\text{p}^+, 60 \text{ g}) &\xrightarrow{: N_A} n(\text{p}^+, 60 \text{ g}) \rightarrow n(\text{p}^+, 1 \text{ mol vegyületben}) \rightarrow \\ n(\text{p}^+, 1 \text{ mol vegyületben lévő ismeretlen ionokban}) &\end{aligned} \quad (2.)$$

1. és 2. alapján a lehetséges (fém)ionok vizsgálata $\rightarrow$ X és Y azonosítása

2. ábra. A 2. számítási feladat hivatalos megoldásának vázlata

Az így gondolkozó diákok az ismeretlen vegyület moláris tömegét sokszor eltalálták, de többen közülük nem ismerték fel a „felesleges” hidrogének jelenlétét. A másik gyakori hiányosság a protonszámban rejlő információk ki nem aknázása volt.

A fenti megoldás nagyon céltudatos, kicsit olyan, mintha tudnánk előre, hogy mit keresünk. Ez nem minden diáktól várható el egy versenyen, így nem is meglepő, hogy sokan az ismeretlen vegyület moláris tömegének a megtalálása után egy másik útra léptek. A kiszámolt moláris tömegből meghatározható a két ion moláris tömegének összege és mivel az egyikük egy alkáliföldfémion, így néhány eset vizsgálatával megtalálható a keresett képlet. Ebből a gondolatmenetből egyetlen dolog hiányzik, amit (nem meglepő módon) csak nagyon kevés diák tett meg miután rátalált egy értelmes ionpárra. Az így meghatározott képletről még nem tudjuk, hogy teljesíti-e a feladatban lévő másik két feltételt ($w(\text{H})$, illetve $N(\text{p}^+, 60 \text{ gramm})$), így ez még csak egy lehetséges megoldásnak tekinthető, nem vehetjük biztosra azt, hogy valóban megoldása a feladatnak. Elvileg a moláris tömeg kiszámítása nélkül, pusztán egyenes arányosságok használatával megkaphatjuk a kristályvizes só 1 móljában lévő protonok számát is, amiből hasonlóan le tudjuk szűkíteni a lehetséges ionok számát minimálisra, azonban abban a gondolatmenetben is benne van az a hiányosság, hogy nem igazoltuk, illetve ellenőriztük le, hogy ez a vegyület tényleg teljesíti-e az összes feltételt.

Érdemes tehát a diákok figyelmét erre a két alternatív megoldási útra is felhívni. Fontos azonban hangsúlyozni, hogy ezek a leszűkítésen alapuló gondolatmenetek csak a szükséges feltételekre (mi az, aminek biztosan teljesülnie kell) összpontosítanak; az elégséges feltételeket (ha ez a megoldás, akkor a többi tulajdonság is teljesül) nem vizsgálják. Ez utóbbi szempont azért is érdekes, mert előfordulhat (általában nem szándékosan), hogy egy ilyen feladatnak nincs megoldása (pl. hibás adat miatt), így egy, a feltételek egy részét teljesítő anyag nem lesz biztosan megoldása a teljes feltételrendszernek.

Érdemes az egyik megoldó szemfüles, és nagyon szép kémiát magában hordozó ötletét is elolvasni. A foszfátion egy háromszorosan negatív töltésű részecske. A képlet alapján a két kation közül az egyik így kétszeresen pozitív kell, hogy legyen (ez lesz az alkáliföldfémion), míg a másik ion egy egyszeres töltésű részecske kell, hogy legyen. Utóbbi egy erős szűkítés, melyből már könnyen felismerhető (legalábbis megsejthető) akár a $w(\text{H}_2\text{O}) \cdot 2 \cdot M(\text{H}) / M(\text{H}_2\text{O})$ és a $w(\text{H})$ viszonya alapján is az ammóniumion, mint az egyetlen lehetséges ion. Ebből már elég gyorsan rá lehet találni a keresett képletre. Ugyan más hidrogént tartalmazó kationok is ismertek (oxóniumion, szerves ammóniumionok, PH_4^+ , stb.), de

ezeket egy kilencedikes vélhetően még nem fogja vizsgálni, és nem is lesznek a feladatnak megoldásai.

Egyetlen dolgot érdemes még e feladattal kapcsolatban lejegyezni. Igaz, hogy ritka eset, de nem példa nélküli (ld. jelen folyóirat K pontversenyének 465. feladatát³), hogy egy összetételhez többféle, eltérő anyagi minőségű megoldás is tartozik (pl. izomerek). Ilyen módon a feladatban megfogalmazott kérdés magában foglalja azt is, hogy megvizsgáljuk a további lehetséges megoldások létezését, illetve megpróbáljuk kizárni azokat. Ezt a hivatalos megoldásban a protonszám, illetve az anyagi minőségre vonatkozó feltételek együttese biztosítja. A moláris tömegek összege esetén is hasonlóan indokolható a megoldás egyértelműsége.

A hivatkozott feladat megoldása hasznos lehet a diákok ilyen feladatokkal kapcsolatos nézeteinek formálására. Érdemes lehet elgondolkozni a hivatkozott feladat általánosításán, illetve azon, hogy miért éppen a fluoridokkal került kitűzésre a feladat.

A feladat megoldását jelentő vegyület egyébként a tömeg szerinti mennyiségi meghatározás (gravimetria) szempontjából egy fontos vegyület, ugyanis e vegyület rossz oldhatóságát kihasználva mind a magnézium-ionok, mind pedig a foszfátionok mennyisége meghatározható.

A 3. számítási feladat egy klasszikus problémakör egyik tagja. Ez nem más, mint a savanhidridekből készített oldatok témaköre. Az elmúlt 10-15 évben sokféle formában kerültek már kitűzésre ilyen feladatok, melyek jól mérik a diákok felkészültségét, valamint az anyagmérlegekkel, illetve sztöchiometriával kapcsolatos feladatmegoldó képességét. A b) kérdésre adott hivatalos megoldás egyik (ki nem mondott) ötlete az, hogy a foszfor csak az egyik összetevőben található meg, így egyszerűbbé válik a kérdés megválaszolása. Ezt az elvet használva például a végső oldat hidrogéntartalma alapján is számolhattunk volna, hiszen az csak a vízben található meg a kiindulási anyagok közül.

Aki nem riad meg a kissé túlbonyolított megoldásoktól, az ezt a kérdést keresztmódszerrel is megoldhatja a két kiindulási anyag, valamint a keletkező oldat oxigéntartalma alapján.

³ A feladat a 2023. évi 4. számban jelent meg (Gondolkodó rovat), a megoldása pedig a 2024-es elsőben.

Az egyik diák szép ötlete szerint a feladat úgy is megoldható, hogy a foszforsav tömegéből meghatározzuk a keletkezéséhez szükséges víz és foszfor-oxid tömegét, melyek segítségével már könnyen megválaszolható a feltett kérdés. Ilyen úton, igaz egy kicsit bonyolultabb egyenleten keresztül, de a c) rész is megoldható.

Az utolsó kérdés esetén a hivatalos megoldásban eleve kétféle út is ismertetésre került. Ezek közül a második egy klasszikus egyenletalapú megoldás. Az első ezzel szemben egy érdekes, kémiai feladatokban ritkábban előforduló elvet használja, mégpedig a már megoldott feladatra visszavezetés elvét. Ez egy kifejezetten elegáns megoldás és a b) részben bemutatott megoldási utak mindegyike esetén alkalmazható egy egyenes arányosság segítségével. A ritka megjelenése miatt azonban nem meglepő, hogy csak nagyon kevés diáknak jutott eszébe ilyen megoldási stratégia.

Fentebb már említettem, hogy a b) részben feltett kérdést megválaszolhatjuk a hidrogén tömegére fókuszálva is. Ez a c) részben is így van, mely egy meglepően egyszerű megoldáshoz vezet. A céloldat esetén könnyen meg tudjuk mondani, hogy az oldat tömegének mekkora részét teszi ki a hidrogén. Mivel ennek mennyisége nem változik az oldás során, így a céloldat tömege is könnyen meghatározható, melyből a kérdés már könnyen megválaszolható. E megoldással kapcsolatban azt érdemes megjegyezni, hogy nem szerepel benne az egyesülési reakció. Ez érthető, hiszen ebben csak a hidrogén relatív mennyiségének változása (erre nézve hígul az oldat) a lényeges, a többi elemé, illetve vegyületé nem.

E feladattal kapcsolatban még egy dologra érdemes felhívni a figyelmet. A c) rész második megoldásában szereplő egyenlet mondanivalója, története az, hogy egy oldat 45%-os, melyben az egyik (átalakuló) összetevő tömege ismeretlen (ismeretlenként választhattuk volna egyébként a foszforsav tömegét is). Ha a tört nevezőjével megszorozzuk az egyenletet (ezt szabad, mert az oldat tömege nem lehet nulla), akkor egy egyenértékű egyenletet kapunk, melynek azonban már az az üzenete, hogy az oldott anyag tömegét kétféleképpen is megadtuk és ez a kétféle megadás egyenlő. Ez a fajta matematikailag egyenértékű, de szemléletét tekintve eltérő megoldás kevés dolgozatban jelent meg.

A 4. számítási feladat egy kissé szokatlan formában mutatta be a kristályvizes feladatok érdekességeit. A feladat egy termokémiai részfeladattal indult, mely nem okozhatott nagy nehézséget a diákoknak. Ezzel

kapcsolatban érdemes megjegyezni, hogy a kérdéses hőmennyiség, illetve a vizsgált reakció reakcióhője nehezen mérhető, már csak azért is, mert a kristályvizes réz-szulfát 3 lépésben válik vízmentessé (ld. H361. feladatot jelen folyóirat 2022-es 1. számában). A Hess-tételt ki-, illetve felhasználva a kétféle só oldáshőjéből azonban könnyen meghatározhatjuk a reakcióhő értékét. Ez egyébként egy érdekes tanulói kísérlet is lehet.

A feladat megoldásához szükséges lépéseket a megfogalmazott kérdések jól felvezetik, mely nem ritka az Irinyi versenyen kitűzött feladatok esetén. Ugyan ezek (valamelyest) segítik a feladat egyik fontos kérdésének a megválaszolását (c) kérdés), mégis sok olyan diák volt, aki nulla pontot szerzett ezen a feladaton. Ennek oka a szokatlan kezdőlépés (termokémiai információ) lehetett.

A feladatot érdemben megoldók közül lényegében mindenki a hivatalos megoldás szerint járt el, mindössze a lépések sorrendjében, illetve az arányok tömeggel, illetve anyagmennyiséggel történő megfogalmazásaiban voltak eltérések. Gyakori hiba volt a számítási lépések során az, hogy keveredett az, hogy mikor kell kristályvizes, mikor pedig vízmentes tömeggel számolni. Ez a feladat típusa alapján talán nem is meglepő.

Ugyan a feladat így is sokaknak nehézséget okozott, azonban érdemes megjegyezni azt, hogy a b) kérdés csak egy (rövid) elágazást jelent a c) kérdés megválaszolásához vezető úton, vagyis a feladatot a két kérdés sorrendjének megcserélésével, vagy épp ez első két kérdés elhagyásával is ki lehetett volna tűzni.

Az 5. számítási feladat egy klasszikus egyensúlyi számolás volt. A feladatban először ki kellett számolni az egyensúlyi állandót, majd ezt felhasználva meg kellett határozni egy, az előzőtől eltérő gázelegy összetételét, illetve egyik alkotójának mennyiségét. Az elmúlt évek egyensúlyos feladataival összehasonlítva azt mondhatjuk, hogy egy érdekes és tanulságos variációja ez az ilyen típusú feladatoknak. Érdemes a diákok figyelmét felhívni arra, hogy az egyes komponensek mennyiségének aránya hogyan befolyásolja az átalakulást (több termék kezdetben $\rightarrow$ kisebb fokú átalakulás). Ez a fajta összekapcsolása az elméletnek, illetve a számolásnak segítheti a diákok becslő képességét, hiszen a közismert szabályszerűségek alapján a feladat megoldása előtt már képes valamilyen korlátokat megfogalmazni a feladatmegoldó a várt eredményre (pozitív vagy negatív, kisebb vagy nagyobb, mint (pl.) a b) részben lévő).

A feladat c) részét egyébként – 10. osztálynál nem hamarabb, de – fordítva is ki lehetett volna tűzni (az átalakulás mértéke lenne a kérdés). Ez a fajta variáció segítheti az átalakulás során megfigyelhető változások begyakoroltatását is.

A feladat megoldása szempontjából fontos megjegyezni, hogy az első részben megadott adatokból nemcsak az anyagmennyiség-koncentrációk segítségével, hanem az anyagmennyiségek segítségével is nyomon követhető az átalakulás. Ebben az esetben azonban nem szabad elfelejtenie arról, hogy az egyensúlyi állandót ne ezek segítségével számoljuk ki⁴. Ettől eltekintve a feladatot mindenki a jól ismert táblázatos módszer alkalmazásával oldotta meg, eltérés csak a szóhasználatban, illetve a rövidítések típusában volt.

Az elkövetett hibák között voltak tipikusak (számolási, rossz műveleti jel az egyensúlyi állandóban, tömeg és anyagmennyiség keverése, átalakulás rossz értelmezése), illetve kevésbé gyakoriak. Utóbbira egy tanulságos példa, az alábbi egyenlet, mely a c) részben fordult elő:



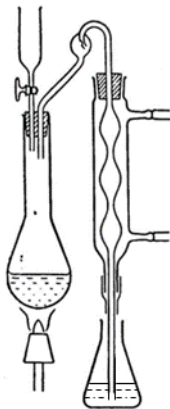
Ebben az a hiba, hogy a diák nem vette figyelembe, hogy a szén-monoxid eddig is résztvevője volt az egyensúlyi reakciónak, így nincs szükség egy új reakcióegyenlet felírására. A jelölés olyan jelentésében érthető, hogy a három gázból álló keveréket felmelegítve valóban a jelölt két anyag fog keletkezni (nagy mennyiségű szén-monoxid esetén ez nem igaz!), azonban, mint reakcióegyenlet hibás.

Az utolsó számítási feladat egy klasszikus visszamérési titrálást tartalmazott, mely egy képletmeghatározással lett kibővítvé. Ilyen értelemben a feladat nehézségét e két témakör összekötése jelentette. A megoldók lényegében a hivatalos megoldás mentén oldották meg a feladatot. Egyedüli alternatívát a keresett anyagmennyiség-aránynak a meghatározása jelentette, ugyanis $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ képletet feltételezve a keresett képlet a só moláris tömegének meghatározásán keresztül is megtalálható volt.

A kérdéses vegyületet tömény foszforsavoldat, illetve tömény ammóniaoldat segítségével elő lehet állítani, azonban az még szilárd állapotban

⁴ Az egyik megoldó tömegkoncentráció segítségével követte nyomon a változást, mely nem hibás, az abból számolt egyensúlyi állandó viszont az.

sem stabil, ugyanis a két ion közötti sav-bázis reakció révén (ammónia keletkezése közben) diammónium-hidrogén-foszfáttá alakul. A társtermék szaga érezhető e só vizsgálatakor. A keletkező diammóniumsó egyébként hatékony lánggátlószer (emeli a bevont anyag gyulladási hőmérsékletét és melegítésre könnyen bomlik, miközben ammónia keletkezik), illetve műtrágyaként használatos.



3. ábra. Ammónia kvantitatív desztillációja: a desztilláló lombikhoz csepeg-tőtölcsér, illetve a buborékmentességet biztosító feltét csatlakozik, a szedőlombikba töltjük az elnyelető folyadékot, a cső a lombik aljáig ér.

A mennyiségi meghatározás során az ammóniaveszteségek elkerülése miatt célszerű olyan berendezésben dolgozni, melyben a fejlődő gáz annak elillanása nélkül fogható fel a megadott savas oldatban. Ezt a legtöbbször úgy végzik, hogy a vizsgált sóra öntik a nátrium-hidroxid-oldatot (mint a képen⁵ látható eszközben). Elvileg a szilárd anyag beadagolása is megoldható egy ferde, csiszolatos végű, egyik végén zárt cső segítségével, de annak használata kvantitatív mérések esetén nem megszokott, hiszen az üveg felületén maradhat a vizsgált anyagból.

Érdeemes megjegyezni, hogy az ammónia nagyfokú oldhatósága és gyors oldódása miatt a vízben történő elnyeletés is lehet kvantitatív.

⁵ A kép Erdey László Bevezetés a kémiai analízisbe című művéből származik (Második rész, 8. kiadás).

A számításos feladatok nehézségüket tekintve a versenyhez illők voltak. Összesen csak két diák oldotta meg hibátlanul mind a hat feladatot, ami egy jó visszajelzés a versenybizottságnak. Az ez évi feladatsorban egyedül a termokémia témaköre volt olyan, amelyik arányaiban kevés szerepet kapott, míg két feladat is képletmeghatározással zárult, igaz a 6. feladatnak nem elhanyagolható része sztöchiometriai, illetve titrálásos számítás volt.

Statisztikai adatok és típushibák

A feladatok esetén nemcsak az előzetes elképzeléseink, meglátásaink, hanem a diákok által megadott válaszok, illetve elért eredmények alapján is lehetőségünk van értékelni a feladatokat. Ez azt is jelenti, hogy bizonyos pozitív, illetve negatív jellemzők a bizottság legőszintébb igyekezete ellenére is csak a verseny után derülnek ki. Ez az oka annak, hogy bizonyos válaszokra, illetve kérdőjeles feladatrészekre csak ebben a részben térünk ki részletesen.

Az egyes feladatokon elért összesített eredmények elérhetők a verseny honlapján. A dolgozatok átnézése során azonban néhány feladat esetén az ott elértnél részletesebb adatokat is közölni fogunk.

Ha megvizsgáljuk a cikk mellékletében lévő 1-2. táblázatokat, akkor azt láthatjuk, hogy az elméleti feladatok mindegyike 60% feletti átlageredményt hozott, míg a számításosak közül ez egyre sem volt igaz. Az elméleti feladatok közül az 1., a 2. és az 5. feladatok, valamint a 3. és 4. feladatok bizonyultak hasonló nehézségűnek. Utóbbi kettő kifejezetten könnyű volt, melyet a sok hibátlan, illetve közel hibátlan megoldás (első kvartilis magas értéke) is igazol. A másik három elméleti feladat nehéznek nem feltétlenül mondható, azonban mindegyiknek megvolt a maga buktatója, melyet jól mutat, hogy kevés induló oldotta meg ezeket hibátlanul.

Az első feladat kissé szokatlan formátumáról már volt szó, azonban a dolgozatok áttekintése után az is kiderült, hogy a feladat II. részében is sokan el-elrontottak egy-egy vegyjelet, illetve képletet. E feladatrész esetén nem volt ritka, hogy a diákok névvel próbáltak válaszolni.

Az első részben a megadott egyenletek, illetve képletek jelentésének teljes értékű megértése több diáknak is problémát okozott. Ez abban mutatkozott meg, hogy a diákok jónak tűnő válaszokat adtak meg, csak épp nem a megfelelő jelek segítségével (H_3X helyett X^{3-} , képlet helyett

vegyjel, stb.). Ilyen értelemben ez a feladat nemcsak a pusztá reakcióismeretet kérte számon, hanem szöveg- és képletértést is. Ilyen értelemben ez a feladat egy jó mérőeszköz lehet a kilencedikesek tudásának, illetve problémamegoldó képességének a felmérésére.

A beérkezett válaszok alapján még azt érdemes megemlíteni, hogy addig, amíg az egyedüli bomlási reakció (a víz autoprotolízise) nem okozott nagy akadályt a diákoknak, addig az egyetlen egyesülési reakció ($\text{H}_2\text{X} + 2 \text{Y} \rightleftharpoons (\text{YH})_2\text{X}$) annál inkább.

A második feladat ugyan egyszerű kérdésekkel indult, azonban a feladat második része, azon belül is a 2-4. egyenletek felírása sok esetben problémát okozott. Ez abból a szempontból meglepő, hogy a hivatalos megoldókulcsban szerepelő egyenletek közismeretek, igaz a legfrissebb NAT szerinti nyolcadikos tananyagnak – a szerves kémia térnyerése miatt – már kevésbé képezik részét. Az előállítások reakciótípusuk szerinti csoportosítása egyébként nem túl gyakori, így az is lehet, hogy a reakciók helyességének felismerése okozta a nehézséget.

A feladat első részében feltett kérdések közül a komplexvegyület képletének a felírása, illetve a timsó besorolása okozott nagyobb akadályt. Előbbi a fogalom ismertsége miatt okozhatott gondot (sok tanár csak fakultáción tanítja), míg utóbbi esetén több diák is egy olyan választ (a timsó egy kristályvizes só) adott meg, mely rámutat a kérdés azon tulajdonságára, hogy az nem szűkíti le a válaszlehetőségeket a vizsgált négy só típusra. Ezek mellett több diák is a komplexsók közé sorolta a timsót, mely a képlet alapján egyértelműen hibás, hiszen a kétféle kation alapján legalább egyszer szerepelnie kellett volna a kettős só kifejezésnek is a diákok válaszában. Mivel ennek a definíciója meg volt adva, így felmerül a kérdés, hogy mennyire vizsgálták meg azt alaposan, illetve mennyire vették egyáltalán figyelembe azt a diákok, vagy mindösszesen csak annyit csináltak, hogy a megadott ionokból egy semleges töltésű anyag képletét állították elő.

A negyedik feladatról az 1. táblázat adatai alapján azt mondhatjuk, hogy nem okozott nagy nehézséget egyik kategóriának sem. A 3. táblázat adatai alapján azonban lehetőségünk nyílik a helyes válaszok aránya alapján felmérni azt, hogy mely kérdések voltak nehezebbek. A számok alapján a 7. (cseppfolyósítás) és a 9. (emulgeálószer) kérdések voltak ezek. A két kérdésnek közös vonása, hogy a tartalmukat kevés tankönyv

tárgyalja részletesen (9.-ben), így nem is meglepő, hogy a többi kérdéshez képest ezek alacsonyabb megoldottsággal bírtak.

Ha közelebbről is szemügyre vesszük a számítási feladatokon elért eredményeket (2. táblázat), akkor azt láthatjuk, hogy a páratlan sorszámú feladatok nehezebbek voltak, mint a páros sorszámúak. A hibátlan, illetve az értékelhető részt nem tartalmazó (0 pontos) megoldások számát figyelve azt láthatjuk, hogy az utóbbi típusba sorolható megoldások száma jól követi a százalékos eredmények átlagát. Ez azt jelenti, hogy a nehezebbnek látszó feladatok esetén sok olyan diák volt (20-35%), akik egyetlen elemét sem tudták értékelhető módon teljesíteni az adott feladatoknak. Ennek különböző okai lehetnek, hiszen az utolsó feladat esetén az időhiány, míg a 2., illetve a 4. számítási feladatok esetén a feladatban megfogalmazott probléma megértésének, valamint a kezdőlépés megtalálásának a nehézsége lehetett a felelős az ilyen dolgozatok magas számáért.

A tesztfeladatok esetén a beküldött válaszok alapján (4-5. táblázatok) lehetőségünk van egyrészt a kérdéseket nehézségük szerint jellemezni, másrészt azt is meg tudjuk vizsgálni, hogy mely hibás válaszlehetőségek voltak népszerűek a diákok között, vagyis a feladatot hibásan megoldók miben tévedhettek, illetve hol csúszhattak el annak megoldása közben.

Az látható, hogy a 4., a 7. és a 8. kérdések nem okoztak nagy nehézséget a diákoknak. Míg az 1., a 2., és a 6. kérdések esetén a diákok kevesebb, mint a fele találta el a helyes megoldást (a 9. kérdést is csak 52-en a 102-ből). A legalább 7 jó választ adók között is ezek voltak a legkevésbé sikeres kérdések, míg a 4. és 7. feladatokat a kevésbé ügyesek is jól oldották meg. Ezek között vannak könnyen megérthető (1. és 6. nehézsége, 4., 7. és 8. könnyűsége) esetek, azonban vannak kevésbé egyértelmű, tanulságos esetek is.

Az első kérdésre beküldött válaszok esetén azt látjuk, hogy sokan jelölték meg az E válaszlehetőséget, mely nagy valószínűség szerint egy szövegértési hibához (w és x összekeverése) köthető. A diákok közül többen is megjelölték a B és a D válaszokat. Utóbbi válasz azt mutatja meg, hogy hányszoros anyagmennyiségűre (és nem tömegűre) kell hígítani az oldatot ahhoz, hogy az a kívánt összetételű legyen.

A második kérdés esetén a hibás válaszok között gyakori volt a B és a D. Előbbihez akkor jutunk, hogy nem vesszük figyelembe a gázelegy

térfogatváltozását (mintha csak hígulna a levegő és nem játszódna le reakció), míg utóbbihoz akkor jutunk, ha valamilyen oknál fogva $2,00 \text{ dm}^3$ -nek vesszük a végső gázelegy térfogatát. Ehhez például akkor juthatunk, ha nem rendezzük az égés egyenletét, és nem vesszük figyelembe azt sem, hogy az oxigén mennyisége a meghatározó az átalakulás szempontjából.

A harmadik teszt esetén az A-t és a B-t is többen megjelölték. Az A esetén a szerepek (ki a 20%) összecserélése, míg a B esetén a tömeg és az anyagmennyiség fogalmak keverése okozta a hibás eredményt.

Az ötödik kérdés esetén az előző kérdéshez hasonlóan a B, mint gyakori téves válasz mögött a szerepek összecserélése állhat, míg a D, mint a másik gyakori hibás válasz esetén a mintában lévő szén-dioxidról feledkezhettek el a diákok.

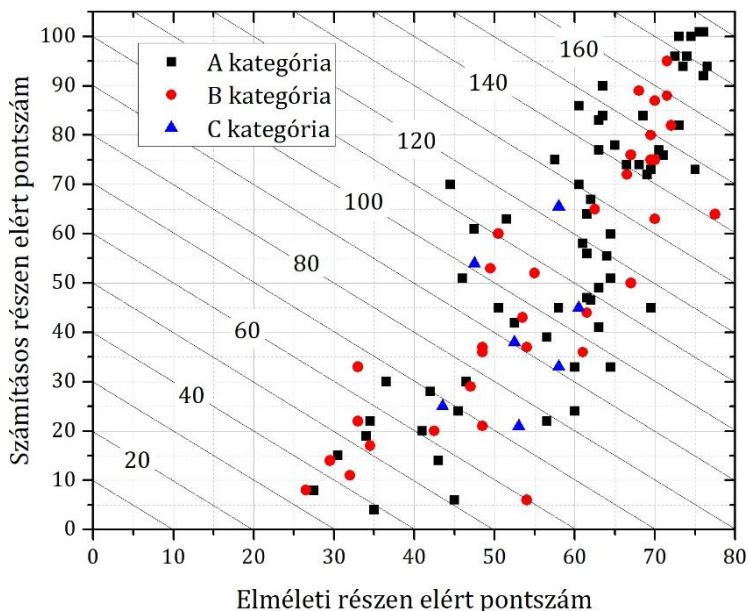
A hatodik kérdés esetén a D és az E válaszok voltak a leggyakoribbak a helytelen lehetőségek közül. Utóbbiról már volt szó, hiszen ezt mindenféle számítás nélkül ki lehet zárni, azonban figyelmetlenségek okán eljuthatunk e két válaszhoz, ha nem vesszük figyelembe azt, hogy a só oldódásakor nő az oldatban a víz tömege is, nemcsak az oldott anyagé, illetve elfelejtkezünk arról, hogy a két tömeg csak egymás kárára változhat.

A hetedik kérdés esetén egyedül az A választ jelölték meg kiugróan magasán a hibás lehetőségek közül, amihez például akkor juthatunk, ha nem vesszük figyelembe azt, hogy az egyensúlyban maradt a két elem molekuláiból.

A nyolcadik, illetve kilencedik kérdések esetén a hibás válasz lehetőségek mögött tipikus sztöchiometriai, illetve az utolsó kérdés esetén a moláris térfogat hibás használatából eredő hibák lehetnek felelősek a helytelen válaszok magasabb számáért, illetve eloszlásáért.

Írásom befejezéseként szeretnék néhány szót ejteni a következő oldali 3. ábrán látható pontokról, vagyis az elméleti, illetve a számításos részen elért eredmények, illetve a kategóriák viszonyáról. Az ábráról könnyen leolvasható az a tény, melyet a százalékos eredmények is sugalltak, hogy az elméleti fordulón könnyebb volt pontokat gyűjteni, míg a számításos feladatok jobban széthúzták a mezőnyt. Ez abból a szempontból nem is meglepő, hogy egy kilencedikes diáknak még az elméleti feladatok megoldásában van nagyobb rutinja. A másik fontos szempont, hogy a

számításos feladatok sikeres megoldásához elengedhetetlen egy bizonyos szintű matematikai képzettség, melyet nem ritkán a kémia tanároknak kell kialakítani, illetve megerősíteni.



4. ábra. Az I. kategóriás diákok eredménye az írásbeli fordulón.
A vonalak az adott összpontszámot jelölik.

Az idei számításos feladatsor minden egyes feladatán (és az elméletien is) jobban teljesítettek az A kategóriások, mint a B-sek. Ez a különbség az elméleti feladatok esetén kisebb volt, azonban az első négy számításos feladat esetén 10% körül mozgott. Érdekes módon az utolsó két számításos feladat esetén viszonylag kismértékű különbség alakult ki, melynek oka az lehet, hogy azok olyan feladatok voltak, melyek a tagozatos kémia tananyaghoz közel állnak, így elképzelhető, hogy a matematikai képességekben lévő esetleges hátrányt a feladatok megoldásában lévő tapasztalat itt ellensúlyozta.

Az ábráról egyébként azt is leolvashatjuk, hogy a magas számítási pontszámhoz szükséges volt a magas elméleti pontszám, azonban a fordított irányú szükségesség nem állt fenn.

Melléklet

	E1	E2	E3	E4	E5
Pontszám	20	13	16	12	18
Átlag	0,650	0,633	0,884	0,821	0,686
Szórás	0,228	0,258	0,165	0,138	0,230
Átlag (A)	0,679	0,656	0,897	0,829	0,706
Szórás (A)	0,224	0,267	0,171	0,132	0,213
Átlag (B)	0,609	0,613	0,886	0,808	0,643
Szórás (B)	0,243	0,259	0,157	0,148	0,276
Maximum	1	1	1	1	1
Felső kvar.	0,800	0,846	1	0,917	0,861
Medián	0,700	0,692	0,938	0,833	0,722
Alsó kvar.	0,500	0,461	0,875	0,750	0,563
Minimum	0,100	0	0,188	0,500	0
Hibátlan	5	8	42	21	3
Köztes	97	92	50	81	97
Nullás	0	2	0	0	2

1. táblázat. Az elméleti feladatok néhány statisztikai jellemzője

Az első sorban a hibátlan megoldásért járó pontszám, a következő két sorban a százalékos eredmények átlaga, illetve szórása, az azt követő négy sorban pedig az előbbi két mennyiség A, illetve B kategóriára történő szűkítése szerepel, míg az azokat követő öt sorban a százalékos eredmények sodrófa diagramjának (boxplot) kulcspontjai láthatók. Az alsó három sorban a feladatra hibátlan, értékelhetetlen, illetve köztes eredményt érő megoldást beadó diákok száma látható.

A C kategória átlagos eredménye a fentiek fényében, illetve a létszám ismeretében meghatározható.

	Sz1	Sz2	Sz3	Sz4	Sz5	Sz6
Pontszám	27	15	14	10	20	15
Átlag	0,583	0,467	0,567	0,459	0,599	0,453
Szórás	0,249	0,385	0,294	0,419	0,353	0,419
Átlag (A)	0,638	0,514	0,608	0,510	0,606	0,483
Szórás (A)	0,245	0,396	0,302	0,425	0,368	0,417
Átlag (B)	0,512	0,392	0,522	0,409	0,591	0,453
Szórás (B)	0,239	0,374	0,286	0,418	0,339	0,446
Maximum	1	1	1	1	1	1
Felső kvar.	0,778	0,783	0,857	0,900	0,950	0,933
Medián	0,556	0,400	0,571	0,400	0,675	0,267
Alsó kvar.	0,444	0,067	0,304	0	0,300	0,067
Minimum	0	0	0,071	0	0	0
Hibátlan	8	18	21	17	16	23
Köztes	92	64	81	51	77	55
Nullás	2	20	0	34	9	24

2. táblázat. A számítási feladatok néhány statisztikai jellemzője

Az első sorban a hibátlan megoldásért járó pontszám, a következő két sorban a százalékos eredmények átlaga, illetve szórása, az azt követő négy sorban pedig az előbbi két mennyiség A, illetve B kategóriára történő szűkítése szerepel, míg az azokat követő öt sorban a százalékos eredmények sodrófa diagramjának (boxplot) kulcspontjai láthatók. Az alsó három sorban a feladatra hibátlan, értékelhetetlen, illetve köztes eredményt érő megoldást beadó diákok száma látható.

A C kategória átlagos eredménye a fentiek fényében, illetve a létszám ismeretében meghatározható.

	A kategória		B kategória		Összesen	
	Igaz	Hamis	Igaz	Hamis	Igaz	Hamis
1.	4	58	4	29	10	92
2.	15	47	7	26	23	79
3.	49	13	27	6	81	21
4.	47	15	21	12	73	29
5.	51	11	26	6	83	18
6.	4	58	4	29	8	94
7.	43	19	17	14	63	37
8.	48	14	27	6	82	20
9.	21	41	11	22	35	67
10.	49	13	28	5	80	22
11.	7	55	3	30	10	92
12.	58	4	33	0	98	4

3. táblázat. A 4. elméleti feladatra beadott válaszok eloszlása
A helyes válaszokat a vastagítás jelöli.

A C kategória eloszlása a megadott adatokból meghatározható.
A válaszadás hiányát mutatja az, ha a sorokban lévő számok összege kisebb az indulók számánál.

	A	B	C	D	E
1.	6	14	41	15	25
2.	1	23	48	23	7
3.	11	25	4	2	60
4.	5	82	5	1	8
5.	3	15	62	18	3
6.	1	5	44	34	15
7.	24	70	3	0	5
8.	75	15	6	4	2
9.	52	21	14	12	1

4. táblázat A tesztés formában kitűzött számítási feladatokra beadott válaszok eloszlása. A helyes választ a vastagítás jelöli. A válaszadás hiányát mutatja az, ha a sorok összege kisebb az indulók számánál.

	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1.	2	6	30	7	17	3	8	10	4	7
2.	0	14	33	10	5	1	7	13	11	1
3.	6	13	3	1	39	3	11	0	1	18
4.	0	55	1	1	5	3	24	4	0	2
5.	1	9	40	9	3	2	5	17	8	0
6.	1	3	27	20	10	0	2	15	12	2
7.	11	48	2	0	1	10	19	1	0	3
8.	50	6	2	3	1	21	6	4	1	1
9.	34	11	8	8	1	14	9	5	3	0

5. táblázat. A tesztes formában kitűzött számítási feladatokra beadott válaszok eloszlása az A (bal) és a B (jobb) kategória esetén. A C kategória eloszlása a 4. és az 5. táblázatokból meghatározható.

Új évaddal folytatódik a Richter TETT-mesepályázat

Ismét természettudományos ihletésű mesék alkotására hívja a diákokat a Richter TETT-mesepályázat. A program a természettudományok és az irodalom találkozására épül, miközben saját alkotóerejük felfedezésére ösztönzi a fiatalokat.

A *TETT: Te és a természettudományok – mesés történetek* pályázat a Richter Gedeon Nyrt. és a Természettudományos Oktatásért Szabó Szabolcs Emlékére Közhasznú Alapítvány szakmai partnerségében valósul meg. A program fővédnökei Döbrentey Ildikó és Levente Péter.

A pályázatra magyarországi és határon túli magyar közoktatási intézményekből egyaránt lehet jelentkezni. Általános iskolások a 3. osztálytól, továbbá középiskolások és középfokú szakképzésben tanuló diákok nevezhetnek. Három korcsoportban, egyénileg vagy kétfős csapatban lehet indulni. Munkájukhoz felnőtt segítő, azaz mentor támogatását is kérhetik.

A pályázók olyan magyar nyelvű történetet írhatnak, amelyben a környezet- és természetismeret, a földrajz, a biológia, a fizika vagy a kémia gondolatai szervesen épülnek be a cselekménybe. A program célja a természettudományok megszerettetése, valamint az íráskészség, a képzelet és a kreatív, precíz gondolkodás fejlesztése. Emellett segíti a fiatalokat saját alkotóerejük felfedezésében, így egyszerre alkotói verseny és személyiségfejlesztő program.

A pályaműveket több szakterület képviselőiből álló zsűri bírálja el. Az értékelésben a természettudományos korrektség mellett az írói készség, a képzeletgazdagság és a történetvezetés is számít. A kiemelkedőnek ítélt alkotások bekerülhetnek a Richter TETT-könyvbe, a díjazottakat pedig nagy értékű jutalmak várják.

Az eddigi öt évadban a program közel 700 iskolát és több mint 700 pedagógust ért el. A beérkezett 3280 pályaműből 507 jelent meg a TETT öt kiadványában.

A hatodik évad részletes pályázati kiírása és a nevezés feltételei a www.tettmesepalyazat.hu oldalon találhatók.

Kémia tehetséggondozó szakkörhálózat és Olimpiai Iskola a MATFIN Alapítvány szervezésében

2026 őszén két új tehetséggondozó program indul kémia iránt komolyan érdeklődő középiskolásoknak.

A Kémia Olimpiai Iskola neve megtévesztő lehet: nem szűken vett versenyfelkészítésről van szó, hanem olyan programról, amelyben a kémiát a középiskolai tananyagnál mélyebben és gyakorlatiasabban lehet megismerni. Aki eljut odáig, annak innen vezethet tovább az út a nemzetközi diákolimpia felé, de a program ennél többet és mást is kínál, és a részvétellel semmilyen versenyzési kötelezettséggel nem jár.

A hangsúly a laboratóriumi munkán van. Az idő felét az ELTE lágymányosi laborjában (SuperSmartLab) töltik a résztvevők, ahol valódi preparatív és analitikai munkára, mérésekre és olyan technikák megismerésére van mód, amikre iskolai körülmények között nincs lehetőség. Ezek mellé jön a feladatmegoldás és olyan kémiai témakörök áttekintése, amelyek bár nincsenek attól távol, de a magyar tantervekben nem szerepelnek. Az oktatók korábbi olimpikonok, kutatók, az ELTE tanárai. Elsősorban 11-12. évfolyamos diákokra számítunk, de ambiciózus tizedikesek is jelentkezhetnek. Öt hétvége lesz októbertől februárig, egy alkalom vasárnap délutántól kedd délig tart, két teljes képzési nap: október 4-6., november 1-3., december 6-8., 2027. január 3-5., január 31-től február 2-ig.

A részvétel ingyenes, a szállodai szállást és az étkezést a szervezők biztosítják.

Az Olimpiai Iskola ugyanakkor csak a csúcsa annak a széles alapokon nyugvó programnak, amely a matematikai, az informatikai és a természettudományos tehetséggondozás – talán nem túlzás ezt állítani – új dimenzióba emelését tűzte ki célul. A Nobel-díjas Krausz Ferenc alapította MATFIN Alapítvány célja, hogy a legkülönbébb eszközökkel támogassa a matematika, az informatika, a fizika, a biológia, a mesterséges intelligencia és nem utolsósorban a kémia területén kiemelkedő középiskolásokat, a szakköröktől a versenyfelkészítésig.

Hosszú távon egy olyan, egymásra épülő tehetséggondozó rendszert szeretne működtetni, amelyben a diákok követhető fejlődési utat

találnak: a bevezető szinttől a haladó felkészítésig, a legjobbak számára pedig akár nemzetközi megmérettetések felé is.

Ennek alapját a középiskolai szakköri hálózat képezi, amely kémiából idén a 9. évfolyamosoknak ajánlott „kezdő” szinttel indul. Három év alatt azonban ki fog épülni a „haladó” és a „mester” szint is, mégpedig a tervek szerint az ország 30 középiskolai központjában.

Ezek a szakkörökön is nagy hangsúly lesz a laboratóriumi munkán, a kísérletezésen, erre alapozva tudnak elmélyülni a résztvevők a kémia különböző témaköreiben. Versenyfelkészülésre, emelt szintű érettségire való felkészülésre, vagy csak arra az elmélyült problémamegoldó gondolkodásra, amit a kémia világa nyújt, egyaránt kiváló lehetőség ez az összesen 50 órás szakkör. És természetesen innen vezet a legkézenfekvőbb út az Olimpiai Iskolába is.

A program megvalósításában a Magyar Kémikusok Egyesülete is jelentékeny szerepet vállalt.

Kérdéseikkel a programok koordinátoraihoz fordulhatnak:

Magyarfalvi Gábor magyarfalvi.gabor@matfin.org

Zagyi Péter zagyi.peter@matfin.org

Buzafalvi Dénes

Hatalmas magyar győzelem a 9. Nemzetközi Kémia Tornán

2026-ben ismét sikeres évet tudhat maga mögött a Nemzetközi Kémia Torna magyar csapata, mely a versenyt megnyerte Dél-Koreában. A csapattagok a februárban az ELTE Természettudományi Karán megrendezett válogatóversenyen kerültek kiválasztásra, a 12 legjobban teljesítő diák kvalifikálta magát, a képviselt iskolák Budapesten, Szegeden, Pécsen, Szombathelyen, Zalaegerszegen és Gödöllőn helyezkednek el.

A diákok tavasztól kezdve több hónapos felkészítési folyamaton mentek keresztül, ahol megismerkedtek a nemzetközi verseny szabályaival, és rengeteg versenyhez szükséges készségüket fejlesztették, mint a kritikus problémamegoldó képesség, projektmunka, előadói és vitakészség, illetve a tudományos szaknyelv használata angolul. A felkészülési folyamat legfontosabb állomása idén is a Kehidakustányban megrendezett egyhetes tábor volt július 6. és 12. között, itt a versenyzők intenzív munkát végezhetek feladataikon, gyakorolhatták előadásait, és konzultálhattak felkészítőikkel. Az idei feladatsor a korábbi évekhez hasonlóan változatos kihívásokat tartogatott a kémia számos területéről, így a versenyzőknek többek között foglalkozniuk kellett a sérült korallzátonyokon alkalmazható kötő- és ragasztóanyagokkal, az NMR-spektroszkópia gyakorlati határaival, és egy, a Csillagok Háborúja univerzumában leírt különleges fiktív üzemanyag megalkotásával is.

Természetesen a szakmai munka mellett a tábor egy meghatározó szociális élmény is volt, tábortűz mellett eltöltött éjszakákkal, kirándulással a Keszthelyi-hegységben és strandolással a Kehida Termálfürdőben. A tábort követő hétvégi felkészítőkön a HUN-REN Természettudományi Kutatóközpontjában a versenyzők tovább finomíthatták megoldásaikat, és értékes visszajelzést kaptak egymástól, illetve a szakmai felkészítő-csapattól is.

A versenynek idén a Korean Minjok Leadership Academy adott otthont a Koreai Köztársaságban, 2026. augusztus 15-19. között. A kiutazás során a verseny előtti napokban a delegációnak lehetősége volt felfedezni a fővárost, Szöult, ami hatalmas élmény volt minden résztvevőnek. Maga a verseny szervezése idén is meglehetősen professzionális volt, nagy számú helyi önkéntes segítette a verseny sikeres lebonyolítását, mind a

viták sikeres levezénylését, mind a nyitó- és záróünnepségeket vagy a kultúrprogramokat (hagyományos koreai zenebemutató, íjászat, kalligráfia). Az önkéntesek mellett a magyar delegáció is hozzájárult a verseny szervezéséhez, a versenyzőket a csapatvezetőkön kívül Vaskó Lili, Formanné Kiss Andrea, Dr. Pálvölgyi Ádám, és Nagy Bence kísérte el, akik a verseny során moderátorként és zsűritagként vettek részt.

Az idei kémia tornán három kontinens 16 csapata mérkőzött meg, amely a verseny rövid története során az eddigi legtöbb, az új résztvevők között megtalálható az Egyesült Királyság, Bulgária és Kirgizisztán is. Bízunk benne, hogy a lendület kitart, és jövőre még nagyobb mezőnnyel vágunk neki a 10. jubileumi IChTo-nak. Az elődöntős szakasz során mindkét magyar csapat kiemelkedően jól teljesített és jelentősen el tudott lépni a mezőny többi részétől. A pirosak és zöldek gyakran egymást váltották az első helyen, és végül 1. és 2. helyen jutottak be a döntőbe, a nevezetes brit magániskola, a St Paul's School társaságában. A pirosak a döntőben mindhárom szerepben gyönyörű teljesítményt nyújtottak, a csapatkapitány Kovács Petra adta elő NMR-spektroszkópiával kapcsolatos megoldását, ezután pedig Leiner Emma opponálta páratlan szakmaisággal és vitakészségekkel a britek előadását, melyet a zsűri a teljes verseny egyik legjobb oppozíciójaként értékelt. A zöldeket Gombos Dávid képviselte előadóként a döntőben, aki a hennatetoválás színváltozásának felgyorsításáról tartott egy egészen rendkívüli előadást élő kísérleti demonstrációval, melyet saját magán mutatott be. Sajnálatos módon a nemzetközi zsűri részéről erre kevésbé volt fogadókészség, és az előadásra kapott alacsony pontszám a zöld csapat győzelmi esélyeit jelentősen lecsökkentette. A fejlemények ellenére mindkét csapat hihetetlenül büszke lehet magára, a piros csapat végül meg is nyerte a döntőt, és az elődöntős teljesítmények alapján számos egyéni díjat is elhoztunk. Minden nap boldogsággal töltött el, hogy a versenyzők mind szakmailag, mind emberileg példát tudtak mutatni a verseny során, és ennek a gyümölcse jelentős részben be is ért újra idén.

A csapatban aranyérmet elért Hungarian Team Red tagjai:

- Kovács Petra (csapatkapitány, Eötvös József Gimnázium, Budapest)
- Kemény Bori (Szent István Gimnázium, Budapest)
- Leiner Emma (Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma, Pécs)
- Hoang Minh Quan (Szent István Gimnázium, Budapest)
- Halász Viktória (Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium)
- Barkó Zora (ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnázium, Budapest)

Csapatvezetőjük: Csoma Balázs (HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont)

A csapatban ezüstérmet elért Hungarian Team Green tagjai:

- Róthy-Gruber Péter (csapatkapitány, ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Szombathely)
- Balajti Péter (Szent István Gimnázium, Budapest)
- Gombos Dávid (Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg)
- Molnár Gréta (PTE Babits Mihály Gyakorló Gimnázium, Pécs)
- Bencze Kinga (Gödöllői Török Ignác Gimnázium, Gödöllő)
- Bálint Kálmán István (Dugonics András Piarista Gimnázium, Szeged)

Csapatvezetőjük: Buzafalvi Dénes (Clario Clinical Kft.)

Egyéni összetett helyezések:

- Aranyérem: Gombos Dávid, Bencze Kinga Emese
- Ezüstérem: Leiner Emma, Kemény Bori, Hoang Minh Quan
- Bronzérem: Bálint Kálmán István, Barkó Zora Borbála, Balajti Péter
- Legjobb előadó különdíj: Gombos Dávid
- Legjobb bíráló (reviewer) különdíj: Bencze Kinga Emese

Legjobb feladatmegoldó különdíjak: Gombos Dávid (3. feladat), Hoang Minh Quan (5. feladat), Leiner Emma (10. feladat), Barkó Zora Borbála (12. feladat)

Szeretnénk megköszönni minden tanárnak, pedagógusnak, akik segítettek a versenyzők kibontakozását, és megszerettették velük a kémiát, a tudományt, akik megadták nekik a tudást, lelkesedést és motivációt, amelyből oly sok szükséges ehhez a versenyhez. A Nemzetközi Kémia Tornára a csapatot felkészítették:

- Buzafalvi Dénes (Clario Clinical Kft.)
- Csoma Balázs (HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont)
- Hegedűs Márton (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem)
- Járay-Vojcek Hanna (Pécsi Tudományegyetem)
- Koharek Anna Livia (University of Cambridge)
- Nagy Bence (Semmelweis Egyetem)
- Dr. Pálvölgyi Ádám Márk (Raiffeisen Software GmbH)
- Dr. Szappanos Attila (Semmelweis Egyetem)
- Temesvári-Nagy Levente (Universität Heidelberg)
- Vaskó Lili (Állatorvostudományi Egyetem)

Hatalmas köszönettel tartozunk a Magyar Kémikusok Egyesületének, különösen Szabó János Zoltánnak és Schenker Beatrixnak, akik rengeteget hozzájárultak a verseny sikeréhez, intézményi háttérrel szolgáltatva annak, az ELTE Természettudományi Karának és a HUN-REN Természettudományi Kutatóközpontjának, melyek helyszínt adtak a válogatóverseny megrendezéséhez és a felkészítő alkalmakhoz, továbbá köszönjük minden céges, alapítványi és egyéb támogatóknak, akik a felkészítési folyamatot és a döntőre való kiutazást pénzügyileg lehetővé tették:

- Nemzeti Tehetség Program (Kulturális és Innovációs Minisztérium)
- Richter Gedeon Nyrt.
- Euroapi Hungary Kft.
- Egis Gyógyszergyár Zrt.

- Diagon Kft.
- BorsodChem Zrt.
- LabCup, Ltd.
- Soneas Vegyipari Kft.
- Állatorvostudományi Egyetem
- Szent István Gimnázium Alapítványa
- Piarista Alapítvány
- Eötvös József Gimnázium Alapítványa
- Budapest X. Kerület Önkormányzata
- Budapest XVI. Kerület Önkormányzata
- Szombathely Megyei Jogú Város Önkormányzata



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



Nemzeti Tehetség
Program



RICHTER GEDEON

HUNGARIAN
CHEMICAL
SOCIETY



MAGYAR
KÉMİKUSOK
EGYESÜLETE



ELTE



SVT ISTVÁN
GIMNÁZIUM



europi



PIARISTA
ALAPÍTVÁNY



KŐBÁNYA
az élő város



www.labcup.net



SONEAS
Chemistry for a better life



BorsodChem
Chemistry for generations



EÖTVÖS
Eötvös József Gimnázium



DIAGON®
Kutatások és megoldások

A verseny iránt érdeklődő diákoknak, tanároknak, szülőknek javasoljuk felkeresni közösségi médiafelületeinket (International Chemistry Tournament Hungary - Facebook, Instagram), illetve megújult weboldalunkat (kemiaitorna.mke.org.hu), ahol további információkat tudhatnak meg rólunk, és hamarosan friss információkkal jelentkezünk majd a következő évi válogatóversenyünkről is!

59. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny 2027 – Versenykiírás

A VERSENY MEGHIRDETŐJE: a Magyar Kémikusok Egyesülete Kémia-tanári Szakosztálya és a Pécsi Tudományegyetem.

A VERSENY CÉLJA: a tehetséget felismerni, gondozni, a tehetség kibontakoztatását segíteni a magyarországi és a határon túli magyar kémia-oktatásban.

Az Országos Tanulmányi Versenyek évenként megújuló és bővülő szakmai rendezvények. Fő céljuk a tehetségek felkutatása, gondozása és kiválasztása. A közoktatás egészére vonatkozó reformtörekvések kiemelt szerepet szánnak a tehetséggondozásnak, az alkotóképesség fejlesztésének és kiterjesztésének. Az egyéni teljesítményekben tükröződik az iskolában folyó pedagógiai munka, a pedagógusok szakmai felkészültsége, az oktatómunka hatékonysága.

Az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny (Irinyi OKK), mint a kémiaoktatás eszköze évtizedek óta jelen van Magyarországon, és a határon túli magyar kémiaoktatásban is egyedülálló szerepet tölt be. Egyrészt a tehetséggutató eszköze, másrészt növeli a tanulás és tanítás hatékonyságát. A versenyfeladatok kiválasztásának alapelvét a következőképpen fogalmazhatjuk meg: a kitűzött feladat a versenyző tudásának mélységét, és ne csak a mennyiségét mérje, vagyis a probléma megértése vagy a megoldáshoz vezető út késztesen gondolkodásra. A feladatok egy részének megoldásában segítséget nyújthat az előző fordulók feladatsorainak részletes megoldása. A feladatokat úgy kell megválasztani, hogy a kitűzött időn belül megoldhatók legyenek.

A feladatok készítőinek célja, hogy a kommunikációs, a narratív, a döntési, a szabálykövető, a lényegkiemelő, a problémamegoldó, a kritikai, valamint a komplexitást és az információk kezelésével kapcsolatos képességeket (kulcskompetenciákat) próbálja meg mérni természettudományos és azon belül kémiai szempontból.

Az Irinyi OKK Versenybizottság közvetett céljai között szerepel – tudván, hogy a versenyek visszahatnak a mindennapi oktatásra –, hogy az egész magyar kémiaoktatást pozitív irányba befolyásolja, hangsúlyosan a képességekőzpontú, gyakorlatorientált tanítás irányába.

A VERSENY KATEGÓRIÁI KORCSOPORTOK SZERINT:

Az I. kategóriába tartoznak a 9. évfolyam tanulói.

- **I.A.** kategóriába tartoznak azok a gimnáziumi tanulók, akiknek középiskolai tanulmányai (azaz 9. és 10. évfolyam) során összesen nincs heti 4-nél több kémiaórája.
- **I.B.** kategóriába tartoznak azok a tanulók, akiknek középiskolai tanulmányai (azaz 9. és 10. évfolyam) során összesen több mint heti 4 kémiaórája van.
- **I.C.** kategóriában versenyezhetnek azon technikumok és szakgimnáziumok tanulói, akiknek középiskolai tanulmányai (azaz 9. és 10. évfolyam) során összesen nem több mint heti 4 kémiaórája van.

A II. kategóriába tartoznak a 10. évfolyam tanulói.

- **II.A.** kategóriába tartoznak azok a gimnáziumi tanulók, akiknek középiskolai tanulmányai (azaz 9. és 10. évfolyam) során összesen nincs heti 4-nél több kémiaórája.
- **II.B.** kategóriába tartoznak azok a tanulók, akiknek középiskolai tanulmányai (azaz 9. és 10. évfolyam) során összesen több mint heti 4 kémiaórája van.
- **II.C.** kategóriában versenyezhetnek azon technikumok és szakgimnáziumok tanulói, akiknek középiskolai tanulmányai (azaz 9. és 10. évfolyam) során összesen nem több mint heti 4 kémiaórája van.

A JELENTKEZÉS ÉS A RÉSZVÉTEL FELTÉTELEI:

A versenyben részt vehetnek valamennyi magyarországi és határon túli magyar középiskola nappali tagozatos 9-10. évfolyamos, ill. ennek megfelelő évfolyam tanulói és magántanulói. Az évhalasztást kapott tanulók az adott évben nem vehetnek részt a versenyen. A tanulóknak a versenyre az iskola igazgatójánál kell jelentkezni. Az iskolák on-line módon jelentkeztesik a diákokat a megadott határidőig az Irinyi OKK honlapján elérhető online rendszert használva:

<https://www.irinyiverseny.mke.org.hu/regisztracio>.

A versenyen való részvétel kizáró okai:

A Versenybizottság kizárhatja azt a tanulót, aki a valóságnak nem megfelelő kategóriában jelentkezett, és a szándék indokolatlan előny megszerzésére irányult.

A Versenybizottság (esetről készült jegyzőkönyv elemzése alapján) kizárhatja a tanulót a verseny folyamatából, ha meg nem engedett segéd-eszközöket használt akár az elméleti-, akár a gyakorlati fordulón.

Amennyiben egy versenyzőnek rokona, hozzátartozója vagy tanára van a Versenybizottságban, akkor a (felnőtt) szakember az adott tanévben nem vehet részt a feladatkészítés és lektorálás munkafolyamatában, nem ismerheti az egyes fordulók anyagát még részleteiben sem.

A VERSENY TÉMÁJA, ISMERETANYAGA, FELKÉSZÜLÉSHEZ FELHASZNÁLHATÓ IRODALOM:**Az elméleti verseny anyagának alapja az általános- és középiskolákban tanult kémia, kategóriánként értelmezve.**

Az Irinyi OKK Versenybizottság a feladatok összeállításakor tekintettel lesz a kerettantervek kiadásának és jogállásának rendjére vonatkozó 51/2012. (XII. 21.) számú EMMI rendelet mellékleteiként megjelölt kémia kerettantervek tartalmára, valamint az 5/2020 (I.31.) Kormányrendelet a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról szóló 110/2012. (VI.4. Korm. rendelet módosításáról megnevezésű jogszabály alapján készült kerettantervek tartalmára (<https://www.oktas.hu/kozneveles/kerettantervek/>), azonban fenntartja a jogot, hogy (a verseny tehetséggondozó jellegéből fakadóan) a kerettantervek által választható tananyagként megjelölt ismeretekre épülő feladatokat is kijelöljön. Mind az elméleti, mind a számításos feladatok egy része túlmutat a középiskolás anyagon, de a megoldáshoz szükséges fogalmak és eszközök leírása megtalálható a feladat szövegében. A megoldáshoz szükséges a leírtak megértése, és azok alkotó alkalmazása. A versenyzők elméleti ismeretei terjedjenek ki az alkalmazott és a környezeti kémiára, valamint a kémia történetének magyar vonatkozásaira, és főként, legyenek beágyazva az integrált természettudományos szemléletbe. A gyakorlati versenyen a logikai-kombinatív készségek és az eszközhasználat mellett a manuális készségek fejlesztését is igénylő elemzésben kell jártasságot bizonyítani.

A 2. és 3. fordulós laboratóriumi gyakorlatok anyaga:

- i. a 9. osztályos versenyzőknek sav-bázis titrálások (erős vagy gyenge, egy- vagy többértékű savak és bázisok),
- ii. a 10. osztályos versenyzőknek reagens nélküli minőségi analízis. Az ismeretlenek reagenskénti használata szükségessé teszi a kémiai ismeretek felhasználásával történő kombinatív gondolkodást. A következő ionok egymással lejátszódó reakcióit (tapasztalat, reakció-egyenlet) kell ismerniük a versenyzőknek:
 - a. A 2. fordulóra javasolt kationok: H^+ , Ag^+ , Ca^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Na^+ , Ni^{2+} , Pb^{2+} , NH_4^+ ; javasolt anionok: OH^- , Cl^- , CO_3^{2-} , I^- , NO_3^- , S^{2-} , SO_4^{2-} .
 - b. A 3. fordulóban előforduló kationok: H^+ , Ag^+ , Al^{3+} , Ca^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Na^+ , Ni^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , NH_4^+ ; anionok: OH^- , Cl^- , CO_3^{2-} , I^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , S^{2-} , SO_4^{2-} . Az azonosításhoz a döntőben sav-bázis indikátor is használható.

A megyei (budapesti) forduló laboratóriumi feladatait a helyi szervező- és versenybizottság állítja össze, akik eltérhetnek a fenti javaslattól (akár a laboratóriumi feladatok jellegét tekintve is).

A felkészüléshez segítséget nyújtanak a www.irinyiverseny.mke.org.hu weboldalon található anyagok és a Középiskolai Kémiai Lapokban megjelent ismertetőik és feladatok, valamint a nagy számban elérhető feladatgyűjtemények.

A versenyen a következő elméleti és számolási témakörök ismeretét kérjük:**I.A., I.B. és I.C. kategória:**

- 1. forduló (iskolai forduló):

Elmélet: az általános iskola 7. és 8. osztályában tanult kémiai ismeretek, valamint az atom- és molekulaszervezet, az atomszerkezet és a periódusos rendszer kapcsolata, halmazszerkezet, keverékek, oldatok

Számolás: anyagmennyiség és moláris mennyiségek, sűrűség, relatív sűrűség, molekulaképlet-meghatározás, oldatkészítés – tömegszázalék

- 2. forduló (fővárosi, megyei forduló): az 1. forduló anyaga az alábbiakkal kiegészítve:

Elmélet: oldhatóság, oldódás energiaviszonyokkal, termokémia

Számolás: oldhatósággal, oldatkészítéssel és oldatösszetétellel kapcsolatos számítások, kristályvizes anyagok képlete, oldatkészítés kristályvizes anyagokkal is, kikristályosítás, egyszerűbb és összetettebb sztöchiometriai számítások

- 3. forduló (országos döntő): az előző fordulók anyaga az alábbiakkal kiegészítve:

Elmélet: reakciókinetika, kémiai egyensúly, sav-bázis reakciók, savak, bázisok

Számolás: termokémiai számítások, egyensúlyi számítások

II.A. és II.C. kategória: az I. kategória teljes anyaga, az alábbiakkal kiegészítve:

- 1. forduló (iskolai forduló):

Elmélet: redoxireakciók, elektrokémia, hidrogén, halogének, nemesgázok, szénhidrogének és ezek reakciói

Számolás: képletmeghatározás, gázelegyek összetétele, reakción alapuló oldatkészítés és oldatösszetétel

- 2. forduló (fővárosi, megyei forduló): az 1. forduló anyaga az alábbiakkal kiegészítve:

Elmélet: nemfémek és vegyületeik, egyszerű funkciós csoportos oxigéntartalmú szerves vegyületek (hidroxil-, oxovegyületek, éterek)

Számolás: gázok állapotegyenlete, pH-számítás erős savra és erős bázisra

- 3. forduló (országos döntő): az előző fordulók anyaga az alábbiakkal kiegészítve:

Elmélet: fémek és vegyületeik, összetett funkciós csoportos szerves vegyületek (karbonsavak, észterek, zsírok, olajok, szénhidrátok)

Számolás: elektrolízis, összetett feladatok megoldása a teljes középiskolai kémia tananyag témaköréből

II.B. kategória: az I. kategória teljes anyaga, az alábbiakkal kiegészítve:

- 1. forduló (iskolai forduló):

Elmélet: redoxireakciók, elektrokémia, hidrogén, halogének, nemesgázok, szénhidrogének és halogéntartalmú szerves vegyületek reakciói

Számolás: elektrolízis, képletmeghatározás, gázelegyek összetétele, reakción alapuló oldatkészítés és oldatösszetétel

- 2. forduló (fővárosi, megyei forduló): az 1. forduló anyaga az alábbiakkal kiegészítve:

Elmélet: nemfémek elemek és vegyületeik, oxigéntartalmú szerves vegyületek (hidroxi-, oxovegyületek, éterek, karbonsavak, észterek)

Számolás: gázok állapotegyenlete, pH-számítás erős savra és erős bázisra

- 3. forduló (országos döntő): az előző fordulók anyaga az alábbiakkal kiegészítve:

Elmélet: szénhidrátok, nitrogéntartalmú szerves vegyületek (aminok, amidok, aminosavak), fémek és vegyületeik

Számolás: összetett feladatok megoldása a teljes középiskolai kémia tananyag témaköréből

A NEVEZÉS MÓDJA, HATÁRIDEJE:

Az iskolák online módon jelentkeztetik a diákokat az Irinyi OKK honlapján elérhető online rendszert használva:

<https://www.irinyiverseny.mke.org.hu/regisztracio>.

A jelentkezés csak a honlapról letölthető szülői nyilatkozat aláírt, szkennelt vagy fényképezett feltöltése után lesz érvényes. Minden gyermek szüleitől aláírt adatvédelmi nyilatkozatot kérünk (1. sz. melléklet).

Jelentkezési határidő: **2026. december 4.** Nevezési díj az iskolai és a megyei (budapesti) fordulóban nincs. Fizetendő nevezési és részvételi hozzájárulás a döntő fordulóra 25 000,-Ft/fő.

FORDULÓK:

Mindhárom fordulóban külön feladatsort kapnak a 9., illetve a 10. osztályos tanulók.

Az 1. fordulót (iskolai fordulót) az iskolák szervezik és bonyolítják le. A forduló **csak elméleti és számítási feladatokból áll**, amelyet az Irinyi OKK Versenybizottság készít el. A feladatsor megoldására megengedett időtartam a feladatlapokon olvasható.

A feladatsor két részből áll:

- elméleti feladatok, amelyek a tanulók elméletben elsajátított ismereteinek készség szintű alkalmazását hivatottak mérni, számos ábrával, grafikonértelmezéssel, gyakorlati példákkal,
- számolási feladatok, amelyek a mindennapi élettel, gyakorlattal kapcsolatosak, a matematikai eszközhasználat, az olvasás-szövegértés és a kémiai ismeretek kombinációi.

A javítás után a Megyei (Budapesti) Versenybizottság által megadott pontszám (az elérhető maximális pontszám min. 30%-a) feletti dolgozatokat az iskola igazgatója megküldi a Megyei (Budapesti) Versenybizottságnak. A Megyei (Budapesti) Versenybizottság felülbírálja a megkapott dolgozatokat és összeállítja a következő, azaz a megyei fordulóra behívandó tanulók névsorát. Az I.C. és a II.C. kategória versenyzőinek dolgozatait – továbbjutási szempontból – az Irinyi OKK Versenybizottság bírálja el, így ezeket a dolgozatokat a szaktanári javítás után az iskola igazgatója a Magyar Kémikusok Egyesületének küldi el.

A megyei (fővárosi) fordulóra továbbjutó diákok névsorát a Megyei (Fővárosi) Versenybizottság továbbítja az MKE Titkárságnak. Az MKE Titkárság értesíti a továbbjutó diákok iskoláját, a diákokat pedig az iskola.

A 2. forduló (fővárosi, megyei forduló) írásbeliből és laboratóriumi gyakorlatból áll, a Megyei (Budapesti) Versenybizottságok szervezik és bonyolítják le (lehetőleg megyénként egy helyszínen). A feladatlapot az Irinyi OKK Versenybizottság készíti el és a Magyar Kémikusok Egyesületén keresztül juttatja el. A forduló eredményei, valamint az Irinyi OKK Versenybizottságnak a megyei fordulóból az országos döntőbe juttatható keretszáma alapján a Megyei (Budapesti) Versenybizottság elkészíti az országos döntőbe jutott versenyzők névsorát versenykategóriánkénti bontásban és továbbítja az MKE Titkárságnak. Az MKE Titkárság értesíti az eredményekről az illetékes iskolákat, valamint a döntőre vonatkozó információkat tartalmazó levelet továbbítják a döntőbe jutott diákok iskolájának. Az I.C. és II.C. kategória középdöntőjének lebonyolítása nem a Megyei (Budapesti) Versenybizottság feladata, hanem a jelentkező technikumok egyikében történik. A középdöntő eredményének ismeretében az Irinyi OKK Versenybizottság választja ki a döntőbe kerülő tanulókat, akiknek létszáma független a megyei keretszámtól.

A **3. fordulót (országos döntőt)** a Magyar Kémikusok Egyesülete és a Pécsi Tudományegyetem szervezi és bonyolítja le. A továbbjutott versenyzők a verseny on-line rendszerén keresztül jelentkezhetnek a döntőbe. **A döntő 3 napos, írásbeli feladatból és laboratóriumi gyakorlati feladatból, valamint a legjobbak szóbeli versenyéből áll.** Mind az írásbelin, mind a laboratóriumi gyakorlaton külön-külön feladatsort, illetve feladatot kapnak a 9. és a 10. osztályos tanulók. Az értékelést és a rangsorolást a tantervi különbségeknek megfelelően, kategóriánként végzi az Irinyi OKK Versenybizottság.

A fordulók időpontja:

1. forduló: **2027. január 14.**
2. forduló: **2027. február 18.**
3. forduló: **2027. április 2-4.**

A VERSENY HATÁRIDŐI:

Az iskolák online módon jelentkeztetik a diákokat az Irinyi OKK honlapján elérhető on-line rendszert használva. A jelentkezés csak a honlapról letölthető két nyilatkozat aláírt, szkennelt feltöltése után lesz érvényes. Igazgatói igazolás szükséges a tanulónak a kiírt versenyfeltételeknek való megfeleléséről (1. sz. melléklet), valamint minden gyermek szüleitől aláírt adatvédelmi nyilatkozatot kérünk (2. sz. melléklet). Nevezésnél az iskola hivatalos e-mail címét is kérjük megadni, ahová majd (a versenyfelelősnek) a feladatsort elküldheti a Magyar Kémikusok Egyesülete. **Jelentkezési határidő: 2026. december 4.**

Az Irinyi OKK Versenybizottság elkészíti a feladatlapot, a javítási útmutatót és a Magyar Kémikusok Egyesülete egy-egy példányban eljuttatja azokat a versenyre bejegisztrált iskolák versenyfelelősének (az iskola nevezésnél megadott, hivatalos e-mail címére) **2027. január 12-ig.**

Az iskolai fordulók lebonyolítása az érettségi vizsgák szabályai szerint zajlik **2027. január 14-én, csütörtökön, 14.00-16.00 óra között.**

A szaktanári javítás után, a Megyei (Budapesti) Versenybizottság által megadott pontszám (az elérhető maximális pontszám min. 30%-a) felletti dolgozatokat az iskola igazgatója megküldi a Megyei (Budapesti) Versenybizottságnak **2027. január 21-ig,** kivéve az I.C. és II.C. kategóriát, melyeknek kijavított dolgozatait megküldik a Magyar Kémikusok

Egyesületének **2027. január 21-ig**. Kérjük az iskolákat, hogy akkor is jelezzenek vissza a Megyei (Budapesti) Versenybizottságnak illetve a Magyar Kémikusok Egyesületének, ha nem küldenek versenyzőt a megyei fordulóra.

A Megyei (Budapesti) Versenybizottság (ill. a „C” kategóriák esetében az Irinyi OKK Versenybizottság) felülbírálja a felterjesztett dolgozatokat, összeállítja a megyei fordulóra behívandó tanulók névsorát, és megküldi azt a Magyar Kémikusok Egyesületének **2027. január 26-ig** és az MKE kiértékelíti az iskolákat az eredményekről legkésőbb **2027. január 29-ig**.

A Magyar Kémikusok Egyesülete megküldi a Megyei (Budapesti) Versenybizottságnak a megyei forduló feladatlapjait a tanulói létszámnak megfelelő példányszámban, **2027. február 16-ig**. A megyei fordulók lebonyolítása a Megyei (Budapesti) Versenybizottság által felkért iskolákban **2027. február 18-án, csütörtökön, 9.00-18.00 óra között valószínűsíthető** meg.

A helyi bizottságok az eredmények alapján továbbítják az országos döntőbe jutott tanulók névsorát kategóriánként az MKE Titkárságnak **2027. február 23-ig**. Az MKE Titkárság értesíti az eredményekről az illetékes iskolákat, valamint a döntőre vonatkozó információkat tartalmazó levelet továbbítják a döntőbe jutott diákok iskolájának legkésőbb **2027. február 26-ig**. A döntőre való jelentkezés kizárólag online módon történik a www.irinyiverseny.mke.org.hu honlapon keresztül **2027. március 8-ig**.

Az **országos döntőt** (3. fordulót) a Magyar Kémikusok Egyesülete és a Pécsi Tudományegyetem szervezi és bonyolítja le. A továbbjutott versenyzők a verseny online rendszerén keresztül jelentkezhetnek a döntőbe. **A döntő 3 napos, írásbeli feladtból és laboratóriumi gyakorlati feladtból, valamint a legjobb szóbeli versenyéből áll.** Mind az írásbelin, mind a laboratóriumi gyakorlaton külön-külön feladatsort, illetve feladatot kapnak a 9. és a 10. osztályos tanulók. Az értékelést és a rangsorolást a tantervi különbségeknek megfelelően, kategóriánként végzi az Irinyi OKK Versenybizottság. Az országos döntő a Pécsi Tudományegyetemen lesz **2027. április 2-4-én**.

A TOVÁBBJUTÁS FELTÉTELE, MÓDJA AZ EGYES FORDULÓKBÓL:

Az **1. fordulóban** a szaktanári javítás után, a Megyei (Budapesti) Versenybizottság által megadott pontszám (az elérhető maximális pontszám min. 30%-a) feletti dolgozatokat az iskola igazgatója megküldi a Megyei (Budapesti) Versenybizottságnak. A Megyei (Budapesti) Versenybizottság felülbírálja a megkapott dolgozatokat és összeállítja a következő, azaz a megyei fordulóba behívandó tanulók névsorát. Az I.C. és II.C. kategóriában versenyzők dolgozatait az Irinyi OKK Versenybizottság bírálja felül, és dönt a második fordulóba hívásról.

A **2. fordulóban** (megyéenként egy helyszínen) a javítást a Megyei (Budapesti) Versenybizottság végzi az Irinyi OKK Versenybizottságtól kapott javítási útmutató alapján. Az eredmények alapján elkészítik az országos döntőbe jutott tanulók névsorát, kategóriánként. A megyéenként benevezhető létszámot az előző verseny eredményeinek figyelembevételével határozza meg az Irinyi OKK Versenybizottság (nevezési keretszám), **az országos döntőbe** jutott tanulók névsorát a helyi versenybizottság elküldi az MKE Titkárságnak. Az I.C. és II.C. kategóriákban döntőbe kerülő tanulók létszámát és névsorát az Irinyi OKK Versenybizottság állapítja meg. Az országos döntőbe összességében legfeljebb 220 tanuló hívható be.

A VERSENY NYELVE:

A verseny nyelve a magyar, de – amennyiben a versenyen résztvevő diáknak nem magyar az anyanyelve, és ezt a felkészítő tanár a regisztrációkor jelzi, – az elméleti feladatsor esetében angol fordítás kérhető. A fordítást az Irinyi OKK Versenybizottság készíti el, és a magyar nyelvű feladatlapokkal együtt juttatja el az érintett iskolákhoz. A versenyző diáknak ekkor is a magyar nyelvű feladatlapot kell kitöltenie, de a feladatok szövegének az értelmezéséhez használhatja az angol fordítást. Kizárólag angol nyelvű fordítás kérhető, más nyelvű nem.

AZ EREDMÉNYEK KÖZZÉTÉTELÉNEK MÓDJA:

Az országos döntőn a verseny eredményhirdetése nyilvánosan és ünnepélyesen történik. A döntő eredményei felkerülnek az internetre, a www.irinyiverseny.mke.org.hu honlapon megtekinthetők, valamint a döntő teljes anyaga (eredményekkel együtt) megjelenik a Középiskolai Kémiai Lapokban.

DÍJAZÁS:

Az országos döntőn, a verseny eredményhirdetésekor kategóriánként, a létszámmal arányosan 3-10 tanuló kap **oklevelet**, 1-3 **plakettet** és az Irinyi OKK Versenybizottság előzetes javaslatának megfelelő **tárgyjutalmat**. További versenyzők **írásbeli dicséretet** kapnak a helyezésekért, illetve a kiemelkedő részeredményekért. A verseny egészére vonatkozó általános és szakmai értékek alapján az 1998-ban alapított, értékes tárgyjutalommal járó **Irinyi-díjat** kapja a legjobb 9. osztályos és a legjobb 10. osztályos tanuló. A 2022-ben alapított, tárgyjutalommal járó **Pálinkó István-díjat** kapja meg az a versenyző, aki a döntő szóbeli fordulóján a zsűri véleménye alapján a legszínvonalasabb feleletet adja. **Külön díjazásban** részesítjük a verseny valamelyik részében kimagasló teljesítményt elért tanulókat.

Kiemelt fontosságúnak tartjuk a tehetséggondozásban kimagasló szintű szakmai-emberi teljesítmények elismerését, ezért külön díjazzuk a **legeredményesebb felkészítő pedagógusokat**, valamint a **kiemelkedő tehetséggondozó munkát végző iskolákat**.

A SZERVEZŐK ELÉRHETŐSÉGE:

Magyar Kémikusok Egyesülete, 1106 Budapest, X. kerület Fehér út 10. (White Office) I. emelet 110.,

Tel: +36 20 212 5664; +36 30 720 4417

e-mail: irinyi@mke.org.hu

RENDKÍVÜLI ESEMÉNYEK:

A verseny lebonyolítását érintő rendkívüli események bekövetkezéséről jegyzőkönyvet kell készíteni, melyet az Irinyi OKK Versenybizottság értekel, s a vele kapcsolatos döntést meghozza.

PANASZKEZELÉS:

A lebonyolítással, illetve javítással kapcsolatos panaszokat az Irinyi OKK Versenybizottság elnökének kell benyújtani. Ez megtehető szóban vagy írásban. A panaszok kivizsgálásáért és orvoslásáért az Irinyi OKK Versenybizottság elnöke a felelős.

A szám szerzői

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

Buzafalvi Dénes, Clario Clinical Kft.

Ficsór István Dávid középiskolai tanár, Kecskeméti Református
Gimnázium

Dr. Horváth Judit oktató, McDaniel College

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

Dr. Kiss Edina mesteroktató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Laczkó Gergely PhD hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Szalay Luca középiskolai tanár, egyetemi docens, ELTE TTK, Kémiai
Intézet

Zagyi Péter középiskolai tanár, Németh László Gimnázium, Budapest

TARTALOM

MI LETT BELŐLED IFJÚ VEGYÉSZ? – Krizsán Gergely	246
MESTERSÉGE KÉMIATANÁR – Várallyainé Balázs Judit.....	252
GONDOLKODÓ.....	258
KERESD BENNE A KÉMIÁT!	270
KÉSZÜLJÜNK AZ IRINYIRE!.....	274
KÉMIA IDEGEN NYELVEN	282
Horváth Judit: Kémia németül	282
Barabás Gergő: Kémia angolul.....	291
MŰHELY	297
Kiss Edina, Szalay Luca: Az acaSTEMy ERASMUS+ projekt alatt kifejlesztett modulok és mikrotanúsítványos képzések mint tanárképzési és tanártovábbképzési lehetőségek.....	297
VISSZAMÉRÉS ÉS MELLÉKREAKCIÓK	313
Ficsór István Dávid: A 2026-os Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny döntőjének kilencedikeseknek szóló írásbeli feladatsora	316
NAPRAKÉSZ	343
Új évaddal folytatódik a Richter TETT-mesepályázat	343
Kémia tehetséggyondozó szakkörhálózat és Olimpiai Iskola a MATFIN Alapítvány szervezésében	344
VERSENYHÍRADÓ.....	346
Hatalmas magyar győzelem a 9. Nemzetközi Kémia Tornán.....	346
59. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny 2027 – Versenykiírás	352