

GONDOLKODÓ



Kedves Diákok, kedves Tanárok!

A KÖKÉL két feladatmegoldó pontversenye a 2019/2020-as tanévben is négy fordulóban zajlik.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1. Az egyes feladatmegoldások külön papírlapokra vagy fájllokba kerüljenek, hogy a javítók között szétoszthatók legyenek.
2. A beküldött/beszkenelt anyagok A4 méretű fehér papírra (ne füzetlapokra) készüljenek.
3. Minden egyes lapon, vagy PDF fájlban szerepeljen a példa száma, a beküldő neve és iskolája (a bal felső sarokban).
4. A feltüntetett határidők azt jelentik, hogy a dolgozatot legkésőbb a megadott napon kell beküldeni vagy postára adni és regisztrálni.

Feladatok

**Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Varga Szilárd,
Zagyi Péter**

A megoldásokat 2019. november 4-ig lehet a kokel.mke.org.hu honlapon keresztül feltölteni, vagy postára adás után regisztrálni. A formai követelmények figyelmes betartását kérjük. A postacím:

KÖKÉL Gondolkodó

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

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

K331. Az ózonréteget károsító gázok egyik gyakran elhanyagolt képviselője az **A** gáz, melyet egy nitrátsó hevítésével állítanak elő. Bár szobahőmérsékleten viszonylag inert (attól eltekintve, hogy az embert nevetésre készíti), magasabb hőmérsékleten oxidálja a hidrogént vízzé, a nitrogén-monoxidot nitrogén-dioxiddá.

a) *Mi az **A** gáz? Írd fel a fenti reakcióegyenleteket!*

Az emberiség nagyjából évente 1 millió tonnát bocsát ki a légkörbe, ennek 76%-a a fenti só műtrágyaként való alkalmazásához, majd lassú bomlásához köthető.

b) *Évente hány tonna bomlik el a nitrátsóból **A** gázzá?*

(Forman Ferenc)

K332. Vendel nagykorú lett. Legalábbis a maga számításai szerint, ugyanis 21 évesen végre elérte a d-mezőt. A nagy alkalomra szülei természetesen szkandiummal szeretnék volna megajándékozni. Felmerült ötletként, hogy tiszta fém helyett vörösiszapot vegyenek. Ennek ugyanis számottevő szkandiumtartalma van, $40\text{--}170 \cdot 10^{-6}$ tömegszázalék szkandium-oxid-tartalmat mértek különböző mintákban.

- a) *Legalább mennyi vörösiszapot kellene vásárolni ahhoz, hogy abban – stílusosan – 21 g elemi szkandium legyen?*

Szóba került, hogy egy igen ritka szkandiumásványt szereznek be, amely kristályvíztartalmú szkandium-foszfát. Ritkasága miatt csak 21 mg szkandiumtartalom jöhetett szóba. Vendel édesapja kiszámolta, hogy ehhez 82,17 mg ásványra lesz szükség.

- b) *Mi az ásvány képlete?*

- c) *Melyiknek örülne jobban Vendel?*

(Zagyi Péter)

K333. Vendel szereti azokat a vegyjeleket, amelyekben megfordítva a betűk sorrendjét, szintén egy vegyjelet kapunk. A szkandium vegyjele is ilyen.

- a) *Keresd meg az összes ilyen vegyjelpárt!*

- b) *Válaszd ki azt a párt, amelyikre a következő állítások igazak!*

b1) A két elem felfedezésének éve a legközelebb esik egymáshoz.

b2) A két elem felfedezésének éve a legtávolabb esik egymástól.

b3) A két elem 1:1 arányban vegyületet képez egymással, ezért annak a képlete vicces.

b4) Mindkét elem fém, és vegyületeikben jellemzően ugyanolyan vegyértékűek.

(Zagyi Péter)

K334. Vendel legújabb elfoglaltsága: anagrammákat talál ki. Legújabb gyöngyszeme a születésnapján született, tudjuk melyik elem nevének felhasználásával: *dundi fiam szurkol.*

- a) *Mi az anagrammában elrejtett vegyület neve és képlete?*

- b) *Vendel régebben kitalált anagrammaiban mind biner (két elemből álló) vegyületek neve rejtőzik. Találd ki a vegyület nevét és párosítsd össze a felsorolt információkkal!*

fogalmi szulfid
teli modulról

Az elemek anyagmennyiség-aránya 3:2.
Termoelektromosságot mutató anyag (azaz a hőt elektromos árammá képes alakítani), amit már az Apollo-missziók során is használtak.

arab kezd tolni	Narancssárga félvezető anyag, amelyet LED- ek készítéséhez is használnak.
mind ultraciki	Ásványként Norvégiában fedezték fel.

(Zagyi Péter)

K335. A szkandium legismertebb, legelterjedtebb ásványa a thortveitit. Képletét $\text{Sc}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ -ként vagy $(\text{Sc},\text{Y})_2\text{Si}_2\text{O}_7$ -ként szokás megadni. Arról van szó ugyanis, hogy az ásványban a szkandium egy részét helyettesítheti más három vegyértékű fém, leggyakrabban ittrium. Az ismert mintákban alumínium, vas, itterbium, lantán, diszprózium, erbium is előfordult. A thortveitit összetételét az egyes oxidok (SiO_2 , Sc_2O_3 stb.) tömegszázalékával szokás megadni.

- Add meg a szkandium mellett más fémet nem tartalmazó thortveitit tömegszázalékos összetételét a fent leírt módon, az egyes oxidokra vonatkoztatva!*
- Add meg annak a thortveititnek a tömegszázalékos összetételét, amelyben csak ittrium van a szkandium mellett, mégpedig 1:1 anyagmennyiség-arányban!*
- Elképzeltető-e olyan összetétel, amelyben a szkandium-oxid és az ittrium-oxid tömegszázaléka azonos, és más fém nincs is az ásványban? Ha igen, milyen anyagmennyiség-arányban van jelen a két fém?*

Nemrégiben a drágakőpiacon felbukkant egy lilás színű, szép átlátszó, nagy tisztaságú, 10,01 karátos csiszolt kő, amelyről kiderült, hogy thortveitit. Az eredete homályba vész, az sem egyértelmű, hogy szintetikus (laboratóriumi) vagy természetes anyagról van-e szó. A drágakő-minőségű thortveitit korábban teljesen ismeretlen volt, és azóta sem találtak ilyet. Elemanalízise nagy szkandiumtartalom mellett mindössze 1 tömegszázaléknyi egyéb fém-oxidot mutatott ki.

- Figyelembe véve a korábban felsorolt szóba jöhető fémekeket, legalább hány tömegszázalék a vizsgált kő szkandium-oxid-tartalma?*
- Legalább hány gramm szkandiumot tartalmaz a drágakő?*

(Zagyi Péter)

K336.* A szkandiumnak – mint a három vegyértékű fémeknek általában – nem ismert egyszerű karbonátja. Ha szkandiumsó vizes oldatához karbonátot vagy hidrogén-karbonátot adnak, csapadék válik le, de az nem szkandium-karbonát. Mivel a karbonátionok lúgosan hidrolizálnak, leginkább valamilyen ún. bázisos karbonát képződik, amelyet úgy foghatunk fel, hogy anionként hidroxidiont vagy oxidiont is tartalmaz. A körülmények megfelelő megválasztásával egyértelmű összetételű anyagok keletkeznek. Ilyenek: $\text{Sc}_2\text{O}(\text{CO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; $\text{Sc}(\text{OH})\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; $\text{Sc}_2\text{O}(\text{OH})_2(\text{HCO}_3)_x \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

- Mennyi x értéke az utolsó képletben?*
- Írd fel a fenti csapadékok keletkezésének ionegyenletét szkandium- és karbonátionból kiindulva!*
- Bármelyik anyagból is induljunk ki, hevítés hatására oxid keletkezik belőlük. Melyiknél mérhető a legnagyobb tömegvesztesség?*

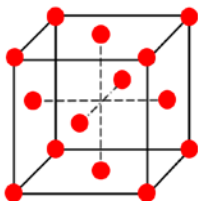
(Zagyi Péter)

K337.* A szkandium egyik fő felhasználási területe az alumínium ötvöztése.

- Milyen előnyös tulajdonságokkal ruházza fel a szkandiummal való ötvöztetés az alumíniumot?*

Az alumínium–szkandium-olvadék megszilárdulása során valójában Al_3Sc összetételű anyag képződik, ennek mikrokristályai diszpergálódnak az alumíniumban.

Az Al_3Sc kristályrácsa az egyszerű, ún. lapcentrált köbös rácson alapul. Ennek elemi cellája egy olyan kocka, amelynek csúcsain és lapjainak középpontjában található egy-egy atom:



- Mely pozíciókat foglalják el a szkandiumatomok és melyeket az alumíniumatomok? (A kérdés megválaszolásához segítséget nyújthat az utóbbi évek ilyen témájú feladatainak és a 2004/2. szám tanulmányozása.)*

c) Egy tipikus alumínium–szkandium ötvözet 0,2 m/m% szkandiumot tartalmaz. Mi az $\text{Al}:\text{Al}_3\text{Sc}$ anyagmennyiség-arány ebben az anyagban?

(Zagyi Péter)

K338.* Lars Fredrik Nilson svéd vegyésznek 1879-ben több kilogrammnyi érc feldolgozásával sikerült néhány grammnyi „földet” – mai megnevezéssel oxidot – elkülönítenie, amelyről kémiai tulajdonságai, spektruma és pontos mérések alapján magabiztosan állította, hogy egy új elem vegyülete. Az oxidból kénsavval szulfátot állított elő, és méréseiből következtetett az elem „atomsúlyára” – ma: relatív atomtömegére – is. Rátekintve Mengyelejev 1871-ben publikált periódusos rendszerére, igazán elégedett lehetett.

Reihen	Gruppe I. — R'O	Gruppe II. — R'O	Gruppe III. — R'O ³	Gruppe IV. RH ⁴ R'O ⁴	Gruppe V. RH ⁵ R'O ⁵	Gruppe VI. RH ⁶ R'O ⁶	Gruppe VII. RH R'O ⁷	Gruppe VIII. — R'O ⁶
1	Li=1							
2	Li=7	Be=9,4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27,3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35,5	
4	K=39	Ca=40	—=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59, Ni=59, Cu=63.
5	(Cu=63)	Zn=65	—=68	—=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=86	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	—=100	Ru=104, Rh=104, Pd=106, Ag=108.
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Su=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	—	—	—	— — — —
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	—	Os=195, Ir=197, Pt=198, Au=199.
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	—	—	— — — —
12	—	—	—	Th=231	—	U=240	—	— — — —

Nilson mérési eredményei:

Versuch	Gewogene Erde	Gebildetes Sulfat
1.	0.3379	0.9343
2.	0.3015	0.8330
3.	0.2988	0.8257
4.	0.3192	0.8823

Végezd el Nilson számításait, és magyarázd meg elégedettségének okát!

(Zagyi Péter)

H311. Egy százötven évnél régebbi kémiakönyvben szerepelt az alábbi táblázat, ami különféle anyagok telített gőzének vizsgálatára során mért, hidrogéngázhoz viszonyított sűrűségeket tartalmaz.

	Relatív sűrűség	Hőmérséklet (°C)
ammónium-klorid	14,44	440
higany(I)-klorid	118,52	440
higany(II)-klorid	135,99	
foszfor-pentaklorid	70,02	
bizmut-triklorid	163,87	
cirkónium-klorid	117,67	440
nióbbium-pentaklorid	157,37	350
tantál-pentaklorid	138,61	350
alumínium-klorid	134,85	440
vas(III)-klorid	164,45	440

Milyen részecskék alkotják a gőzöket? Írd fel a gázfázisba kerülés során lejátszódó reakciókat!

(orosz feladat)

H312. Két egyértékű gyenge savat azonos koncentrációban tartalmazó oldat pH-ja 2,30. Az oldat $10,00 \text{ cm}^3$ -ét $0,300 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú KOH-oldattal titrálva az ekvivalenciapontig mért fogyás $20,00 \text{ cm}^3$. Ekkor az oldat pH-ja 8,93.

Számítsd ki a két gyenge sav disszociációs állandóját!

(magyar feladat)

H313. A Xe-124 izotópról elméleti megfontolások alapján már régóta sejtették, hogy egy nagyon ritka, *kételektron-befogás*nak nevezett radioaktív bomláson megy át, de ezt egészen a közelmúltig nem sikerült kísérletileg kimutatni, így az izotópot stabilnak tüntetik fel a táblázatok. Az Olaszországi Gran Sasso Laboratóriumban, amely elsősorban neutrínófizikai kutatásokkal foglalkozik, és elég mélyen a föld felszíne alatt

van, nemrégiben sikerült a valóságban is kimutatni ezt a radioaktív bomlást egy olyan kísérlet során, amelynek nem ez volt a fő célja. A laboratóriumban van egy $-96\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on tartott, 1502 kg nagyon nagy tisztaságú, folyékony xenont tartalmazó medence, amely érzékeny detektorokkal van körülvéve. A detektorok időről időre olyan, rövid gamma sugárzás-impulzusokat mutattak, amelyek egyértelműen a Xe-124 két-elektron-befogásos radioaktív bomlásából származtak. Egy hosszú kísérletben, amelyet 2017. július 24-én délután 4 órakor kezdtek el és 2018. január 18-án reggel 9 órakor fejeztek be, összesen 126 gamma sugárzás-impulzust figyeltek meg. A készülék felépítéséből adódóan nem lehetett olyan radioaktív bomlás a mintában, amit nem érzékeltek volna. A használt nagy tisztaságú xenonmintában a 124-es tömegszámú izotóp gyakorisága 0,0952% volt.

- a) *Mi lehet a kételektron-befogásos radioaktív bomlás általános egyenlete? Milyen izotóp keletkezik a Xe-124-ből?*
- b) *Becsüld meg a Xe-124 felezési idejét!*

(Lente Gábor)

H314. Az enzimek által katalizált reakciók hihetetlenül sztereospecifikusak tudnak lenni. Egy akirális kiindulási anyagból sokszor teljesen tisztán csak egy enantiomert is képesek előállítani. Például a transz-but-2-édisav (fumársav) hidratációja, ha a fumaráz enzim végzi, kizárólagosan S-almasavat eredményez. Ez egyébként a citromsavciklus egy lépése.

- a) *Írd fel a reakció egyenletét! Rajzold fel az almasav sztereoizomereinek szerkezetét, és jelöld a sztereocentrumok konfigurációját (R vagy S)!*

Nehésvíz jelenlétében a fumaráz által katalizált hidratáció kizárólag (2S,3R)-3-monodeutero-almasavat eredményez.

- b) *Rajzold fel ezen termék szerkezetét! A fumaráz vajon a víz syn vagy anti addícióját hajtja végre? Egy vázlattal segítve indokold a következtetésed!*
- c) *Mi fog történni, ha a cisz-but-2-édisavat (maleinsavat) vízzel reagáltatnak fumaráz jelenlétében?*

(belorusz feladat)

H315. Egy **A** fém 5,580 grammos mintáját szulfuril-kloriddal reagáltatva egy biner **B** vegyület és egy szúrós szagú gáz keletkezett. A terméket 1 kg éterben feloldva a kapott oldat 0,0202 fokkal magasabb hőmérsékleten forrt, mint a tiszta oldószer. Az éter ebullioszkópos (forráspont-emelkedési) állandója $2,02 \text{ fok} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{kg}$. Átkristályosítás után 5,616 grammnyi (kitermelés 64%) csillogó vörös kristály maradt vissza. A **B** vegyület oldatai gyakorlatilag nem vezetnek az elektromos áramot. Röntgendiffrakciós mérések szerint a vegyület molekulájában két A-X kötéshossz található csak, mégpedig 236 és 239 pm.

*Micsoda **A**, **B** és **X**? Miért lehet **B**-t csak alacsony hőmérsékleten tisztítani? Vázold fel **B** szerkezetét!*

(ukrán feladat)