

GONDOLKODÓ



Kedves Diákok, kedves Tanárok!

A KÖKÉL két feladatmegoldó pontversenye a 2021/2022-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, 5-8 feladatot tartalmaz, de nem feltétele a részvételnek mindegyik megoldása. Sőt, az összesítésnél a versenyzők legjobb 5 beküldött feladatát számítjuk csak be fordulónként. Kivételt a 11-12. évfolyamos diákok képeznek, náluk a nehezebb (csillagozott) példák megoldása elvárás, nem szorítkozhatnak csak a könnyebb példákra. A **K** pontversenybe 2-3 fős csapatok jelentkezését is várjuk!

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

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

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

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

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

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

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

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

Feladatok

Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Zagyi Péter

A megoldásokat 2021. november 28-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.

K396. Vendel 23 éves lett. Ezt megelőzően 22 éves volt, jövőre 24 éves lesz. Lépjük meg olyan kémiai részecskékkel (atomokkal, ionokkal, molekulákkal), amelyek 22, 23 vagy 24 elektront tartalmaznak! A legértékesebb ajándék a 23 elektronos, de örülni fog a másik kettőnek is. Viszont ne lépjük túl a kémiai realitás határait!

(Zagyi Péter)

K397. Vendel szereti az olyan képleteket, amelyekben nincs sem szám, sem kisbetű. (Persze, hogy a volfrám-karbid inspirálta.)

Keress ilyeneket, amelyek két, három, négy, esetleg még több betűből állnak!

(Zagyi Péter)

K398. Vendel sosem várta még ennyire a születésnapját. 23 éves lett, a 23-as rendszámú elem pedig a vanádium. Annak vegyjele V, ami Vendel nevének kezdőbetűje.

Mivel különleges elemről van szó, arra gondolt, hogy az ajándékba kapott vanádiumot nem is a polcon tartja, a korábbi években kapottak mellett, hanem saját testébe beépítve. A piercing nem vonzotta, így

valamilyen orvosi implantátumban kezdett gondolkodni. Olvasta ugyanis, hogy a Ti – 6Al – 4V ötvözetet elterjedten használják ilyen célra. (A számok az ötvözetek ilyen jelölésében az adott elem tömegszázalékát jelentik.)

- a) *Vajon milyen tulajdonságai alapján lehet alkalmas a fenti ötvözet az említett célra?*
- b) *23 mmol vanádium beépítéséhez mekkora tömegű fenti ötvözetet kellene felhasználni?*

Vendel, ismerjük, nem egészen úgy gondolkodik, mint az emberek többsége. Most például azon mesterkedik, hogy a magába építendő Ti–Al–V ötvözet minden szempontból 23 legyen: 23 mg, 23 mmol, 23 $m/m\%$ vagy 23 $n/n\%$. Például legyen az ötvözet össz-anyagmennyisége 23 mmol, a V-tartalma 23 mg, az Al-tartalma és a Ti-tartalma pedig 23 $m/m\%$.

- c) *Lehetséges ez a kombináció? Válaszodat számítással igazold!*
- d) *Létezik olyan Ti–Al–V ötvözet, amelyre teljesül valamilyen „all-23” kombináció (teljes ötvözet-Ti-Al-V)? Ha igen, mi az összetétele?*
- e) *Ha nincs ilyen, akkor létezik-e olyan összetétel, ahol a teljes ötvözet-Ti-Al-V négyesből három 23 lesz (mg, mmol, $m/m\%$ vagy $n/n\%$)?*

(Zagyai Péter)

K399. Vendel terve az volt, hogy súlyos balesetet szenved, amely például olyan csonttörésekkel jár, hogy a rögzítéshez szükséges legyen valamilyen implantátum (csavar, szög, lemez stb.). Két dolog riasztotta el. Az egyik az volt, hogy a súlyos balesetet veszélyesnek tartotta, a másik pedig az, hogy olvasott arról, hogy az ilyen ötvözetekből kioldódó vanádium káros lehet.

Valóban, manapság kezd kiszorulni a használatból a Ti – 6Al – 4V ötvözet, helyette például a Ti – 6Al – 7Nb és a Ti – 15Zr – 4Nb – 4Ta van terjedőben.

Egy kísérletben e három ötvözet korróziós tulajdonságait vizsgálták.

Mindhárom ötvözetből készítettek egy 20 mm × 40 mm × 1 mm méretű lemezkét, és 50 ml oldatba helyezték. (Többféle oldattal is elvégezték a kísérletet.) 7 napon át 37 °C-on, 95% levegőt és 5% szén-dioxidot tartalmazó gázelegyen tartották, majd az oldatból mintát véve

meghatározták abban az egyes fémek koncentrációját. (Az, hogy a fémek pontosan milyen kémiai formában voltak jelen az oldatban, nem számított az analízisnél.)

Ún. vakpróbaként elvégezték a fémek koncentrációjának meghatározását magukban a tiszta oldatokban is, a fémlemez behelyezése nélkül.

Az alábbi adatokat közölték eredményként:

	Ti – 6Al – 4V			Ti – 6Al – 7Nb			Ti – 15Zr – 4Nb – 4Ta			
	Ti	Al	V	Ti	Al	Nb	Ti	Zr	Nb	Ta
1,2 m/m% ciszteín	1,07	0,09	0,03	0,77	0,068	0,015	0,26	0,008	-	-
0,05 m/m% HCl	1,59	0,12	0,06	1,12	0,09	0,018	0,38	-	0,02	-
1,0 m/m% tejsav	1,77	0,12	0,06	1,74	0,14	0,13	0,54	0,044	0,019	0,011

A kioldódott fém tömege felületegységre vonatkoztatva ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

- Alkoss egy képletet arra vonatkozóan, hogy a fent leírt mérési metódusban egy fémre meghatározott két koncentrációadattól hogyan számították ki a táblázatban szereplő adatot! Használj egyértelmű jelöléseket!*
- Melyik ötvözet bizonyult a leginkább korrózióállóknak?*
- Egyenletes kioldódást feltételezve, másodpercenként hány fématom távozott a Ti – 6Al – 4V fémlapból a tejsavoldatban?*

A Vendelbe beépítendő implantátum, mint tudjuk, 23 mg vanádiumot fog tartalmazni. Az alakját vegyük kockának. A Ti – 6Al – 4V ötvözet sűrűsége $4,5 \text{ g}/\text{cm}^3$.

- 1 év alatt vanádiumtartalmának hányad része oldódna ki ennek a fém tárgynak, ha az oldódás mértékét a tejsavoldatban mérttel vesszük azonosnak?*

(Zagyai Péter)

K400. Vendel komoly elhatározást tett a 23. születésnapján: soha többé nem pisil bele az úszómedencébe.

Korábban ezt többször megtette, mert úgy tudta, a vizelet gyakorlatilag steril, és a nagy térfogatú medencében elkeveredve semmilyen

érzékszervi problémát nem okoz. Sőt, a medencék vize úgyszólván klóros, lehet abba egy kis pisi.

Ekkor még nem tudta, hogy éppen a medencevíz klórtartalma a legnagyobb gond. A vizeletben (és az izzadságban is egyébként) számottevő mennyiségben vannak jelen nitrogéntartalmú szerves vegyületek, és ezek klórral való reakciója során kis molekulájú, illékony anyagok is keletkeznek. Jórészt ezeknek köszönhető a „klórszag”, de irritációt, esetleg komolyabb egészségkárosodást is okozhatnak. Ilyen például a nitrogén-triklorid, a klóramin, a triklórmetán, a mono-, di- és triklór-nitrometán.

a) *Milyen nitrogéntartalmú vegyületeket tartalmazhat a vizelet?*

b) *Írd fel az említett illékony reakciótermékek képletét!*

Kanadai kutatók érdekes, egyszerű módszert találtak annak megbecslésére, hogy mennyi vizelet kerül egy medencébe. Megmérték a frissen feltöltött medence vizének aceszulfám-K-koncentrációját azután, hogy bizonyos ideig használták azt a fürdőzők. Az aceszulfám-K ugyanis a felhasználók nagy többségének vizeletében jelen van, mégpedig többé-kevésbé ismert átlagkoncentrációban. A medencébe pedig máshogy gyakorlatilag nem juthat be, csak a vizelettel.

c) *Miért olyan elterjedt komponense a vizeletnek az aceszulfám-K?*

Egy 420 m³-es medence frissen feltöltött vizében négy alkalommal is meghatározták az aceszulfám-K koncentrációját (nanomol/literben) a záráskor. (A vizet egy adott napon belül nem cserélték, nem tisztították.)

	c (AceK) /nmol·l ⁻¹	használók száma
1.	0,82	428
2.	0,86	399
3.	0,67	375
4.	0,75	442

Korábbi kutatásokból ismert adatként az adott városban lakók vizeletének átlagos aceszulfám-K-koncentrációját 2,36 µg/ml-nek vették.

d) *Számítsd ki, hogy átlagosan hozzávetőleg hány liter vizelet került naponta a medencébe!*

e) *Számítsd ki, hogy egy használó átlagosan mennyi vizeletet juttatott a medencébe!*

f) *Becsüld meg, hogy az emberek hány százaléka pisilt bele a medencébe!*

(Zagyai Péter)

K401*. Vendel mindig is ki szeretne volna deríteni, hogy melyik a legkisebb szénatomszámú szobahőmérsékleten szilárd szénhidrogén. Sokáig azt hitte, hogy az oktadekán a megoldás.

a) *Vajon mire alapozhatta ezt a vélekedését?*

Végül rátalált két, azonos szénatomszámú szénhidrogénre, amelyek között az eredeti kérdésfeltevés szerint holtversenyt hirdetett.

Az egyik molekulájában csak primer és kvaterner szénatomok vannak. (Az ilyen molekulák közül ez a második legkisebb.)

A másik molekulájában viszont kizárólag terciér szénatomok találhatók.

b) *Rajzold fel a két szénhidrogén szerkezetét!*

(Zagyi Péter)

K402*. Vendel elkészítette élete első „ismeretlen fémes” feladatát. A fémet természetesen nem **X**-szel vagy **M**-mel, hanem **V**-vel jelölte. A feladat így szól:

A **V** fém kloridjának 1,00 grammját tiszta oxigénben magas hőmérsékleten hevítve 0,746 g oxidot kapunk, amelyet kalciummal redukálva 0,418 g elemi fém nyerhető.

a) *Mi a **V** fém?*

b) *Írd fel a reakcióegyenleteket!*

(Zagyi Péter)

K403*. Vendel második ismeretlen fémes feladata finoman szólva sem túl barátságos. A fém jelölésén ne lepődjünk meg.

A **W** fém oxigén és vízgőz jelenlétében illékony oxid-hidroxiddá alakul. Legalábbis elképzelhető, hogy ez történik, mert kicsit kevés volt a minta, amivel dolgoztak, és kimondottan nehéz volt a termék azonosítása. Mindenesetre, ha ez történik, akkor ez a bizonyos fém-oxid-hidroxid-molekula 24,8%-kal nehezebb a fématomnál.

a) *Mi a **W** fém?*

b) *Miért nem vizsgáltak nagyobb mintát a fémből?*

(Zagyi Péter)

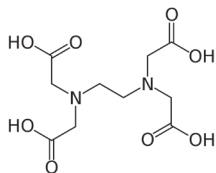
H351. A különféle sók feldolgozása és tisztítása fontos feladat a szervesen vegyiparban. *Keress példákat az alábbi jellegű reakciókra! Írd fel rendezett egyenletüket, és ahol nem nyilvánvaló, utalj a reakció körülményeire is! Csak a megemlített anyagok vesznek részt a reakciókban.*

- nemfémes elem és só reakciójában másik só keletkezik
- fémes elem és só reakciójában másik só keletkezik
- két só reakciójában egy harmadik keletkezik
- fémes elem és egy só reakciójában két másik só keletkezik
- oxid és egy só reakciójában másik só keletkezik

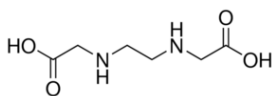
(ukrán feladat)

H352. A vanádium vizes oldatbeli kémiája meglehetősen bonyolult, különösen a magasabb oxidációs állapotaiban (+4 és +5). Mindenesetre a V^{2+} , V^{3+} , VO^{2+} és VO_2^+ kationok jól ismertek.

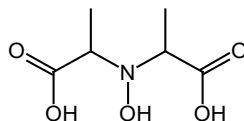
Ezekkel a kationokkal számos komplexet is előállítottak, többek között az alábbi ligandumokkal:



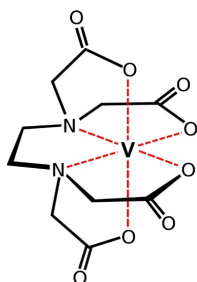
H₄A



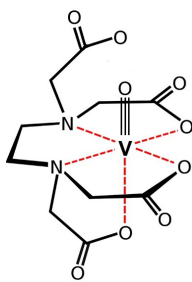
H₂B



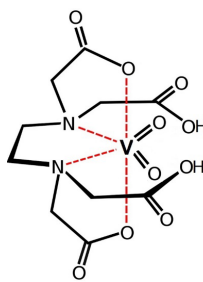
H₃C



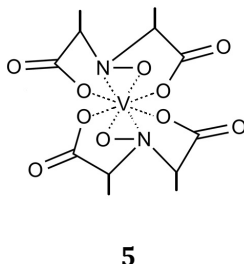
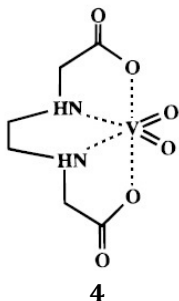
1



2

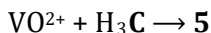
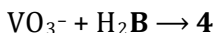


3



(Egyik szerkezeten sem ábrázoltuk a töltéseket.)

- a) Írd fel a megadott komplexek képződésének ionegyenletét az előző ábrákon használt jelölésekkel! (A V oxidációs állapota egyik folyamatban sem változik.)



- b) A megadott komplexek között vannak olyanok, amelyeknek vannak sztereoizomerjei. Melyek ezek, és hány sztereoizomer létezhet?
- c) Vendel nagy mitológiai rajongó. Emiatt a **4** komplex a kedvence. Vajon miért? (Segít a választásban, ha kideríted a $\text{H}_2\mathbf{B}$ molekula nevének szokásos rövidítését.)

(Zagyai Péter)

H353. A klímaberendezések töltésére az utóbbi évtizedekben elsősorban halogénezett szénhidrogéneket használtak. Ezekkel kapcsolatban azonban két komoly környezeti probléma is felmerült.

- a) Mi ez a két probléma?

A legújabb generációs fluorozott szénhidrogének használata már mindkét problémára megoldást jelenthet. Ezek legfontosabb képviselője egy szénhidrogén tetrafluor-származéka, melynek széntartalma 31,59 m/m%.

- b) Határozd meg az összegképletét, és rajzold fel a lehetséges konstitúciókat!

Tudjuk, hogy a molekulának nincsenek sztereoizomerjei.

c) *Mely szerkezetek felelnek meg ennek a kritériumnak?*

További szerkezetvizsgálatok alapján a molekula tartalmaz metilidén-csoportot ($=\text{CH}_2$).

d) *Ennek alapján mi lehet a kérdéses molekula szerkezete?*

A vegyület (**X**) ipari előállítása az **A** vegyületből történik az alábbi reakcióséma szerint:



e) *Milyen típusú reakció az első, ill. a második lépés?*

A második reakciólépésben a Zajcev-szabály érvényesül.

f) *Mi lehet az A és a B vegyület szerkezete?*

Vizsgálták az **X** vegyület éghetőségét is. Ennek azért is lehet jelentősége, mert gépjárművek klímaberendezéseiben is felhasználják, és egy esetleges tűz bekövetkezésekor nem éreketlen, hogy milyen égéstermékekkel kell számolni. Tulajdonképpen már az sem nyilvánvaló, hogy tűzveszélyes anyagról van szó, de az égéstermékei is kissé szokatlanok. Víz egyáltalán nem képződik, de a két várt égéstermék mellett egy harmadik anyag is keletkezik. A termékek molaránya az említés sorrendjében 2:2:1.

g) *Írd fel az égés egyenletét!*

(Zagyi Péter)

H354. Az atomi réteg leválasztás (vagy ALD az angol Atomic Layer Deposition nyomán) egy ultraprecíz eljárás, ahol akár atomnyi vastagságú rétegeket tudunk előállítani prekursor reagensek alkalmazásával egy ún. szubsztrát anyag felületére. Az eljárás menete röviden: a szubsztrátot behelyezzük egy kamrába, ahol egyenként reagáltatjuk a prekursorokat oldat- vagy gázfázisban. Így a folyamat könnyen irányítható, és általában szinte nulla hibaszázalékkal dolgozhatunk.

Egy ilyen eljárásban SrTiO_3 (stroncium-titanát) szubsztrátra növesztenek FeSe rétegeket. A kapott vékonyréteg szupravezető, azaz egy ún. kritikus hőmérséklet (T_c) alatt gyakorlatilag nincs elektromos ellenállása.

a) *Mikor jobb egy szupravezető kritikus hőmérséklete: ha magasabb, vagy ha alacsonyabb? Indokold a válaszodat!*

A SrTiO_3 kristályszerkezete megegyezik a perovszkitével, a kalcium-titanáttal. Ezek elemi cellája úgy néz ki, hogy középen van a titán, a csúcsokon a stroncium- vagy kalciumatomok, és a lapok közepén az oxigének foglalnak helyet. A cella köbös, azaz alakja egy szabályos kocka. Az elemi cella élhossza a perovszkitben $3,842 \text{ \AA}$ és a SrTiO_3 -ban $3,985 \text{ \AA}$.

b) Mi a titán és mi az alkáliföldfém koordinációs száma ebben a szerkezetben? Számold ki a két anyag sűrűségét!

Az ALD sebességét UC/min-ben szokták mérni. Az UC az angol 'Unit Cell' („elemi cella”) elnevezésnek felel meg. A FeSe kristályszerkezete esetében ez az elemi cella /perc mennyiség megfelel annak, hogy percenként hány FeSe egységekből felépülő réteget lehet lerakítani a szubsztrátra.

Egy ALD kamrában $0,5 \text{ UC/min}$ -es sebességgel raknak le FeSe-t SrTiO_3 alapra. Az alapterülete 1 mm^2 . Az eljárást egy óráig folytatták.

c) Számold ki, hogy összesen hány réteg lett lerakva, és hogy ezeknek mekkora a tömege az adott mintán, ha az FeSe sűrűsége $4,72 \text{ g/cm}^3$!

Az egyszerűség kedvéért tekinthetjük a FeSe elemi celláját is köbösnek a számolás során.

Elemi szelént úgy szokás előállítani, hogy szelén-dioxidot reagáltatnak vízzel, hogy szelénessavat kapjanak, majd a kapott savoldaton át kén-dioxiddal buborékolatva nyerik az elemi szelént, és melléktermékként kénsavat kapnak.

d) Add meg a szelénessav képződésének és az elemi szelén előállításának egyenletét!

(Saracco Lucio)

H355. Két izomer szénhidrogén tapasztalati képlete egyaránt CH_2 . Egyik sem színteleníti el a brómos vizet, és csak egy-egy monoklórszármazékuk van. Viszont az egyiknek hat, a másiknak hét diklórszármazéka létezik (ha az optikai izomereket nem számoljuk).

Mi ez a két vegyület? Az optikai izomereket külön számolva végül is hány diklórszármazékuk van?

(orosz feladat)