

GONDOLKODÓ



Feladatok

Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Zagyi Péter

A megoldásokat 2026. február 17-ig lehet a kokel.mke.org.hu honlapon keresztül feltölteni.

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.

K541. Vendel kísérleti bemutatóra készül. A közönséget a következő mutatóval szeretné elkápráztatni: Öt főzőpohárban színtelen folyadékokat készít ki. Az első pohár tartalmának egy részét beleönti a másodikba és jól elkeveri. A folyadék színes lesz. Ezután a második pohár tartalmának egy részét önti a harmadik pohárhoz: az is színes lesz, de más színű, mint a második. Ezt folytatva, mindig megjelenik egy új szín, így végül a közönség négy különböző színű folyadékot fog látni, csak a legelső pohárban marad színtelen folyadék.

Az egyszerűség kedvéért csak vizet, sósavat és nátrium-hidroxid-oldatot szeretne használni.

Tervezd meg Vendel helyett a kísérletet: Mi legyen a poharakban? Hozzávetőleg mennyit kell majd belőlük a következőbe önteni? Milyen színek jelennek meg?

(Zagyi Péter)

K542. Egy egyértékű sav különféle sóinak tömegszázalékos összetételéről ad információkat a következő táblázat.

Kation	$m/m\%$ H	$m/m\%$ C	$m/m\%$ F
NH_4^+	1,407	3,346	58,22
NF_4^+	0,2344	2,787	66,13
C_4H_9^+	2,537	15,09	52,50

A táblázatban szereplő atomokon kívül még egyféle atom található a vizsgált vegyületekben.

Határozd meg a sav összegképletét és rajzold fel a szerkezetét!

(Zagyi Péter)

K543. A kobalt egyetlen természetes izotópja 27 protont és 32 neutronot tartalmaz. Keres olyan semleges molekulákat, amelyekben a protonok, az elektronok és a neutronok összeszámlálása valamilyen kombinációban 27-et, ill. 32-t ad! Íme két példa: a) $p + e = 27$, $n + e = 32$; b) $p = 27$; $e = 32$.

Nyilvánvaló, hogy egyik sem lehetséges.

Vizsgáld meg a többi összeszámlálási lehetőséget, és próbálj létező molekulákat találni hozzájuk! Minden természetes izotópot felhasználhatsz, de ha nem a leggyakoribb izotópokról van szó, akkor tüntesd fel az izotópösszetételt, pl. így: $\text{CH}_4 - {}^{13}\text{C}$, ${}^1\text{H}$, ${}^1\text{H}$, ${}^1\text{H}$, ${}^2\text{H}$.

(Zagyi Péter)

K544. A magnézium-fluorid egy olyan ionvegyület, amelynek kationja és anionja azonos számú elektront tartalmaz. A stroncium-kloridban szintén van ilyen egyenlőség, de csak akkor, ha az összes kationt és az összes aniont tekintjük.

Keress további példákat mindkét esetre, de legalább az egyik ion összetett ion legyen!

(Zagyi Péter)

K545. Nemrégiben érdekes hír borzolta a sportrajongók kedélyeit. Néhány sportoló ugyanis pozitív doppingtesztet produkált annak következtében, hogy a játéktér anyagából tiltott szer került a szervezetükbe. Kisebb huzavona után természetesen felmentették őket. Ebben a feladatban azt az anyagot vegyük szemügyre, amely felelős volt az esetért. *Keressd meg a kérdéses anyag összes olyan konstitúciós izomerjét, amely megfelel a megadott feltételeknek:*

- A különféle rendűségű szénatomokból pontosan ugyanannyi van a molekulájában, mint az eredeti vegyületben.*
- A különböző rendűségű szénatomok száma ugyanannyi, mint az eredeti molekulában, de más elosztásban. (Tehát ha pl. az eredetiben rendre 4, 3, 2 és 1 darab első-, másod-, harmad- és negyedrendű szénatom van, akkor itt olyat keress, amiben pl. 3 elsőrendű, 4 másodrendű, 2 harmadrendű és 1 negyedrendű szénatom van.)*
- Kétféle rendűségű szénatomból ugyanannyi van a molekulában.*
- Háromféle rendűségű szénatomból ugyanannyi van a molekulában.*

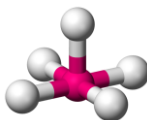
(Zagyi Péter)

K546*. Vendel nemrég jött rá, hogy van N_3H képletű anyag is, nem csak NH_3 . Ezért találta ki a következő fejtörőt. Vegyük az $A_xB_yC_z$ képletet, ahol **A**, **B** és **C** vegyjelek, x , y és z pedig egymástól különböző egész számok. Van-e vajon olyan eset, amikor az összes lehetséges permutációval létező képlet áll elő? Könnyítésképpen elfogadjuk az összetett ionokat is, valamint létezőnek fogadunk el minden olyan részecskét, amelyet valamilyen körülmények között már detektáltak.

Keress olyan elemhármast, amellyel ez megvalósul! Ha nem sikerül a hat különböző képlet, akkor törekedj a lehető legtöbbre! Add meg a kérdéses vegyületek, molekulák vagy összetett ionok képletét is!

(Zagyi Péter)

K547*. Vendel kedvenc molekulageometriája a piramis. Szereti a trigonális piramist is, de még jobban a tetragonálist.



Jól tudja, hogy a trigonális piramis szerkezetéhez AX_3E típusú molekula szükséges, vagyis a központi atomhoz 3 ligandumnak és 1 nemkötő elektronpárnak kell tartoznia.

- a) *Keress egy-egy olyan trigonális piramis alakú molekulát, amelyben az elektronok száma 18, 26 és 34!*
- b) *Két szintén trigonális piramis alakú molekulában a ligandumok O és F atomok, és mindkettőben összesen 42 elektron van. Mi lehet ez a két molekula?*

A tetragonális piramis szerkezetre AX_5E típusú molekulák esetén számítnak.

- c) *Egy elég egzotikus és instabil molekula megint csak O és F ligandumokkal, összesen 98 elektronnal megfelel ennek. Mi a képlete?*

5 ligandum esetén, ha a központi atomon nincs nemkötő elektronpár, a várható geometria a trigonális bipiramis lesz. Ritka esetekben azonban előfordul, hogy ehelyett mégis a tetragonális piramis szerkezet alakul ki. Erre két összetett (komplex) ion szolgál példaként.

- d) *Az egyik ilyen összetett ion ligandumai egyforma halogénatomok, ösztöltése pedig 2-. Az ion elektronjainak száma összesen 136. Mi a képlete?*
- e) *A másik összetett iont azért helyesebb komplex ionnak nevezni, mert a ligandumok maguk is összetettek: cianidionok. A komplex ion töltése 3-, elektronjainak száma pedig 96. Mi a képlete?*

(Zagyi Péter)

K548*. Vendelnek van egy hatalmas adatbázisa a szerves vegyületek égéséről. Szénatomszám szerint csoportosítva minden anyagról több adatot is kiszámolt, és az eredményeket ilyen táblázatokba foglalta:

Képlet	1 mol anyag tökéletes égésére vonatkozó adatok			
	szükséges O_2 (g)	képződő CO_2 (g)	képződő H_2O (g)	képződő gáz* (dm ³)
CH_4	32,0	44,0	36,0	24,5

Képlet	1 g anyag tökéletes égésére vonatkozó adatok			
	szükséges O ₂ (g)	képződő CO ₂ (g)	képződő H ₂ O (g)	képződő gáz* (dm ³)
CH ₄	2,00	2,74	2,25	1,53

*25 °C, 101 kPa (csak ami ilyen körülmények között gáz)

Tehát végeredményben minden szerves vegyületről 8 számadatot tart nyilván.

Legutóbb az 1 szénatomos vegyületek adatbázisát bővítette egy anyaggal, és erről többek között a következő két számot is bejegyezte a táblázatba: 72,1; 0,321.

Ki is emelte ezt a két számadatot, mert úgy látja, hogy mindkettő rekord az egy szénatomos vegyületek között (csak a valóban létező, tiszta állapotban is előállítható anyagokat tekintve). Az egyik a legkisebb, a másik a legnagyobb a maga kategóriájában.

- A tökéletes égés mely jellemzői lehetnek ezek a számok?*
- Mi lehet a kérdéses szerves vegyület?*
- Van-e a metán nyolc számadata között olyan, amely rekord a maga kategóriájában az 1 szénatomos vegyületek között? Ha igen, melyik?*
- Update: Nemrég talált egy olyan 1 szénatomos szerves vegyületet, amely beállította a 72,1-es rekordot, a 0,321-t viszont megdöntötte. Az új rekord 0,148. Mi lehet ez az anyag?*

(Zagyi Péter)

H441. Ha 2,0 pH-jú sósavat pontosan kétszeres térfogatra hígítunk ecetsavoldattal, a pH 2,3-re nő.

- Mekkora volt az ecetsavoldat pH-ja?*
 - Mi a válasz, ha a hígításhoz diklór-ecetsav-oldatot használunk?*
- $pK_s(\text{ecetsav}) = 4,76$; $pK_s(\text{diklór-ecetsav}) = 1,35$

(Zagyi Péter)

H442. Az **A** és **B** kristályvizes sókkal kísérletezünk. Ha az oldatukhoz NaOH-t adagolunk fölöslegben, és enyhén felmelegítjük, akkor mindkét

oldatból ugyanaz a csapadék válik, ugyanaz a gáz távozik el, és az oldatok ugyanazt a nátriumsót tartalmazzák (a nátrium-hidroxid feleslege mellett). Ha a csapadékot kiszűrjük, a nátrium-hidroxid feleslegét pedig kénsavval közömbösítjük, akkor az így kapott oldatban már csak egyetlen anyag lesz jelen. Ezt a kísérletet titrálásként végezve természetesen meghatározhatjuk a feleslegben maradt NaOH mennyiségét is.

A fém-hidroxid-csapadék kihevítésével fém-oxidot kapunk, melynek tömegét szintén megmérhetjük.

Mérhetjük még az eltávozó gáz tömegét is, mégpedig kénsavas gázmosóban történő elnyeletéssel (a vizgőzt előbb NaOH-val megkötve).

Az alábbi táblázat foglalja össze a mérési eredményeket.

	Só tömege	Hozzáadott NaOH tömege	Fém-oxid tömege	Feleslegben ma- radt NaOH tömege	Fejlődő gáz tömege
A	1,000 g	1,000 g	0,3236 g	0,6749 g	0,2771 g
B	1,000 g	1,000 g	0,1989 g	0,6002 g	0,0852 g

Számítással határozd meg a két vizsgált anyag képletét!

(Zagyi Péter)

H443. Egy fehér, kristályos, tiszta anyag összetételét szeretnénk meghatározni. A vegyület oldódik vízben. Az oldathoz ammónium-szulfidot adva csapadékleválás nem, gáz halmazállapotú termék fejlődése viszont tapasztalható [1]. Ammónium-karbonát hatására hasonló tapasztalatok figyelhetők meg [2]. Az ismeretlen vegyület nem festi a lángot. A vizes oldatához 20%-os sósavat, és szilárd kálium-nitritet adva gázfejlődés [3], míg ezüst-nitrát-oldatot adagolva fehér színű, napfényen szürkülő csapadék képződése figyelhető meg [4]. Ha a visszamaradó oldat kis részletét 2%-os nátrium-hidroxid-oldathoz adagoljuk, majd a kapott elegyhez Lugol-oldatot adunk a barna szín megmaradásáig, és a színes oldatot enyhén melegítjük, akkor rövid időn belül sárga csapadék keletkezése figyelhető meg [5]. Amennyiben az előző lépés után visszamaradt oldatot sósavval közömbösítjük, és kalcium-klorid-oldatot adunk hozzá, akkor egy fehér színű csapadék keletkezik [6], mely reagens ecetsavoldatban melegítésre sem oldódik, 20%-os kénsavoldatban azonban feloldható [7]. A kapott savas oldat szén-dioxid fejlődése közben elszínteleníti a kálium-permanganát-oldatot [8].

- a) A kísérleti tapasztalatok alapján határozd meg a kérdéses vegyület összetételét! Válaszodat indokold!
- b) Írd fel a számmal jelölt reakciók rendezett ionegyenleteit!

(Ficsór István Dávid)

H444. A kémiai diákolimpiákon, bár ez sehol sem középiskolai anyag, alapvető ismeretnek számít az egyensúlyi állandók és a hőtani adatok kapcsolata. Erről írásos anyagot már évtizedek óta osztunk meg a diákokkal. Pl.: <http://olimpia.chem.elte.hu/evek/2003/aktual/4lev.doc>

A Haber–Bosch-eljárásban az ammóniát (NH_3) közvetlenül az elemeiből szintetizálják vas alapú katalizátor jelenlétében.

- a) Írd fel az ammóniaszintézis egyenletét! Határozd meg az ammóniaszintézis azon hőmérsékletét, T (K), amelyen $K_p = 1$, feltételezve, hogy $\Delta_r H^\circ$ és $\Delta_r S^\circ$ nem függ a hőmérséklettől!

A valóságban ΔH° és ΔS° függ a hőmérséklettől.

- b) Számítsd ki K_p értékét 300°C -on, feltételezve, hogy a gázok entalpiája és entrópiája függ a hőmérséklettől, de hőkapacitásuk nem!
- c) Határozd meg a hidrogén minimális mennyiségét (molban), amely szükséges 1 mol nitrogén 90%-os konverziójának eléréséhez!

Az ammóniaszintézis exoterm reakció. Így alacsony hőmérsékleten magasabb egyensúlyi kitermelés érhető el, de a reakciósebesség jelentősen csökken. Iparilag az eljárást magas hőmérsékleten és nyomáson végzik az optimális sebesség és konverzió elérése érdekében.

- d) Számítsd ki az ammónia egyensúlyi kitermelését, η (%), 300°C -on és 150 bar végső össznyomáson sztöchiometrikus reakcióelegyből kiindulva!

Hőtani adatok ($T = 298\text{ K}$, $p = 1\text{ bar}$):

	$\Delta_f H^\circ$ / (kJ/mol)	S° / (J/(mol · K))	C_p / (J/(mol · K))
$\text{H}_2(\text{g})$	0	130,7	28,8
$\text{N}_2(\text{g})$	0	191,6	29,1
$\text{NH}_3(\text{g})$	–46,2	192,7	35,1

(üzbg feladat)

H445. A H-Y általános képletű (H: hidrogén, Y: atom vagy atomcsoport) molekula kettős kötésre történő addíciója jól ismert reakció.

a) Írd fel a 2-metilbut-2-én és a H_2O reakciójának valamennyi termékét!
Több termék esetén jelöld melyik lesz a főtermék!

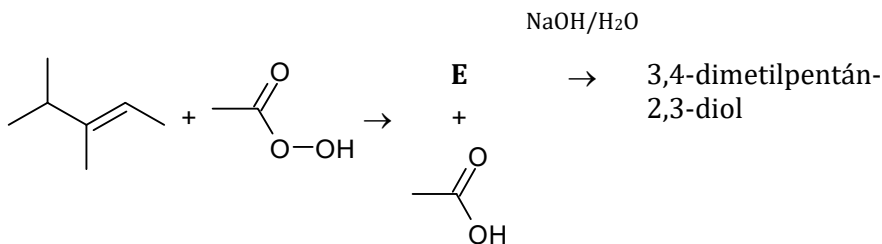
Hasonló terméket kapunk, ha a következő reakciósort végezzük el. A 2-metilbut-2-ént először borán reagenssel (BH_3) visszük addíciós reakcióba, melynek főterméke az **A** vegyület. Az **A** vegyületet hidrogén-peroxiddal reagáltatva a bórsav (H_3BO_3) monoésztere keletkezik, a **B** vegyület. A **B** vegyület $NaOH$ -oldattal végzett hidrolízise 3-metilbután-2-olt eredményez. (Megjegyzés: a BH_3 magában nem stabil, ezért oldószerrel, pl. tetrahydrofuránnal stabilizált formában használatos.)

b) Add meg az **A** és **B** vegyületek szerkezeti képletét!

Az **A** és **B** vegyülethez vezető reakció során megfigyelt szabályszerűségek alapján vizsgáljuk meg 1 mol borán és 1 mol 1,5-dimetil-ciklookta-1,5-dién reakcióját. Ebben az esetben a reakciósor végén egy diolt kapunk.

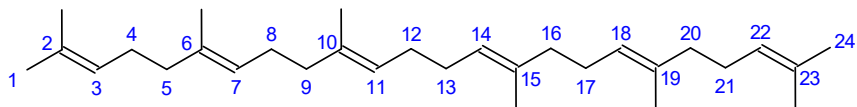
c) Add meg az addíciós lépés termékének (**C**) és a keletkezett diolnak (**D**) a szerkezeti képletét!

Az alkének peroxidkötést tartalmazó karbonsavszármazékokkal szintetikusan nagyon hasznos addíciós jellegű reakcióba lépnek.

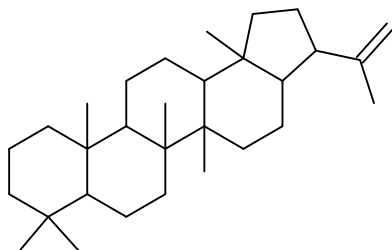


d) Add meg **E** szerkezeti képletét!

A természetben gyakran előfordul, hogy addíciós reakciók egymás után játszódnak le, mely folyamatot kaszkádreakciónak nevezzük. A szkvalén egy ilyen folyamatban hopénné tud alakulni. Ebben a reakcióban csak új kötések alakulnak ki, izomerizáció, azaz a meglévő σ -kötések átrendeződése nem játszódik le.



szkvalén



hopén

e) Számozd meg a hopén szénatomjait a szkvalén számozásából kiindulva!

(Bánóczi Zoltán)

Megoldások

K525. A kobalt-ammin-halogenidek általános képlete: $\text{Co}(\text{NH}_3)_n\text{X}_m$. Az m értékét megadja a kobalt oxidációs száma, n pedig a szöveg szerint 6 lehet mindkét oxidációs állapotban, kobalt(III)-nál pedig lehet kevesebb, akár 3 is.

A kobalttartalom:

$$\text{Co}\% = \frac{M_{\text{Co}}}{M_{\text{Co}} + n \cdot M_{\text{NH}_3} + m \cdot M_{\text{X}}} \times 100$$

A 27% kobalttartalom értékét behelyettesítve:

$$n \cdot M_{\text{NH}_3} + m \cdot M_{\text{X}} = 159,33$$

A nehezebb halogének (Br, I) molekulatömegük folytán nem jöhetnek számításba. Az F és Cl esetén a $\text{Co}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3$, $\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{F}_2$ és $\text{Co}(\text{NH}_3)_6\text{F}_3$ van a megoldás közelében.

Ezek közül a $\text{Co}(\text{NH}_3)_6\text{F}_3$ kobalttartalma van a legközelebb a célhoz: 27,14% lesz, tehát ezt érdemes Vendelnek ajándékozni.

A megoldások nem okoztak általában nehézséget, néhányan tévedtek csupán.

(Magyarfalvi Gábor)

K526. A kiindulási vegyület kobalttartalma 33,3 $m/m\%$, vagyis a keresett vegyületben 42,4, vagy 26,1 $m/m\%$ kobalt található. A megadott fém:oxigén arány miatt a két lehetséges összegképlet a CoM_2O_4 és a Co_2MO_4 (M a keresett elem), előbbi esetben +3, utóbbinál +4 a keresett fémion töltése.

A két tömegszázalékos összetétel és összegképlet összesen négy lehetséges fémiont eredményez, melyek moláris tömegei a következők:

	CoM_2O_4	Co_2MO_4
42,4 $m/m\%$	$M_{\text{M}} = 7,98 \text{ g/mol}$	$M_{\text{M}} = 95,91 \text{ g/mol (Mo)}$
26,1 $m/m\%$	$M_{\text{M}} = 51,24 \text{ g/mol (V)}$	$M_{\text{M}} = 268,94 \text{ g/mol}$

Két kémiailag értelmes eredményt kapunk: **CoV₂O₄** és Co₂MoO₄ – ezek közül az előbbi valóban kék színű, ez a helyes megoldás.

A beküldött megoldások többsége pontos, jól követhető volt. Többen is a krómot jelölték meg a vanádium helyett.

(Varga Szilárd Bercel)

K527. Néhány jellemző tulajdonság segíthet szűkíteni a szóba jöhető elemeket:

1.) A hideg vízzel való reakció és a +1 töltésű ion az alkálifémekre utal. Ezek közül csak a Li, Na és K sűrűsége kisebb a vízénél. A higanynál sűrűbb elemek: Am, Bk, Cf, Pa, Ta, U, Au, W, Pu, Np, Re, Pt, Ir, Os. Az urán és a ruténium pedig +IV, +VI és +VIII oxidációs számmal is alkot oxidot.

Ezekből az információkból adja magát, hogy az első ország: **Nauru** (Na-U-Ru).

Az elemek tulajdonságai:

Egy puha (**Na**), a víznél kisebb (**Na**), de a higanynál nagyobb sűrűségű (**U**), igen reakcióképes (**Na**) nemesfém (**Ru**). Hideg vízzel is reakcióba lép (**Na**), a királyvíznek azonban ellenáll (**Ru**). Oxigénnel való reakciójában kizárólag +1 töltésű ionná oxidálódik (**Na**), de van XO₂, XO₃ és XO₄ összegképletű oxigénvegyülete is (**Ru/U**).

2.) Levegőn meggyújtva vakító lánggal és a magnéziumnál is magasabb hőmérsékleten csak a Be, Ca és Sr ég, amelyek közül egyik forráspontja sem magasabb 1400 °C-nál. A három d-mezőbeli ferromágneses anyaggal összeolvasva (Fe, Co, Ni) az egyetlen értelmes megoldás: **Benin** (Be-Ni-N).

Az elemek tulajdonságai:

Gáz-halmazállapotú (**N**), 1400 °C-nál is magasabb olvadáspontú (**Ni**) alkáliföldfém (**Be**), a d-mező eleme (**Ni**). Egyike a négy szobahőmérsékleten is ferromágneses fémnek (**Ni**), de az elektromos áramot szilárd halmazállapotban gyakorlatilag nem vezeti (**N**). Jellemző rá az igen csekély reakcióképesség (**N**), híg sósavban és híg nátrium-hidroxid-oldatban is könnyen feloldódik (**Be**). A levegőn meggyújtva vakító lánggal ég, még a magnéziumnál is magasabb hőmérsékleten (**Be**), noha oxigénnel való reakciója csak különösen magas hőmérsékleten játszódik le, és nem is exoterm folyamat (**N**).

3.) Összesen 3 Mohs 7 keménységű fém: V, Re, Os és 2 termikusan stabil heptafluorid van: IF_7 és ReF_7 . Egy oxidot csak akkor tud stabilizálni hidrogénkötés, ha van benne hidrogén, így két elem már megvan. Elterjedt kontrasztanyag a BaSO_4 , amely klórral csak +II oxidációs számmal képez vegyületet. Ezekből már meg lehet határozni, hogy az utolsó ország **Bahrain** (Ba-H-Re-In).

Az elemek tulajdonságai:

Egy nagyon puha (**Ba/In**), bár a fémek között kiemelkedően nagy (Mohs 7) keménységű fém (**Re**). Szobahőmérsékleten gáz-halmazállapotú (**H**), vízben nem oldódó (**Re/In/H**) éghető anyag (**H**). Termikusan stabil heptafluoridja kuriózum (**Re**), bár klórral kizárólag XCl_2 képletű vegyülete ismert (**Ba**). Oxidjának kristályszerkezete az alumínium-oxidéval egyezik meg (**In**), bár szilárd halmazállapotban a hidrogénkötések által „stabilizált” molekularács jellemzi (**H**). Egy vízben oldhatatlan vegyületét az orvosi képalkotásban is használják kontrasztanyagként (**Ba**).

A megfejtéssel próbálkozó kitöltők jelentős része megtalálta a keresett országneveket, a feladat átlaga 6,43 pont lett. Kiemelendő Kiss Mihály és Rajtik Sándor Barnabás megoldása, akik a megfejtés indoklásával is megpróbálkoztak.

(Viczkó Csaba)

K528. A keresett vegyület 100 grammjában a feladat adatai alapján 16,42 g H_2O van, melynek anyagmennyisége 0,9114 mol. A 100 gramm kristályvizes só oxigéntartalma 43,76 g, azaz 2,735 mol. Ebből levonva a kristályvízben lévő 0,9114 mol O-atomot, megkapjuk, hogy a 100 g só anionja 1,824 mol O-atomot tartalmaz. Az anionban lévő O-atomok és a kristályvíz anyagmennyiségaránya 1,824 : 0,9114, azaz 2,00 : 1,00. Vizsgáljuk meg az ismert anionokat! Amennyiben az anion szulfátió, úgy a fenti arányt figyelembe véve a só képlete $\text{CoSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, ennek víztartalma 18,86 m/m%, azaz nem kaptunk helyes megoldást. Nitrátió esetén a képlet $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$, a víztartalom ebben az esetben 22,81 m/m%, amely szintén nem egyezik meg a feladat adatával. Abban az esetben, ha az anion karbonátió, a kristályvizes só képletére $\text{CoCO}_3 \cdot 1,5 \text{H}_2\text{O}$ adódik, 18,51 m/m%-os víztartalommal. Amennyiben a só kobalt(II)-foszfát, a képletére a fenti 2,00 : 1,00 arány alapján $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ -t kapunk. Ennek a tömegszázalékos víztartalma

16,42 m/m%, illetve O-tartalma 43,76 m/m%, melyek gyakorlatilag a feladatban megadott értékek. További anionokat vizsgálva sem kapunk helyes megoldást, a keresett só képlete tehát $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

Fontos megjegyezni, hogy a feladatra akkor is kapunk megoldást, ha a megadott tömegszázalékos O-tartalomba nem vesszük bele a kristályvíz oxigéntartalmát. Ekkor 100 g kristályvizes sóban 16,42 g H_2O mellett 43,76 g O-atom van, a víz és az oxigén anyagmennyiségének aránya 0,9114 : 2,735, azaz 1,00 : 3,00. A fentihez hasonló megoldásmenettel a keresett só képletére ebben az esetben a $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ adódik.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 8,4 pont, hibátlan megoldást 17 tanuló küldött be. A fenti megoldásban szereplő bármelyik só képletét helyes megoldásnak fogadtuk el.

(Vörös Tamás)

K529. Érdeemes kiszámítani 1 g oldatban a kémhatást okozó ionok anyagmennyiségét:

Lúgok	mmol OH^- /g	Savak	mol H^+ /g
LiOH	0,417	HCl	0,548
NaOH	0,250	H_2SO_4	0,204
KOH	0,179	HNO_3	0,159

Azonos tömegeket összeöntve a kapott oldatok kémhatása így könnyen megkapható:

	HCl	H_2SO_4	HNO_3
LiOH	savas	lúgos	lúgos
NaOH	savas	lúgos	lúgos
KOH	savas	savas	lúgos

a) Az első összeöntésekből megvan, hogy a **D** oldat a sósav, de az összes lehetséges összeöntés alapján egy pár kivételével minden oldatot azonosítani lehet, azaz négyet a hatból. A LiOH és a NaOH oldata azonos tömegek keverése esetén egyformán viselkedik mind a három bázissal.

b) A NaOH és LiOH megkülönböztetése egyszerűen megoldható más tömegarányok keverésével. A sok lehetőségből az egyik a 2:1 arányú keverés; kétszeres tömegű salétromsavoldatot a LiOH-oldat még lúgossá tesz, de a NaOH-oldattal savas oldatot kapnánk.

A feladatot sokan gyorsan le tudták zárni. Az bosszantó volt, hogy néhányan az érdemi számadatokat kiszámolva nem a feltett kérdésre adtak választ.

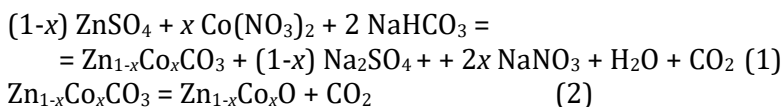
(Magyarfalvi Gábor)

K530*. a) A kobaltról van szó, a szöveg első részében *kékeny*, később *kobáltany* néven van említve.

b) Az *öntvénykékeny* a skutterudit ásványt jelöli, aminek az ideális összetétele: CoAs_3 (kobalt-triarzenid). A második szöveg *kobáltférjany* illetve *speiskobalt* néven jelöli, minthogy mind a *mireny*, mind *férjany* az arzént jelöli.

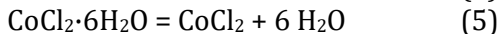
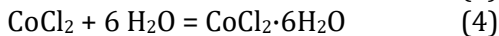
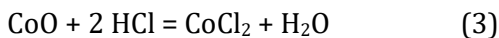
c) Az *éleg* általában nagyobb arányban tartalmaz *élenyt*, mint az *élecs*, így a *kékenyélécs* jelöli a kobalt(II)-oxidot: CoO , a *kékenyéleg* a kobalt(III)-oxidot: Co_2O_3 , a *kékenyélécs-éleg* pedig a vegyes oxidot: Co_3O_4 .

d) A *légsav* a salétromsavat jelöli, tehát a *légsavas kékenyélécs* a kobalt(II)-nitrát, valamint a *kénsavas-horgany* a cink-szulfát, a *szénsavas-szikeny* pedig a nátrium-hidrogén-karbonát, így vegyes cink-kobalt-karbonát csapadékot választunk le, majd ezt hevítjük:



A Rinmann-zöld így a vegyes cink-kobalt-oxid, amelyben x értéke tipikusan 0,02 alatti, így a szerkezete a cink-oxid hatszögletes wurtzit-szerkezetével írható le.

e) Az első lépésben kobalt(II)-oxidot oldunk sósavban, majd a képződő kobalt(II)-kloridot kristályosítjuk először kristályvízzel, amit hevítve elveszti a kristályvizet, így kékké válik:



A tinta használata során oldatban visszük fel a papírra, amelyben halvány rózsaszínű, majd a beszáradt oldatból visszamaradó kristályok a levegő nedvességtartalmával szintén rózsaszín kristályokat alkotnak ((4) egyenlet), amelyek észrevétlen maradhatnak. Ha azonban megmelegítjük, elveszti a kristályvizet ((5) egyenlet) és élénk (kobalt)kék színű írás marad vissza.

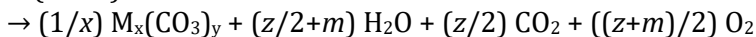
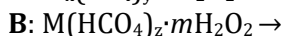
A feladat könnyűnek bizonyult, a beküldők többsége a pontok felső harmadában helyezkedett el. A beküldők többsége a Rinmann-zöldre 1:1 arányú cink-kobalt-oxidot javasolt, amely azonban a magasabb kobalttartalom miatt nem tisztán zöld színű. Kiemelkedő Németh Ábel megoldása.

(Viczkó Csaba)

K531*. a) Legyen a két só $M_x(\text{CO}_4)_y \cdot n\text{H}_2\text{O}_2$ és $M(\text{HCO}_4)_z \cdot m\text{H}_2\text{O}_2$, ahol x, y, z egész-, n, m pedig racionális számok. Ezekről annyit biztosan tudunk, hogy $z = 2y/x$, z itt egyben M kationjának töltése.

Számoljuk ki a 100 g anyagból felszabaduló oxigén mennyiségét a két esetben. Ideális gázként számolva $n = pV/(RT)$, $T = 293,15 \text{ K}$, $p = 101000 \text{ Pa}$, ezekből **A** só esetén $n = 0,823 \text{ mol}$, azaz $m = 26,336 \text{ g}$, valamint **B** esetén $n = 0,666 \text{ mol}$, azaz $m = 21,312 \text{ g}$.

A hőbomlás minden bizonnyal a peroxi-karbonátból karbonátot, a hidrogén-peroxidból pedig vizet képez - oxigénfelszabadulás mellett. A savanyú sóból ugyanaz keletkezik, egy víz- és szén-dioxid-kilépéssel is kísérve. Általánosan tehát a bomlási egyenletek:



A moláris tömegek:

$$M_A / (\text{g/mol}) = x \cdot M_M + y \cdot 12,01 + 2n \cdot 1,008 + (2n+4y) \cdot 16,00$$

$$M_B / (\text{g/mol}) = M_M + z \cdot 12,01 + (2m+z) \cdot 1,008 + (2m+4z) \cdot 16,00$$

Ezek alapján az oxigéntartalomra felírható egyenletek:

$$0,6440 \cdot (x \cdot M_M + y \cdot 12,01 + 2n \cdot 1,008 + (2n+4y) \cdot 16,00) = (2n+4y) \cdot 16,00$$

azaz átrendezve $x \cdot M_M = y \cdot 23,35888 + n \cdot 15,67344$, valamint

$$0,6394 \cdot (M_M + z \cdot 12,01 + (2m+z) \cdot 1,008 + (2m+4z) \cdot 16,00)$$

$$= (2m+4z) \cdot 16,00$$

azaz átrendezve $M_M = z \cdot 23,07584 + m \cdot 16,03092$.

Mivel tudjuk, hogy **A** esetén az anyag tömegének 26,336 %-a, **B** esetén 21,312 %-a alakul oxigénné, így a felszabaduló oxigénre hasonlóképpen felírva az egyenleteket, 1 mol anyag tömegére vonatkoztatva a bomlási reakciók alapján:

$$0,26336 \cdot (x \cdot M_M + y \cdot 12,01 + 2n \cdot 1,008 + (2n+4y) \cdot 16,00) = ((y+n)/2) \cdot 32$$

azaz átrendezve $x \cdot M_M + y \cdot 15,25666 = n \cdot 26,73734$, valamint

$$0,21312 \cdot (M_M + z \cdot 12,01 + (2m+z) \cdot 1,008 + (2m+4z) \cdot 16,00) = ((z+m)/2) \cdot 32$$

azaz átrendezve $M_M + z \cdot 1,94292 = m \cdot 41,05908$.

Ezek után van 6 ismeretlenünk és 5 független egyenlet, ami összeköti őket. Ez így még nem megoldható, de mivel tudjuk, hogy z egy kis egész szám, néhány próbálkozás után megtalálható a megoldás. Utóbbi két egyenlet n -re és m -re átrendezve:

$$\text{A: } n = 0,03740x \cdot M_M + y \cdot 0,57061,$$

$$\text{B: } m = 0,02436 \cdot M_M + z \cdot 0,04732.$$

Ezeket behelyettesítve a teljes oxigéntartalomra felírt egyenletekbe:

$$x \cdot M_M = y \cdot 23,35888 + (0,03740x \cdot M_M + y \cdot 0,57061) \cdot 15,67344$$

azaz $x \cdot M_M = y \cdot 78,06007$, illetve

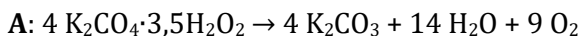
$$M_M = z \cdot 23,07584 + (0,02436 \cdot M_M + z \cdot 0,04732) \cdot 16,03092$$

azaz $M_M = z \cdot 39,10573$.

Az utolsó egyenlet alapján $z=1$ -re máris kapunk egy kémiai logika szerint is értelmes megoldást, a káliumot. $z=2,3,4,5,6$ -ra ugyanakkor nem, így el is fogadhatjuk ezt. Ebből tehát $x=2$, $y=1$, $n=3,5$ és $m=1$.

A keresett vegyületek: **A:** $\text{K}_2\text{CO}_4 \cdot 3,5\text{H}_2\text{O}_2$ és **B:** $\text{KHCO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}_2$

b) A hőbomlások egyenlete konkrétan:



További hevítéssel a karbonátból K_2O nemigen kapható, de mindkettőt elfogadtuk.

A feladat könnyűnek bizonyult, a beküldők többsége jó pontszámot ért el. Figyeljete a feladat szövegére! A leggyakoribb hiba az volt, hogy a két bomlási termék nem egyezett az egyenletekben, de többen feledkeztek el különböző részletekről, vagy nem számoltak bizonyos adatokkal.

(Szobota András)

K532*. a) Az ammónia, illetve a hidrogén-klorid. Mind a két gáz kiválóan oldódik vízben.

b) Az ammónia esetén olyan, mely a semleges, illetve a lúgos közegben eltérő színű. Ilyen lehet például a fenoltalein. A hidrogén-klorid esetén pedig olyat érdemes választani, mely a savas, illetve a semleges kémhatású oldatokban különböző színű. Ilyen lehet például a metilvörös.

c) A timolkék az erősen savas, a semleges, illetve a lúgos kémhatású oldatokban más és más színű, így mind a két kísérletben színváltozással jelzi az egyes gázok oldódását.

d) $\text{Cu} + 2 \text{NO}_3^- + 4 \text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + 2 \text{NO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

e) Barna.

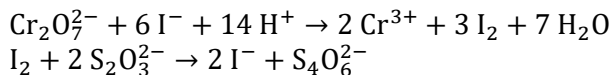
f) A bal oldali lombikban lévő oldat színtelenből rózsaszínűvé, míg a jobb oldali lombikban lévő oldat színtelenből (zöldes)kéké válik. A közepsőben nem figyelhető meg színváltozás. A jobb oldali lombikban egy barna színű gáz fejlődése, majd annak részleges eltűnése, színének elhalványodása is megfigyelhető. Ezeken felül a feladat szövegében leírt áramlások figyelhető meg.

g) Egyrészt a nitrogén-dioxid oldódása okozhatja a jobb oldali lombikban a nyomás csökkenését, másrészt (a közel) állandó térfogatú edényben az oldódás során felszabaduló hő hatására felmelegedő gáztér hűlése is felelős lehet a változásokért.

A megoldók többsége csak figyelmetlenségből eredő hibát vétett. Ilyen volt például a közepső lombik figyelmen kívül hagyása az f) kérdésben, vagy a d) kérdés esetén az, hogy sokan nem ionegyenlet formában írták fel az oldódás során végbemenő kémiai változást. Ezen felül keveseknek jutott eszébe az, hogy az oldódás során energiaszabaddulás is megfigyelhető, így annak megszűnésekor a gáztér hűlése is felelős lehet a megfigyelt változásokért. A mediánpontszám 8,5 lett, a pontok szórása kettő alatt maradt.

(Ficsór István Dávid)

H431. a) Savas közegben a dikromácionok a jodidionokat jóddá oxidálják, mely a hagyományos, jodometriai alapegyenlet szerint titrálható:



b) A felhasznált kálium-dikromát anyagmennyisége:

$$0,01672 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,01 \text{ dm}^3 = 1,672 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

1 mol $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ a fenti reakcióegyenlet szerint 3 mól jódot eredményez, mely kétszer ennyi, azaz 6 mól $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ionnal reagál. Így a mérőoldatból származó $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ionok anyagmennyisége:

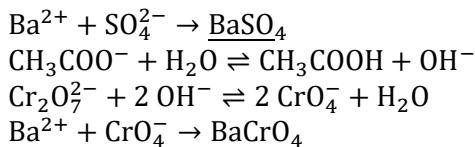
$$6 \cdot 1,672 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 1,0032 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Ez az anyagmennyiség $10,27 \text{ cm}^3$, azaz $0,0127 \text{ dm}^3$ mérőoldatban volt jelen, így annak koncentrációja:

$$c_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = \frac{1,0032 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,0127 \text{ dm}^3} = 0,0977 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

c) A jodidionok dikromácionok általi oxidációs reakciójának reakciósebessége lassú lehet, amennyiben a közeg csak gyengén savas, vagy a dikromácionok nincsenek kellően nagy feleslegben. A kisebb dikromátfelesleg, azaz kisebb dikromátkoncentráció okozta reakciósebesség-csökkenés a másik reaktáns, azaz a sav koncentrációjának növelésével ellensúlyozható.

d) A bárium-szulfát közismerten rossz oldhatóságú vegyület, így a bárium-klorid oldat hozzáadásakor a szulfácionok bárium-szulfát formájában kiválnak. A báriumtartalom feleslege lúgos közegben bárium-kromát formájában kiválik. Ennek hátterében a közeg lúgosodása áll, mely a nátrium-acetát lúgos hidrolízisére vezethető vissza (gyenge sav és erős lúg sója). Lúgos közegben a kromát-dikromát egyensúly a kromácionok felé tolódik, ami csapadékleválást eredményez (a bárium-dikromát viszonylag jó oldhatóságú, szemben a bárium-kromáttal). A folyamatot a következő reakcióegyenletek írják le (az érthetőség kedvéért nem csak a csapadékleválástási reakciók egyenleteit ismertetem, de ez természetesen a versenyzőktől nem volt elvárás, illetve az utolsó 3 reakció esetén elfogadott volt a bruttó reakcióegyenlet feltüntetése is):



e) A reakciósor során a megfelelő szulfátsó szulfáttartalma bárium-szulfátként leválik, majd a báriumionok feleslege lúgosítás után bárium-kromátként válik le. Ezt követően a kromátionok feleslege a savanyítás következtében dikromáttá alakul (a levált csapadék nem oldódik vissza, mivel szűréssel eltávolítottuk), mely a kálium-joddal az a) feladatrészben írtak szerint reagál. Végül az itt keletkező jóddal reagálnak a tioszulfátionok.

A reagáló tioszulfátionok anyagmennyisége:

$$0,00873 \text{ dm}^3 \cdot 0,0977 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 8,528 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

A reagáló dikromátionok mennyisége az a) feladatrészbeli egyenletek alapján ennek hatoda:

$$\frac{8,528 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{6} = 1,421 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Az összesen a reakcióelegybe került dikromátionok mennyisége:

$$0,01672 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,02 \text{ dm}^3 = 3,344 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Így a bárium-kromát csapadékleválasztása során a dikromátmennyiség csökkenése:

$$3,344 \cdot 10^{-4} \text{ mol} - 1,421 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 1,923 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

A kromát-dikromát egyensúlyt leíró egyenlet szerint ez 2-szer ennyi, azaz $3,845 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ kromátionnak felel meg, így a levált bárium-kromát anyagmennyisége is ennyi.

Az összesen a reakcióelegybe került báriumionok mennyisége:

$$0,05 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,02 \text{ dm}^3 = 1,000 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Ezek egy része bárium-kromát formájában, többi része bárium-szulfát formájában vált le, melynek anyagmennyisége:

$$1,000 \cdot 10^{-3} \text{ mol} - 3,845 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 6,155 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Tehát az ismeretlen szulfátsóból $6,155 \cdot 10^{-4}$ mol szulfácion származott. A szulfácionok kétszeres töltésűek, legyen a szulfátsó fémionjának töltése x (x feltehetően pozitív egész szám, és legfeljebb 8). Ekkor a szulfátsóban 1 mól szulfácionra $2/x$ mól fémion jut a töltésegyensúly révén. Így a $6,155 \cdot 10^{-4}$ mol szulfácionra jutó fémion anyagmennyisége a kiindulási szulfátsóban:

$$6,155 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \frac{2}{x}$$

A szulfátsóban a szulfátra eső tömeg:

$$6,155 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \left(32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 4 \cdot 16 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \right) = 0,05912 \text{ g}$$

Így a fémre eső tömeg:

$$0,1072 \text{ g} - 0,05912 \text{ g} = 0,04808 \text{ g}$$

A fém moláris tömege így:

$$M = \frac{0,04808 \text{ g}}{6,155 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \frac{2}{x}} = 39,06x \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Ekkor $x=1$ esetén adódik a kálium moláris tömege, mely összhangban van a K^+ ionok töltésével is. Más kémiaiag értelmes, releváns nagyobb x értékek esetén sem adódik. Tehát a keresett szulfátsó K_2SO_4 volt.

A feladatot a legtöbb versenyző hibátlanul vagy közel hibátlanul oldotta meg. Teljesen hibátlan megoldást Bense Tamás, Fekete Simon, Milovecz Fruzsina Panka és Zólmoy Csanád adott le. A leggyakoribb hiányosság annak kizárása volt, hogy a kálium-szulfáton kívül további megoldás is létezik. Ezen kívül néhányan BaCr_2O_7 csapadék leválásával számoltak. Az átlagpontszám 7,53 pont volt.

(Csorba Benjámin)

H432 A Bergengóceán medrében rengeteg gipszkristály található, így a víznek kalcium-szulfátra nézve telítettnek kell lennie. A Bergengóc Tudományos Akadémia szakemberei a földrengés előtt a kalcium- és a

szulfátion koncentrációját is megmérték, így a gipsz oldhatósági szorzata is kiszámolható az adott hőmérsékleten.

$$\begin{aligned}[\text{Ca}^{2+}] &= 17,7 \text{ mg/dm}^3 / 40080 \text{ mg/mol} = 4,42 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \\ [\text{SO}_4^{2-}] &= 67,6 \text{ mg/dm}^3 / 96060 \text{ mg/mol} = 7,04 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \\ L(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) &= [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 3,11 \cdot 10^{-7} \text{ mol}^2/\text{dm}^6\end{aligned}$$

A baleset során a rakományból kalciumionok kerültek a vízbe, ezért ezek koncentrációja növekedett. Az oldhatósági egyensúly miatt viszont közben gipszkiválás is történt. A baleset után a kalciumion koncentrációja:

$$[\text{Ca}^{2+}]_{\text{bu}} = 22,2 \text{ mg/dm}^3 / 40080 \text{ mg/mol} = 5,54 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

A kalciumion koncentrációjának növekedése a vízben:

$$[\text{Ca}^{2+}]_{\text{bu}} - [\text{Ca}^{2+}] = 1,12 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

A szulfátion baleset utáni koncentrációja az oldhatósági szorzatból kiszámolható:

$$[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{bu}} = L(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) / [\text{Ca}^{2+}]_{\text{bu}} = 5,61 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

A szulfátion koncentrációja csak a gipszkiválás miatt csökkent. Mivel a gipszben a kalcium- és szulfátionok aránya 1:1, a további csapadékkiválás a kalciumion koncentrációját is csökkentette:

$$\Delta = [\text{SO}_4^{2-}] - [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{bu}} = 1,43 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

Így összességében a hozzáadott kalciumion mennyisége:

$$[\text{Ca}^{2+}]_{\text{bu}} - [\text{Ca}^{2+}] + \Delta = 2,55 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

A balesetben 2500 kg klorokalcit került a Bergengőceánba. Az ebben lévő kalciumion anyagmennyisége:

$$2500 \text{ kg} / 0,18553 \text{ kg/mol} = 1,35 \cdot 10^4 \text{ mol}$$

Így a Bergengőceán térfogata:

$$1,35 \cdot 10^4 \text{ mol} / 2,55 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 = 5,29 \cdot 10^7 \text{ dm}^3$$

Az átlagos mélység a térfogat és a felszín hányadosa:

$$5,29 \cdot 10^4 \text{ m}^3 / 4,25 \cdot 10^4 \text{ m}^2 = 1,24 \text{ m}$$

Megjegyzések:

i. A Bergengőceánban eredetileg a kalcium- és szulfátionok aránya nem 1:1. Ez csak annyit jelent, hogy a víz más szulfátiontartalmú sót (így más kationt) is tartalmaz még oldva. Szinte bizonyosan vannak más anionok is benne, de ezek mennyisége a feladat szempontjából érdektelen.

ii. A gipszben van ugyan kristályvíz, de az oldhatósági szorzat definícióját ez nem befolyásolja. Ennek ugyanaz az oka, mint amiatt a víz ionszorzatának definíciójánál sem kell feltüntetni a H_2O koncentrációját: az érték állandó, nem változhat meg a folyamat közben.

A beküldött megoldások fele hibátlan volt.

(Lente Gábor)

H433. Az ezüst-nitrát-oldat hatására leváló csapadékok színe, valamint oldékonysági tulajdonsága alapján az **A** anyag esetén képződött csapadék tisztán ezüst-bromid, míg a **B** anyag esetén képződött csapadék több komponensből áll, ezüst-klorid, illetve ezüst-jodid keveréke. Ez alapján az **A** oldatban elemi bróm volt az oldott anyag, míg a **B** oldatban egy olyan vegyület volt az oldott anyag, melyben található klór, illetve jód is. Egy ilyen a molekula a jód-monoklorid.

Mivel a jód-monoklorid (ICl) egy kétatomos poláris molekula, a bróm molekulái viszont apolárisak, ezért a jód-monoklorid forráspontja lesz a magasabb.

Ezek alapján a számozott egyenletek:

1. $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{Br}^- + \text{SO}_4^{2-} + 4 \text{H}^+$
2. $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \underline{\text{BaSO}_4}$
3. $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- = \underline{\text{AgBr}}$
4. $\underline{\text{AgBr}} + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-} + \text{Br}^-$
5. $\text{ICl} + \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{Cl}^- + \text{I}^- + \text{SO}_4^{2-} + 4 \text{H}^+$
6. $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \underline{\text{AgCl}}$ illetve $\text{Ag}^+ + \text{I}^- = \underline{\text{AgI}}$
7. $\underline{\text{AgCl}} + 2 \text{NH}_3 = \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + \text{Cl}^-$
8. $\underline{\text{AgI}} + 2 \text{CN}^- = \text{Ag}(\text{CN})_2^- + \text{I}^-$

A pontok átlaga kicsivel több lett, mint 8. Hibátlan megoldást küldött be Elek János, valamint Fekete Simon.

Külön köszönet jár Elek Jánosnak, aki felhívta a figyelmet arra, hogy a fagyáspontcsökkenéssel kapcsolatos információ alapján nem tudunk meg többet az ismeretlen vegyületekről, ugyanis – amennyiben a részecskék nem disszociálnak – azonos molalitású szén-tetrakloridos oldatuk fagyáspontja is azonos.

A B oldatban lévő oldott anyag a minőségi összetétel alapján lehetne ICl_3 is, azonban ennek a vegyületnek narancssárga színű a szén-tetrakloridos oldata. Ezen felül könnyen bomlik jód-monokloridra és elemi klórra, ami ellentmondana annak a feltételnek, hogy egyetlen oldott anyagot tartalmaznak az oldatok.

(Ficsór István Dávid)

H434. A megoldások keresése előtt érdemes utánajárni, hogy milyen molekuláriszletek megléte esetén van egy molekulának geometriai, illetve optikai izomerje. A keresés során érdemes végiggondolni, hogy milyen szerkezeti részletet kell kialakítani, vagy épp átalakítani ahhoz, hogy a megadott feltételek teljesüljenek. Erre jó példa a kiralitáscentrum megszüntetése (iii) rész), ugyanis egy többszörös kötés telítésével el tudjuk érni azt, hogy a kiindulási anyag aszimmetriacentrumához kapcsolódó különböző ligandumok közül kettő azonossá váljon.

Az alábbi táblázatban egy-egy példamegoldás látható. A hidrogénezések során a palládium tölti be a katalizátor szerepét.

	Kiindulási anyag	Termék
i)	but-2-én	bután
ii)	1,2-dimetilciklohex-1-én	1,2-dimetilciklohexán
iii)	3-metilpent-1-én	3-metilpentán
iv)	3-metilhex-2-én	3-metilhexán
v)	3-metilhex-2-én	3-metilhexán
vi)	1,4-dimetilciklohexén	1,4-dimetilciklohexán
vii)	5-metilnon-2-én	5-metilnonán
viii)	1,2-dimetilciklohexén	1,2-dimetilciklohexán

Az 1,4-dimetilciklohexén esetén a kiralitás egy speciális fajtája, az ún. axiális kiralitás figyelhető meg. E vegyület a kiralitáscentrum hiányában sem egyezik meg a tükörképi párjával.

*Ahogy azt a figyelmes olvasó már kiszúrhatta, olyan vegyületek is beke-
rültek a táblázatba, amelyek esetén az egyetlen kétszeres kötés olyan
szénatomokat köt össze, melyek egyazon gyűrűnek a tagjai, vagyis a ve-
gyületek valójában cikloalkének.*

*Ha a feladatban szereplő fogalmat (alkén) szigorúan használjuk (IUPAC
szerinti definíció), akkor csak olyan szénhidrogének jöhetnek szóba kiin-
dulási anyagként, melyek nyílt láncúak, és egyetlen többszörös kötés van
a molekulájukban, mely egy kétszeres kötés.*

*Ahogy az Simon János Dániel megoldásából kiderül, a reakció terméke
ilyen esetben csak egy telített, nyílt láncú szénhidrogén lehet. Az ilyen ve-
gyületekre pedig nem jellemző a geometriai izoméria. Azaz ilyen megkö-
tések esetén a ii), vi) valamint a viii) kérdésekre a pontos válasz az lenne,
hogy nincs olyan reakció, mely a feltételeknek eleget tenne.*

*A táblázat készítésekor tanúsított megengedő hozzáállásnak a háttérében
az áll, hogy az alkén, valamint olefin fogalmak több magyar tankönyvben,
összefoglalóban is úgy szerepelnek, mint az egyetlen kétszeres kötést tar-
talmazó szénhidrogének. Ehhez pedig a C_nH_{2n} összegképletet párosítják. A
ciklohexén (és a többi cikloalkén) példáján jól látszódik, hogy ehhez a
meghatározáshoz egyetlen általános összegképletet rendelni helytelen.
Mivel az érettségi követelmények között nem szerepel a cikloalkén mint
fogalom, így ezt a hiányosságot a tankönyvszerzőknek nem érdemes fel-
róni, a megoldások értékelése során azonban érdemes figyelembe venni.*

*A beküldött megoldásokra adott pontok mediánja 8,5 lett, ezek átlaga et-
től majdnem egy ponttal maradt el. Hibátlan megoldást küldött be Mi-
lovecz Fruzsina Panka, Bense Tamás, Biró Artúr, Elek János, valamint Si-
mon János Dániel.*

(Ficsór István Dávid)

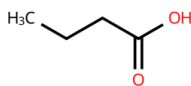
H435. a) A megadott információkból adott n ($n > 2$) esetén csak négyféle megoldás lehetséges: normál karbonsav ($C_nH_{2n}O_2$), hidroxikarbonsav ($C_nH_{2n}O_3$), oxokarbonsav ($C_nH_{2n-2}O_3$) és dikarbonsav ($C_nH_{2n-2}O_4$). Ebből a normál karbonsavé a legkisebb moláris tömeg (X1) és a dikarbonsavé a legnagyobb (X4). Tehát:

$$\frac{4 \cdot 16 / 12,01n + 1,01 \cdot (2n - 2) + 4 \cdot 16}{3 \cdot 16 / 12,01n + 1,01 \cdot 2n + 3 \cdot 16} = \frac{88}{59}$$

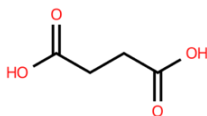
Ebből $n=4$.

Tehát X1: n-butánsav ($C_4H_8O_2$), X2: oxobutánsav ($C_4H_6O_3$), X3: hidroxibutánsav ($C_4H_8O_3$), X4: borostyánkősav ($C_4H_6O_4$). Az a) pont alapján X1 és X4 szerkezete határozható meg egyértelműen.

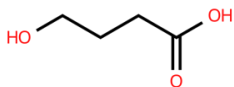
X1:



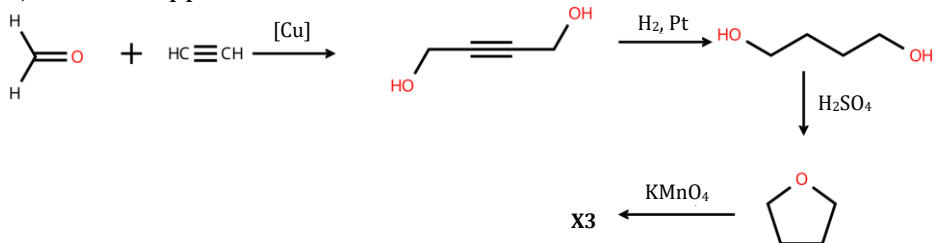
X4:



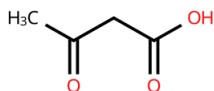
b) X3 így a gamma-hidroxi-vajsav. Az érzéstelenítő hatása mellett gyakran használják illegálisan is bódításra.



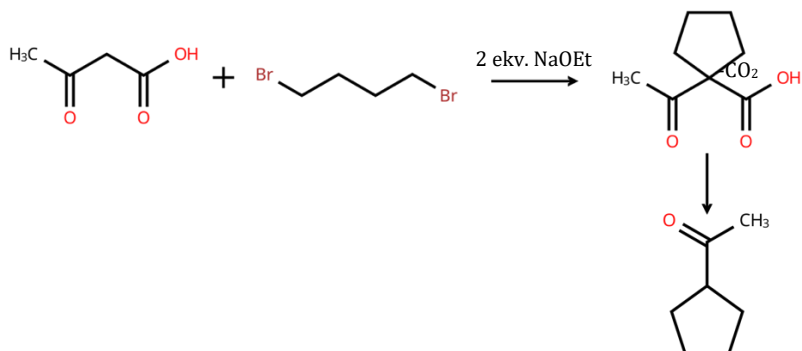
c) Például Reppe-szintézissel:



d) X2 a 3-oxobutánsav (aceticetsav). Y reakció az acetecetészterszintézis, az α -szénatom hidrogénjeinek savasságára épül, amely a deprotonálással képződő nukleofil enolátok savassága miatt lehetséges.



e) például:



A négy karbonsav összegképletét mindegyik beküldő megtalálta, a szintézisutakra sokféle, változatos megoldás született, amelyekből a megszövegezés alapján sokat el lehetett fogadni. A pontszámok átlaga 7,54 pont lett, a megoldások közül formailag is kiemelkedik Elek János megoldása, de sokan mások is szép, részletes matematikai indoklást adtak a feladatra.

(Viczkó Csaba)