

GONDOLKODÓ



Feladatok

Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Zagyi Péter

A megoldásokat 2023. február 17-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.

K444. *Keress minél több olyan létező anyagot, amelynek molekulájában az atomok, a kötő elektronpárok és a nemkötő elektronpárok számának aránya*

- a) 1:1:1;
- b) 1:1:2 (bármilyen sorrendben);
- c) 1:2:3 (bármilyen sorrendben);
- d) 2:3:4 (bármilyen sorrendben);
- e) 3:4:5 (bármilyen sorrendben)!

(Zagyi Péter)

K445. Az ammóniumsók nagy része elbomlik melegítés hatására, némelyik robbanásszerűen. A feladatban három ammóniumsó bomlásáról lesz szó. Ezek a vegyületek egyszerű ammóniumvegyületek abban az értelemben, hogy az ammóniumion mellett csak egyféle aniont tartalmaznak, és kristályvíz sincs bennük.

Az **A** vegyület (melyet tiszta állapotban elő sem lehet állítani) bomlása során egy kémiai elem és víz keletkezik. A bomlástermékek tömegaránya $1,287 : 1$.

A **B** vegyület bomlása során (magas hőmérsékleten) két kémiai elem és víz keletkezik. A bomlástermékek tömegaránya $2,252 : 1,750 : 1,000$.

A **C** vegyület bomlása során három kémiai elem és víz keletkezik. A bomlástermékek tömegaránya $2,854 : 2,574 : 1,143 : 1,000$.

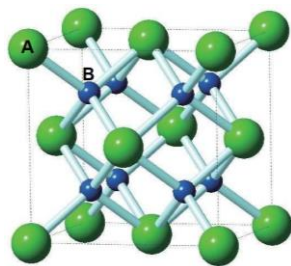
Számítással határozd meg a három vegyület képletét, és írd fel a bomlások egyenletét!

(Zagyai Péter)

K446. Az ékszerészetben gyakran emlegetik a cirkóniát mint egyfajta drágakő-helyettesítőt. Bonyolítja helyzetet, hogy létezik cirkon nevű természetes ásvány, melyet szintén használ az ékszerészet, illetve természetesen cirkónium is, a kémiai elem.

A cirkónia nem más, mint mesterségesen előállított, köbös kristályrendszerben kristályosodó cirkónium-dioxid. Szerkezete könnyen áttekinthető a következő ábrán.

Képzeljünk el egy kockát, melynek minden csúcsán és minden lapközepén található egy atom. Ezek az ábrán a nagyobb gömbök (**A**). Ezután képzeletben vágjuk fel ezt a kockát szimmetrikusan, nyolc egybevágó kis kockára. E kis kockák középpontjába is helyezzünk el egy-egy atomot. Ezek az ábrán a kisebb gömbök (**B**). Az általuk elfoglalt pozíciókat tetraéderes helyeknek nevezik. Ilyen kockák építik fel a cirkónia kristályát.



a) *Állapítsd meg, hogy a köbös cirkónia esetén melyik gömb szimbolizálja a Zr atomot! Válaszodat indokold!* (Korábbi KÖKÉL-feladatok segítséget nyújthatnak.)

b) Mi a cirkon képlete?

Noha a cirkon tiszta állapotban színtelen, különféle szennyezők jelenlétében jellegzetes színeket vehet fel. Egyik legnevezetesebb, már a Bibliában is említett változata sárgászörös-vörösbarna színű. Ennek nevéből származik a cirkónium 19. században használatos magyar elnevezése. (És mindezek egy virág nevéhez is kapcsolódnak.)

c) Mi az ásvány, a virág és a cirkónium régi magyar neve?

Ha létezne ásványok közötti versengés, akkor a cirkon egy bizonyos kategóriában garantáltan első helyezést érne el. Erről számolt be többek között a Nature tudományos folyóirat 2001 januárjában, ill. a Nature Geoscience 2014 februárjában.

d) Miben lenne tehát első a cirkon az ásványok között?

A 2014-es cikkben beszámolnak arról, hogy egy rendkívül modern analitikai eljárással elképesztően kis mintákban egészen kis mennyiségben tudták meghatározni a cirkonkristály ólomtartalmát.

Egészen pontosan egy kb. $0,02 \mu\text{m}^3$ térfogatú cirkonban 10255 db ^{206}Pb atomot detektáltak. A vizsgált kristály sűrűsége $4,65 \text{ g/cm}^3$ volt.

e) Hány tömegszázalék volt a vizsgált cirkon ^{206}Pb -tartalma?

A cirkóniumot elemi állapotban először káliummal történő redukcióval állították elő egy vegyületéből. Tiszta anyagok használata esetén a cirkónium mellett kizárólag kálium-fluorid képződik, és elvileg $3,11 \text{ g}$ vegyületre és $1,71 \text{ g}$ káliumra van szükség $1,00 \text{ g}$ elemi cirkónium előállításához.

f) Mi a kiindulási vegyület képlete?

(Zagyai Péter)

K447. 2008-ban egy nagyon érdekes felfedezés született – mint annyiszor, véletlenül: elektronikai felhasználásra szánt új anyagok kutatása során egy kísérletben gyönyörű kék színű anyag keletkezett. Ez egyrészt azért különösen izgalmas, mert a kék pigmentek nem túl gyakoriak, és már hosszú évtizedek óta egyetlen új képviselőjük sem vált ismertté, másrészt a kék szín megjelenésének szerkezeti oka elméleti szempontból is érdekes. Az új pigment (YInMn kék) ráadásul amellett, hogy kiemelkedően szép színű, nem mérgező, és kémiaileg is nagyon stabil, ellenáll a pigmentekre leselkedő legtöbb környezeti hatásnak.

Sőt mi több, az anyag összetételének kis mértékű változtatásával (amely a kristályszerkezet megváltozását is eredményezheti) számos új, élénk színű anyagot sikerült előállítani, gyakorlatilag a szivárvány minden színében.

Az YInMn kék gyakorlatilag az ittrium(III), az indium(III) és a mangán(III) oxidjának szilárd oldata. Az YInO_3 összetételű anyag gyakorlatilag színtelen, viszont az indium már egy kicsiny hányadának mangánnal történő helyettesítése is élénk kék szín megjelenését eredményezi. (Az YMnO_3 fekete.)

Az YInMn kék összetételét tehát az $\text{YIn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_3$ képlettel írhatjuk le. A legintenzívebb kék színt $x = 0,2$ értéknél kapjuk.

A pigment nagyon egyszerűen előállítható, a megfelelő oxidok keverékének huzamosabb ideig 1000°C fölötti hőmérsékleten történő hevítésével.

- a) *Add meg a pigment előállításához szükséges oxidok képletét!*
- b) *Számítsd ki, hogy elvileg milyen tömegarányban kell keverni az egyes oxidokat a legintenzívebb kék szín eléréséhez!*

Ha az indium egy részét mangánnal, más részét pedig cinkkel és titánnal helyettesítik (tehát az előállításnál cink-oxidot és titán-oxidot is használnak), gyönyörű, különféle árnyalatú bíbor és lila színű pigmenteket kapnak.

Az ilyen anyagok idealizált általános képlete $\text{YIn}_{1-x-2y}\text{Mn}_x\text{Zn}_y\text{Ti}_y\text{O}_3$.

- c) *Mi az magyarázata annak, hogy a cink és a titán mindenképpen azonos anyagmennyiségben épül be az oxidba?*
 - d) *Mi a képlete a pigment előállításához használt cink-, ill. titán-oxidnak?*
- A cink és a titán mellett alumínium beépítésével újabb színárnyalatok hozhatók létre.
- e) *Mi az általános képlete az $\text{Y(InMnZnTiAl)}\text{O}_3$ pigmentnek, amelyben tehát az indium egy részét mangánnal, cinkkel, titánnal és alumíniummal helyettesítik?*

Ha a mangán(III)-oxidot kihagyjuk, helyette az előbbiekben is szóba került titán-oxidot, továbbá réz(II)-oxidot használunk az indium egy részének helyettesítésére, zöld színű anyaghoz jutunk.

f) Milyen képlettel írható le az a pigment, amelynek előállításához elméletileg 28,4:1 tömegarányban szükséges ittrium(III)-oxid és réz(II)-oxid?

(Zagyi Péter)

K448. A hidrogén-cianid ipari előállítása leginkább metán, ammónia és oxigén elegyének magas hőmérsékleten, platina katalizátoron történő átvezetésével történik. A hidrogén-cianid mellett víz képződik.

a) Írd fel a reakció egyenletét!

b) Exoterm vagy endoterm folyamatról van szó? Válaszodat indokold!

Látva a kiindulási anyagokat, nem lepődünk meg, hogy más reakciók is lejátszódhatnak a reaktorban. Ilyen az ammónia oxidációja elemi nitrogénné vagy nitrogén-monoxiddá, a metán oxidációja szén-monoxiddá vagy szén-dioxiddá. De elemi hidrogén is jelen lehet a terméként kapott gázelegyenben.

c) Írd fel az említett reakciók egyenletét!

d) Írj egy olyan reakciót, amelyben elemi hidrogén keletkezhet!

Egy modellkísérletben 3 mol metán, 5 mol ammónia és 8,75 mol oxigén elegyéből kiindulva egy olyan gázelegyet kaptak, amelyben HCN, H₂O, N₂, NO és CO volt.

e) Milyen határok között lehetett a kapott gázelegy HCN-tartalma?

Egy másik modellkísérletben 2,4 mol metán, 2,6 mol ammónia és 5 mol oxigén elegyéből indultak ki.

f) Keletkezhet olyan termékelegy, amely pontosan ugyanazt az öt összetevőt tartalmazza, mint az előző modellkísérletben? Válaszodat indokold meg!

(Zagyi Péter)

K449*. Az **A** és **B** vegyületek kémiai szempontból közeli rokonságban állnak. Ha ugyanis ionvegyületnek tekintjük az anyagokat (ami ugyan távol áll a valóságtól, de formálisan gondolkodhatunk így), akkor megállapítható, hogy anionjuk ugyanaz a szabályos tetraéder alakú összetett ion.

Az **A** egy kalciumvegyület, melynek oxigéntartalma 22,23 m/m%. A **B** vegyület oxigéntartalma 21,81 m/m%.

a) *Mi az **A** és a **B** vegyület képlete?*

b) *A **B** vegyületnek van egy igazán különleges fizikai tulajdonsága. Mi ez?*

(Zagyi Péter)

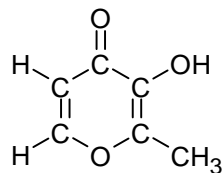
K450*. Jó néhány olyan fémeket ismerünk, amelynek nincsen semmilyen biológiai funkciója, de gyógyszerként hatásos lehet. Ennek általában az áll a háttérben, hogy a kérdéses fémion helyettesíthet egy, a szervezetben jelen lévő fémiont, ezáltal tudja befolyásolni a biokémiai folyamatokat.

Ez a helyzet azzal a fémmel is, amelyről e feladat szól.

A fém egyszerű vegyületei (pl. kloridja) jellemzően nagyon gyenge biológiai hasznosulást mutatnak. Kulcsfontosságú volt a felfedezés, hogy a fémion bizonyos szerves anionokkal olyan vegyületet (komplexet) képez, amely lényegesen jobban hasznosul a szervezetben, és megfelelően célba juttatva kiválthatja a kívánt hatást.

A leginkább beválni látszó anion a maltol savmardékionja.

A kérdéses fémvegyületben (fémkomplexben) a maltol (képletét ld. az ábrán) egyszeres negatív töltésű ionja szerepel. Tudjuk, hogy a fém kloridjának tömegszázalékos fémtartalma 2,527-szerese a komplex fémtartalmának. (A fémion mindkét vegyületben azonos töltésű.)



a) *Számítással határozd meg, hogy melyik fémről van szó!*

A hétköznapi életben egyébként találkozhatunk mind a kérdéses fémmel elemi állapotában, mind a maltollal.

b) *Hol találkozhatunk ezekkel az anyagokkal?*

c) *Tutanhamon, az ókori egyiptomi XVIII. dinasztia egyik fáraója vajon melyik anyaggal kerülhetett kapcsolatba élete során a kettő közül? Válaszodat indokold meg!*

(Zagyi Péter)

K451*. Egy 10 szénatomos telített diol a két hidroxilcsoporton kívül más funkciós csoportot vagy heteroatomot nem tartalmaz. A molekuláról tudjuk, hogy 4 szekunder és 3 terciér szénatom van benne.

a) *Ennek alapján hány primer és hány kvaterner szénatom lehet a molekulában?*

A szekunder szénatomok elhelyezkedéséről tudjuk továbbá azt is, hogy kettő-kettő egymáshoz kapcsolódik. (Így helyezkednek el például a 4-metilheptán szekunder szénatomjai.)

Azt is tudjuk, hogy a molekula enyhe, lánchasadást nem okozó oxidációjával (amit pl. forró CuO-val vagy savas kálium-dikromáttal valósíthatunk meg) egy olyan keton keletkezik, amely kettővel kevesebb hidrogénatomot tartalmaz, mint a kiindulási molekula.

Tudjuk továbbá, hogy a diol 3 kiralitáscentrumot tartalmaz, de csak az egyik hidroxilcsoport kapcsolódik kiralitáscentrumhoz.

Az eddigi információk alapján már nagyon leszűkül a szóba jöhető vegyületek köre.

b) *Rajzold fel a diol lehetséges konstitúcióit!*

A vegyület (pontosabban a sztereoiszomerek keveréke) előfordul egy Ausztráliában honos fa illóolajában. Akár ebből kivonva, akár mesterségesen előállítva, viszonylag nagy mennyiségben kerül kereskedelmi forgalomba. Könnyen megeshet, hogy a feladat megoldója is használta már, vagy az elkövetkező nyáron használni fogja. De ha nem, akkor is fel tudja rajzolni a konstitúcióját.

c) *Nyomozd ki, rajzold fel!*

(Zagyi Péter)

H381. Egy tartályban etil-amin-gáz és levegő (78% nitrogén, 21% oxigén és 1% argon) keveréke, egy másik, épp feleakkora tartályban tiszta HCl gáz található légköri nyomáson és szobahőmérsékleten. A két tartály tartalmát hagyjuk összekeveredni, és egy idő után meghatározzuk a kapott gázfázis levegőhöz viszonyított relatív sűrűségét.

a) *Milyen tartományban lehetett az első tartály térfogatszázalékos etil-amin-tartalma, ha csak ebből az egy mérési eredményből meg tudjuk mondani az értékét?*

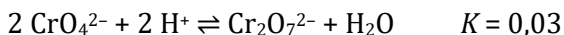
b) *Mi lenne a válaszod, ha etil-amin helyett metil-amin vagy ammónia lett volna a keverékben?*

A gázokat tekintjük ideálisnak, bár itt ez nyilván tökéletlen közelítés.

(Magyarfalvi Gábor)

H382. Átalakulásuk közben színváltozást elszenvedő vegyületek oldataiban akkor látjuk az egyes formák színét tisztán, ha azok hányada 90% fölött van.

A kromátionok citromsárga színűek, míg a dikromátionok színe narancssárga. A két ion a következő egyensúlyban egymásba alakul vizes oldatban:



a) *Milyen pH-tartományban milyen színt mutat az az oldat, melyben a kromát összkoncentrációja 0,1 mol/dm³?*

b) *Egy hasonló pH-tartományban színt váltó szerves indikátorral összevetve milyen hátrányai lennének a kromát-dikromát rendszer indikátorként való hasznosításának?*

(Varga Szilárd)

H383. A radioaktív bomlás sebességét, az izotópok koncentrációjának alakulását leíró exponenciális törvényeket a KÖKÉL 2012/1. számában található H080. feladat is részletezi.

A) A geokronológia a kőzetek és fossziliák korának meghatározásának tudománya. Ilyen abszolút kormeghatározást bizonyos radioaktív izotópok, például az Rb-Sr és az Sm-Nd rendszer segítségével lehet elvégezni. Jellemzően a bomlástermék és a vizsgált radioaktív izotóp anyagmenyiség-aránya mérhető meg.

a) *Vezess le összefüggést a bomlástörvényből ezen arány időfüggésére!*

Egy érdekes ilyen rendszer a K-40 (természetes gyakorisága 0,012%) bomlásán alapul, aminek a felezési ideje ($1,25 \cdot 10^9$ év) kedvező, hisz a Föld korának kb. egynevezte.

A K-40 proton- és neutronszáma is páratlan, ami egyedi bomlási tulajdonságokhoz vezet. A K-40 β -bomlással (a bomlások 89,14%-a, $\lambda_b = 4,962 \cdot 10^{-10}$ év⁻¹) Ca-40-re (bomlási energia 1,32 MeV) és

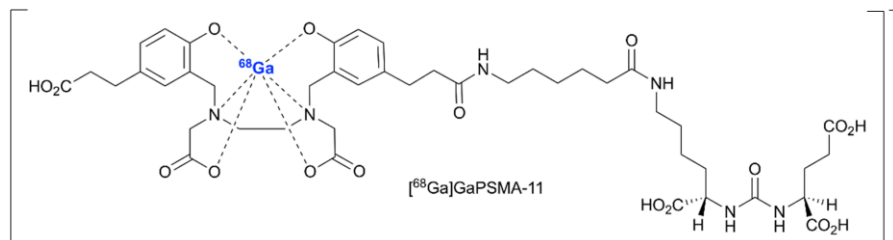
elektronbefogással (a bomlások 0,2%-a) Ar-40-re (alapállapot, bomlási energia 1,51 MeV) bomlik. A bomlások további 10,66%-ban elektronbefogás során gerjesztett Ar-40 keletkezik (bomlási energia 0,05 MeV), ami γ -kibocsátással (energia 1,461 MeV) alapállapotba relaxál. A kétféle elektronbefogási folyamat bomlási (sebességi) állandója $\lambda_e = 0,581 \cdot 10^{-10} \text{ év}^{-1}$.

A kőzetek argonizotóp-tartalma a kőzetek káliumtartalmának, korának és történetének (elsősorban a hőmérsékleti változásoknak) függvénye. Ha feltételezzük, hogy kezdetben (pl. magmaként) a minta nem tartalmazott Ar-40-et, és azután a minta K és Ar tekintetében zárt rendszer volt, akkor a kőzet kora megbecsülhető.

Egy 1 kg-os vulkanikus kőzetminta összes káliumtartalma 0,140 kg, Ar-40 tartalma pedig $7,638 \cdot 10^{-4}$ mg volt.

b) *Becsüld meg a kőzet korát!*

B) A Ga-68 izotóppal jelölt GaPSMA-11 vegyületet pozitronemissziós tomográfiás (PET) vizsgálatokban használják. A ^{68}Ga felezési ideje 67,7 perc.



Egy kórházi alkalmazásra szánt jelölt GaPGSMA-11 minta aktivitása délelőtt 10:00-kor 100 MBq.

c) *Mennyi lesz az aktivitása délben és 17:30-kor? Ha a sikeres PET képalkotáshoz a beadáskor 15 MBq aktivitás szükséges, akkor meddig lehet ezt a mintát felhasználni?*

d) *Mennyi lenne a tiszta Ga-68 fajlagos aktivitása (GBq/g egységben)?*

(svájci feladat)

H384. Az 1960-as években Tino Gäumann ETH professzor azt vizsgálta, hogyan bomlanak az alkánok intenzív gamma-sugárzás hatására.

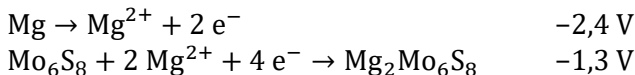
Ionizáló sugárzás hatására az alkánmolekulák kovalens kötéseinek véletlenszerűen felszakadnak, és gyökök keletkeznek, amelyek véletlenszerűen rekombinálnak. Például a besugárzott metán H-atomokra és metilgyökökre bomlik. Ezen fragmensek rekombinációjából H_2 , CH_4 és C_2H_6 keletkezik. Az arányuk 1:2:1, azaz az új termékek százalékos anyagmennyiség-eloszlása 50-50%.

A magasabb szénatomszámú alkánok esetében mind a C-H, mind a C-C kötések felszakadhatnak, és ezen feladat keretein belül azt a feltételezést tehetjük, hogy az egyes kötések azonos valószínűséggel, véletlenszerűen szakadnak fel, típustól függetlenül. Tegyük fel, hogy egy molekulában csak egy kötés szakad fel.

- Írd fel, hogy az etán radiolízise során milyen gyökök és milyen új molekulák keletkeznek! Határozd meg a radiolízis végén a végső keverékben kapott új termékek százalékos anyagmennyiség-arányát!
- Milyen gyökök keletkeznek a propán radiolízise során, és mi a keletkezésük relatív valószínűsége?
- Hányféle új molekula tud keletkezni a propán besugárzása során? Add meg a szerkezeteket!
- Határozd meg a propán radiolízisében kapott végső keverékben az új n-alkánok várható százalékos anyagmennyiség-arányát!

(svájci feladat)

H385. A Mg-ion-akkumulátorok egyre nagyobb figyelmet kapnak, mivel gazdaságosabbak és környezetbarátabbak lehetnek, mint az elterjedt Li-ion-akkumulátorok. Az Mg-ion-akkumulátorokban anódként Mg-fólia, katódként Chevrel-fázis (Mo_6S_8) használható. Anód- és katódreakciók és standardpotenciáljuk:



- Írd fel az akkumulátor cellareakcióját, és számítsd ki a cellareakció standardpotenciálját és szabadentalpia-változását!

A meglevő Li-ion akkumulátorunkat szeretnénk Mg-ionosra lecserélni, és tudjuk, hogy

- 1) A Li-ion-akkumulátor fajlagos energiasűrűsége 200 Wh/kg.

- 2) Az akkumulátor tömegének 50%-a az Mg-fólia és az Mo_6S_8 együttes tömege.
- 3) Az Mg-fólia és az Mo_6S_8 a cellareakciónak megfelelő arányban vannak jelen.

b) *Hányszoros lesz a Mg-ionos akkumulátor tömege?*

Vegyünk egy olyan Mg-ion-akkumulátort, amiben az anód egy $10\ \mu\text{m}$ vékony Mg-fólia, a Chevrel-katód pedig $2,5\ \text{g}$ -nyi Mo_6S_8 . Mindkét elektróda felülete $100\ \text{cm}^2$. A magnézium sűrűsége $1,738\ \text{g/cm}^3$.

c) *Számítsd ki, hogy milyen vastag marad a Mg-fólia a teljesen kisütött akkumulátorban!*

A fajlagos kapacitás az a töltésmennyiség, amelyet egy anyag egységnyi tömege felvenni/leadni képes.

d) *Mi lesz a Mg-ion akkumulátor két elektródanyagának fajlagos kapacitása mAh/g egységben?*

Tekintsünk egy $500\ \text{mAh}$ kapacitású Mg-ion akkumulátort, amit úgy állítottak össze, hogy

- 1) az Mg-fóliából 10 tömegszázalékos többletet tartalmazott az Mo_6S_8 katódhoz szükséges mennyiséghez képest,
- 2) az akkumulátor tömegének 50%-a az Mg-fólia és az Mo_6S_8 együttes tömege.

e) *Mennyi volt az akkumulátor teljes tömege?*

(svájci feladat)

Megoldások

K428. a) A krómizotópok előfordulási százaléakai a függvénytáblázat adatai alapján: ^{50}Cr ($N(n^0)=26$): 4,3%, ^{52}Cr ($N(n^0)=28$): 83,8%, ^{53}Cr ($N(n^0)=29$): 9,5%, ^{54}Cr ($N(n^0)=30$): 2,4%, ahol zárójelben az egyes izotópok neutronszámai szerepelnek. Ezek alapján a króm átlagosan $0,043 \cdot 26 + 0,838 \cdot 28 + 0,095 \cdot 29 + 0,024 \cdot 30 = 28,1$ neutronot tartalmaz atomonként. Az ajándék krómdarab neutronszáma $24 \cdot 10^{24}$ db, vagyis 40 mol neutronot tartalmaz. Ebből kiszámolható az ajándékban található krómatomok anyagmennyisége: $40 \text{ mol} / 28,1 = 1,42 \text{ mol}$. Ismert, hogy a króm átlagos relatív atomtömege 52,0, tehát az ajándékozni kívánt krómdarab tömege $1,42 \text{ mol} \cdot 52,0 \text{ g/mol} = 73,9 \text{ g}$. (Ilyen pontosság mellett a 0,01% egyéb anyag már nem befolyásolja a végeredményt.)

b) A króm a legnagyobb keménységű fém, a hozzá képest puhább anyagú, feltehetően vasból, vagy annak ötvözetéből készült ráspollyal nem alakítható.

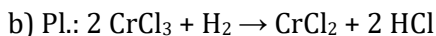
A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 7,3 pont. Teljes értékű megoldást 13 tanuló küldött be. Néhány megoldó csak a ^{52}Cr izotóppal és a króm átlagos relatív atomtömegével számolva oldotta meg a feladatot. További elvi hiba az, ha az átlagos relatív atomtömeg és a protonszám különbségét vesszük átlagos neutronszámnak. Fontos megjegyezni, hogy a krómizotópok előfordulási százaléakai nem adják meg közvetlenül azt, hogy az ajándékba szánt krómkockában lévő neutronok milyen arányban származnak az egyes izotópokból (pl. a ^{52}Cr izotóp előfordulási százaléka 83,8%, de ez nem jelenti azt, hogy a krómkockában lévő neutronok 83,8%-a származik ^{52}Cr izotópból). Mindezek elsősorban elvi jelentőségű meggondolások, a végeredményben minimális eltérést okoznak, de nem fogadtuk el őket teljes értékű megoldásként.

(Vörös Tamás)

K429. a) Az alábbi párok egyik tagjából egy betű elhagyásával vagy kicserélésével, majd a betűk új sorrendbe rakásával a pár másik tagját kapjuk meg (zárójelben szerepel a két elem egymással alkotott vegyületének képlete):

bróm – bór (BBr_3), szén – kén (CS_2), klór – króm (CrCl_2 , CrCl_3), cérium – cézium, tantál – lantán, tórium – ródium, gallium – tallium,

ródiium – rádium, radon – argon, bárium – rádium, bárium – erbium, cérium – réniium, xenon – neon, terbium – erbium, lítium – túliium, molibdén – nobéliium



A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 5,4 pont. A legjobb megoldásokat Csernyák Milán és Túri Bálint küldték be. A feladat szövege szerint egy betű elhagyásával vagy kicserélésével kell megkapni a másik elem nevét, így azokat a megoldásokat, ahol az új elemet egy betű cseréjével, majd egy másik betű elhagyásával kapjuk meg, nem fogadtuk el. Ezen felül nem ért pontot a feladat szövegében már szereplő króm – bróm pár sem. Sok megoldónál hiányzott a b) feladatrész, illetve előfordult, hogy kettő helyett csak egy vegyület szerepelt a felírt egyenletekben.

(Vörös Tamás)

K430. A segédletként megadott számsor a platinát kódolja, melynek alapállapotú atomjában 17 elektron ($5s^25p^65d^9$) van az 5. és 1 elektron ($6s^1$) a 6. héjon. A kódolás kulcsa Vendel kedvenc elemi részecskéje, a neutron: az egyes számok az általuk kódolt elemek valamely izotópjának neutronszámát jelölik. A 16822812 számsort megfelelően tagolva (16 82 28 12) azok a ^{31}P , ^{139}La , ^{50}Ti és ^{23}Na izotópok neutronszámait jelölik. A vegyjeleket összeolvasva adódik az Alaszkában is megtalálható település magyar neve.

A feladvány számsorát megfelelően tagolva, majd az egyes neutronszámokhoz vegyjeleket rendelve az alábbiakat kapjuk:

60 28 8 10 20: Ru Ti N O S

28 22 40: V Ar Ga

6 8 78 22 10 140: B O Cs K O Ra

6 22 12: B Ar Na

A Vendel által kódolt népi bölcsesség: Rutinos varga bocskora barna.

A Vendel által kódolt népi bölcsességet összesen 10 tanuló fejtette meg helyesen. A legtöbb nehézséget a harmadik számsor (bocskora) dekódolása jelentette, ebben a sorban van az egyetlen, nagy neutronszámú, nem stabil izotóp (Ra).

(Vörös Tamás)

K431. Egyszerű ionok, melyekben az elemi részecskék száma számtani sorozatot alkot többek között az alábbiak:

Ion képlete:	$N(p^+)$	$N(n^0)$	$N(e^-)$
${}^1\text{H}^-$	1	0	2
${}^7\text{Li}^+$	3	4	2
${}^{23}\text{Na}^+$	11	12	10
${}^{26}\text{Mg}^{2+}$	12	14	10
${}^{33}\text{S}^{2-}$	16	17	18
${}^{36}\text{S}^{2-}$	16	20	18
${}^{39}\text{K}^+$	19	20	18
${}^{45}\text{Sc}^{3+}$	21	24	18
${}^{54}\text{Fe}^{2+}$	26	28	24
${}^{58}\text{Ni}^{2+}$	28	30	26

Összetett ionok, melyekben az elemi részecskék száma számtani sorozatot alkot többek között az alábbiak (zárójelben az iont alkotó izotópok szerepelnek):

Ion képlete:	$N(p^+)$	$N(n^0)$	$N(e^-)$
OH^- (${}^1\text{H}$, ${}^{16}\text{O}$)	9	8	10
NO_2^- (${}^{14}\text{N}$, ${}^{17}\text{O}$)	23	25	24
SO_3^{2-} (${}^{33}\text{S}$, ${}^{17}\text{O}$)	40	44	42
SO_4^{2-} (${}^{32}\text{S}$, ${}^{17}\text{O}$)	48	52	50
SCN^- (${}^{34}\text{S}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{14}\text{N}$)	29	31	30
HCO_3^- (${}^1\text{H}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{17}\text{O}$)	31	33	32
ClO^- (${}^{35}\text{Cl}$, ${}^{17}\text{O}$)	25	27	26
H_3O^+ (${}^1\text{H}$, ${}^{17}\text{O}$)	11	9	10
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (${}^{50}\text{Cr}$, ${}^{16}\text{O}$)	104	108	106
$(\text{COO})_2^{2-}$ (${}^{12}\text{C}$, ${}^{17}\text{O}$)	44	48	46

A legtöbb helyes képletet Tóth-Petra Lili küldte be. A fentiekben nem szereplő, minden további, a feladat feltételeinek megfelelő ion képletét is elfogadtuk.

(Vörös Tamás)

K432. A próbálkozások során kitapasztalhatjuk, hogyan viselkedik a telített konstitúciós izomerek száma a szénatomszám függvényében (túl azon, hogy természetesen nő, mégpedig gyorsuló ütemben).

Érdeemes talán azzal az esettel kezdeni, amikor $z = 0$. Ezzel ugyanis felmérhetjük, hogy adott szénatomszám esetén mekkora változatosságot ad egy telített szénváz. Ehhez képest egy vagy több oxigénatom beépítése nyilvánvalóan növeli a lehetséges izomerek számát.

A következő táblázatban azt láthatjuk, hogy adott szénatomszámhoz hány telített konstitúció tartozik különböző esetekben (nyílt lánc, egy gyűrű, két gyűrű). (A háromgyűrűs eseteket nem vizsgáltuk.)

n	C_nH_{2n+2}	C_nH_{2n}	C_nH_{2n-2}
1	1	0	0
2	1	0	0
3	1	1	0
4	2	2	1
5	3	5	5
6	5	12	16
7	9	29	49
8	18	*	*
9	35	*	*

*Reménytelenül sok. Kiemelve a feladat szempontjából kedvező esetek.

Akinek van kedve, megpróbálhatja lerajzolni a lehetőségeket. Ha eltérést talál a táblázathoz képest, feltétlenül jelentkezzen, e sorok írója ugyanis fenntartja a tévedés lehetőségét, különösen a nagyobb

szénatomszámú kétgyűrűs szénhidrogének esetében... A hiányzó értékeket is meg lehet próbálni megtalálni!

Lássuk ezek után az oxigéntartalmú vegyületeket! Egyszerűsítve a problémát, a vizsgált molekulák legfeljebb két oxigénatomot tartalmaznak.

A $C_1H_yO_1$ esetben egyetlen konstitúció képzelhető el a CH_2O (metanal) és a CH_4O (metanol) összegképlethez is.

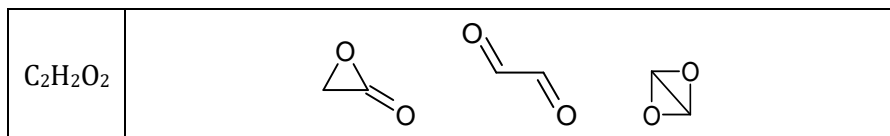
A $C_1H_yO_2$ esetén a CH_4O_2 takarhatja a metándiol és a metil-hidroperoxid molekulát is.

A $C_2H_yO_1$ összegképlet esetén 2 telített konstitúció képzelhető el a C_2H_6O (etanol és dimetil-éter) és a C_2H_4O (etanal és oxirán) esetben.

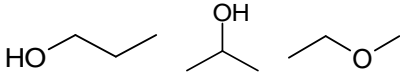

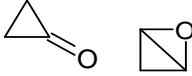
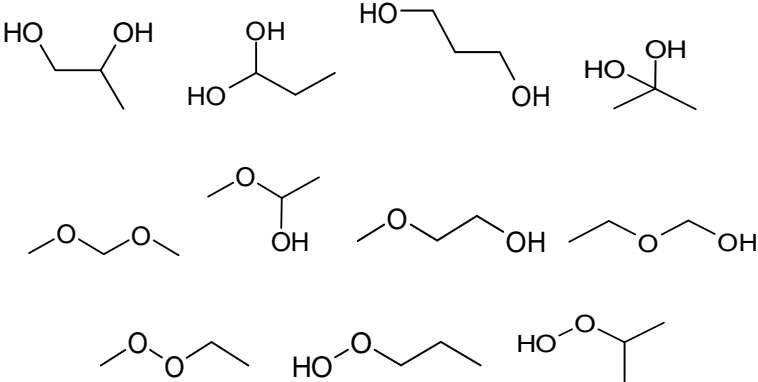
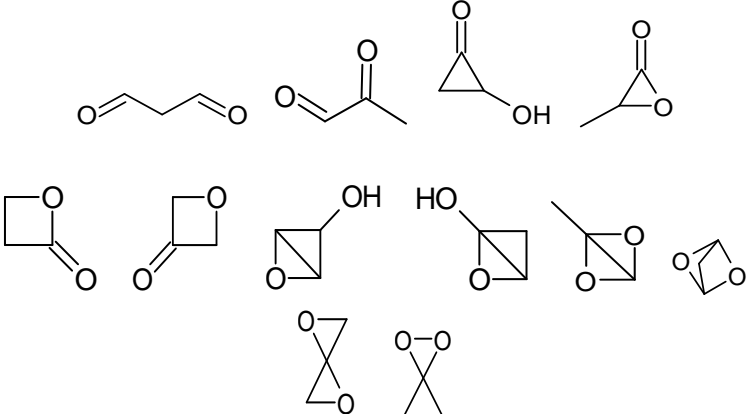
A $C_2H_yO_2$ lehetőség esetén a $C_2H_6O_2$ összegképlet mindenképpen nyílt láncú, és leírhat egy telített diolt (etán-1,2-diol) vagy egy éter- és egy hidroxilcsoportot is tartalmazó vegyületet (metoximetanol). Ez meg is felelne a feltételeknek, csak hogy létezik még O–O kötést tartalmazó peroxid és hidroperoxid is, továbbá, mivel a feladat *elvileg* lehetséges konstitúciókról beszélt, a geminális etán-1,1-diol is gyarapítja a lehetőségek számát. Nem meglepő az a következtetés, hogy 2 oxigénatom jelenléte lényegesen megnöveli a lehetséges konstitúciók számát. Esetünkben 5-re.

Ha csökkentjük a hidrogénatomok számát, tehát a $C_2H_4O_2$ összegképletet vizsgáljuk, akkor a számunkra kedvező esetek számát elvileg csökkenteni, hogy ekkor már számos izomer telítetlen lesz, viszont a gyűrűi lehetősége és az oxigénatomok beépítésének különböző módjai (a hidroxilcsoport és az étercsoport mellett most már oxocsoport is elképzelhető nyílt lánc esetén) jelentősen bővítik az opciókat. $C_2H_4O_2$ összegképlethez valóban meglehetősen sok (7) telített konstitúció rajzolható fel.

A hidrogénatomok számának további csökkentése viszont már csökkenti a telített szerkezetek számát. $C_2H_2O_2$ összegképlethez már csak három megoldást találunk:



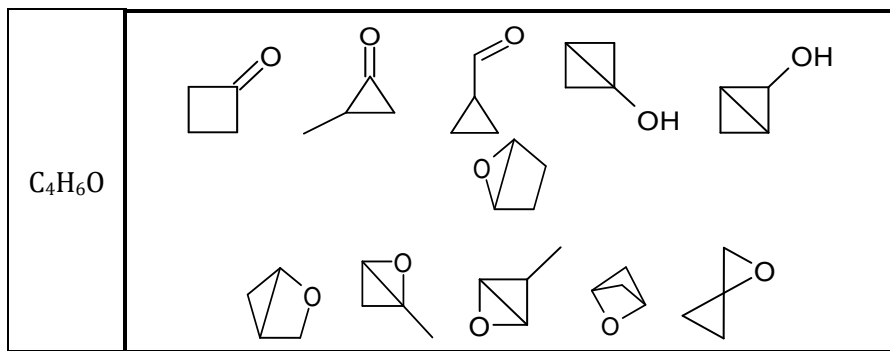
A három szénatomos esetek az alábbi táblázatban foglalhatók össze:

C_3H_8O	
C_3H_6O	
C_3H_4O	
$C_3H_8O_2$	
$C_3H_6O_2$	<i>reménytelenül sok</i>
$C_3H_4O_2$	

A táblázatból látható, hogy a két (esetleg több) oxigénatomot tartalmazó molekulákkal nem érdemes próbálkozni a továbbiakban, mert túl sok konstitúció képzelhető el így. Különösen igaz ez a $C_nH_{2n}O_2$ esetekre.

$C_4H_{10}O$ összegképlethez 7 teltített konstitúció tartozik, viszont a korábbi tendenciáknak megfelelően a C_4H_8O összegképlethez sokkal több, 14.

A C_4H_6O összegképletnél nyílt láncú szerkezetek már nem jönnek szóba. Egygyűrűs oxovegyületek és kétgyűrűs alkoholok és éterek képzelhetők el, a lehetőségek száma 11!



$C_5H_{12}O$ összegképlettel nyílt láncú alkoholok és éterek lehetségesek, összesen 14 (8 alkohol és 6 éter). A korábbiakból következik, hogy a $C_5H_{10}O$, a C_5H_8O összegképletekhez sokkal több izomer tartozik, és a még kevesebb hidrogénatomos esetek sem túl reménykeltőek, ugyanis az áthidalt többgyűrűs szénvázak igen nagy variációs lehetőséget adnak (ld. táblázat).

Sejthető az is, hogy a $C_6H_{14}O$ esetén tovább romlik a helyzet, több, mint 30 izomerrel, és ez előrevetíti, hogy itt az ideje megállnunk, mert sokkal gyorsabban nő az izomerek száma, mint az atomok száma a molekulában.

Összefoglalva tehát, a helyes megoldások:

- CH_4 , CH_2O , CH_4O , C_2H_4O , C_2H_6O , C_3H_8O , C_5H_8 , C_5H_{10}
- C_6H_{12} , C_8H_{18}
- $C_3H_8O_2$, C_6H_{10}
- C_4H_6O , C_6H_{10}

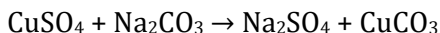
Úgy tűnik, sokan megrettentek a feladattól, nem is ok nélkül. Természetesen nem vártunk ilyen mélységű elemzést, és a beküldők meg is találtak jó

néhányat a felsorolt lehetőségek közül. Fontos megjegyezni, hogy a fenti megoldásban szereplő molekulák egy része nem stabil, esetleg nem is létezik egyáltalán. Különösen igaz ez a feszült többgyűrűs, áthidalt szerkezetekre – nem véletlen, hogy sokan nem is gondoltak ilyen molekulákra, amikor számba vették a lehetséges izomereket.

(Zagyi Péter)

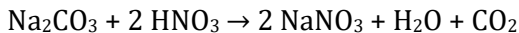
K433. A rendezett egyenletek az alábbiak:

1. Rézgálic oldatához szódat adunk, ekkor egy zöld csapadék képződik:

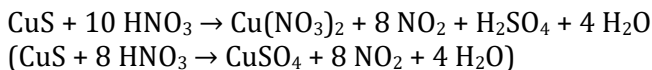


A reakció során intenzív gázfejlődés is megfigyelhető, a savas kémhatású réz(II)-szulfát oldata protonálja a karbonátionokat, a reakció során végül CO_2 keletkezik, amely kibuborékol az oldatból. Az ezt leíró $2 \text{CuSO}_4 + 2 \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 + 2 \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2$ egyenletet is teljes értékű megoldásként fogadtuk el.

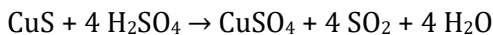
2. Sziksóhoz salétromsavat öntünk, ekkor buborékokat figyelünk meg:



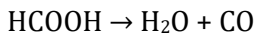
3. Réz-szulfidhoz tömény salétromsavat öntünk, ekkor egy vörösbarna gáz képződik:



4. Réz-szulfidhoz tömény kénsavat öntünk, ekkor szúrós szagú gáz buborékol ki az oldatból:



5. A legkisebb szénatomszámú karbonsavhoz tömény kénsavat adunk:



6. Az előbbi gáz fog akkor is keletkezni, ha cink és kalcium-karbonát porkeverékét hevítjük:



A feladatra összesen 33 megoldás érkezett, a beküldött megoldások pontszámainak átlaga 7,4 pont. Hibátlan megoldást 12 tanuló küldött be. A 3. és 4. reakciót réz(I)-szulfiddal felírva és az egyenleteket helyesen rendezve azokat szintén teljes értékű megoldásnak fogadtuk el. Több megoldó ionegyenletet (is) írt, természetesen ezeket is elfogadtuk. A legtöbb

nehézséget a réz-szulfid reakcióinak felírása jelentette, emellett gyakori hiba volt egy-egy sztöchiometriai együttható hiánya.

(Vörös Tamás)

K434. a) A szelénnel szubsztituált nyolcas kéngyűrűk általános képlete: Se_nS_{8-n} , ahol $1 \leq n \leq 7$ és n egész szám.

b) Az SeS_7 összegképlethez 1-féle, az Se_2S_6 összegképlethez 4-féle (1,2; 1,3; 1,4; 1,5), az Se_3S_5 összegképlethez 5-féle (1,2,3; 1,2,4; 1,2,5; 1,3,5; 1,3,6), míg az Se_4S_4 összegképlethez 8-féle (1,2,3,4; 1,2,3,5; 1,2,3,6; 1,2,4,5; 1,2,4,6; 1,2,4,7; 1,2,5,6; 1,3,5,7) molekula létezik, ha minden nyolctagú gyűrűt stabilnak tekintünk (zárójelben a Se-atomok helyzete szerepel az egyes izomerek esetén). Könnyen belátható, hogy az 5,6, illetve 7 Se-atomot tartalmazó izomerek száma rendre megegyezik a 3, 2, illetve 1 Se-atomot tartalmazó izomerek számával. Összesen tehát $1 + 4 + 5 + 8 + 5 + 4 + 1 = 28$ db molekula létezne, ha minden szelén-kén gyűrű stabil lenne.

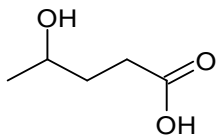
c) A lejátszódó reakció egyenlete: $H_2SeO_3 + 2 SO_2 + H_2O \rightarrow Se + 2 H_2SO_4$

d) Vizsgáljunk olyan mennyiségű keveréket, amelyet 1 mol SeS_2 és n mol CdS alkot! Ebben 1 mol, azaz 78,96 g Se van, ez adja a keverék 30 m/m%-át, tehát a teljes keverék tömege $78,96 \text{ g} / 0,30 = 263,2 \text{ g}$. Ebből levonva az 1 mol SeS_2 tömegét a keverékben lévő CdS tömege $263,2 \text{ g} - 143,1 \text{ g} = 120,1 \text{ g}$. Ekkora tömegű CdS anyagmennyisége $120,1 \text{ g} / 144,5 \text{ g mol}^{-1} = 0,831 \text{ mol}$, azaz n értéke 0,831.

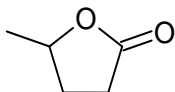
A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 6,8 pont. Hibátlan, szép megoldást küldött be Burkódi Mikes, Csernyák Milán és Viczkó Csaba Péter. A legtöbb nehézséget a b) feladatrész okozta, az elméletileg lehetséges izomerek száma mellett érdemes felírni/felrajzolni az egyes szerkezeteket is, mivel ezek a megoldások abban az esetben is érnek részpontszámokat, ha az izomerek számának összege eltér a megoldókulcsban szereplő értéktől.

(Vörös Tamás)

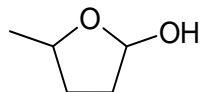
K435. a) A feladatban szereplő vegyületek szerkezeti képletei (a C és D természetesen felcserélhetők):



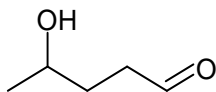
A



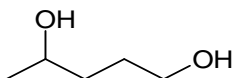
B



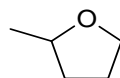
C



D



E



X

b) A végtermék neve 2-metiltetrahidrofurán, vagy röviden csak 2-MeTHF.

A feladat könnyűnek bizonyult, a beküldők többsége maximális pontot ért el.

(Szobota András)

H371. a) Legyen $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten a szerves (X-et nagyobb mennyiségben tartalmazó, azaz az 1. számú) fázis egyensúlyi tömege x g, ekkor a vizes (vizet nagyobb mennyiségben tartalmazó, azaz a 2. számú) fázis tömege $(100 - x)$ g, hiszen összesen $2 \cdot 50\text{ g} = 100\text{ g}$ anyagot kevertünk össze. $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten a szerves fázisban a víz tömegtörtje (a víz tömegének aránya a fázis teljes tömegéhez viszonyítva, azaz a tömegszázalék századrésze) $0,04$, míg a vizes fázisban a víz tömegtörtje $1 - \frac{21}{100} = 0,79$, hiszen az X szerves anyag és a ziven kívül más anyag nincs jelen. Ekkor a szerves fázis összesen $0,04x$ g, míg a vizes fázis $0,79 \cdot (100 - x)$ g vizet tartalmaz, így a víz teljes, 50 g -nyi mennyiségére felírható a következő komponensmérlegegyenlet:

$$50 = 0,04x + 0,79 \cdot (100 - x)$$

Az egyenletet megoldva adódik, hogy $x = 38,7$. Tehát $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on az 1., azaz a szerves fázis egyensúlyi tömege $38,7\text{ g}$, a 2., azaz a vizes fázis tömege $100\text{ g} - 38,7\text{ g} = 61,3\text{ g}$.

$70\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten a vízre hasonló komponensmérlegegyenlet írható fel, annyi eltéréssel, hogy ekkor a szerves fázisban a víz tömegtörtje

0,05, a vizes fázisban pedig $1 - \frac{6}{100} = 0,94$. Legyen ekkor a szerves fázis tömege y g, a vizes fázis tömege így $(100 - y)$ g. Ekkor a vízre vonatkozó komponensmérlegegyenlet:

$$50 = 0,05y + 0,94 \cdot (100 - y)$$

Az egyenletet megoldva adódik, hogy $y = 49,4$. Tehát 70 °C -on az 1., azaz a szerves fázis egyensúlyi tömege $49,4$ g, a 2., azaz a vizes fázis tömege $100\text{ g} - 49,4\text{ g} = 50,6\text{ g}$.

b) Ahhoz, hogy egy 0 °C -on elegyedő oldat 70 °C -ra melegedve két fázisra váljon szét, az szükséges, hogy a hőmérséklet emelésével az oldott anyag oldhatósága az eredeti, 0 °C -os oldat összetétele alá csökkenjen. Látható, hogy ez az X anyag vízoldhatóságáról mondható el a feladatban szereplő táblázat szerint. Ez alapján X-re nézve $6\text{ m/m}\%$ -nál töményebb, de maximum $21\text{ m/m}\%$ töménységű 0 °C hőmérsékletű vizes oldatból kiindulva, 70 °C -ra történő felmelegítés esetén az oldat két fázisra válik szét (hiszen ezen a hőmérsékleten a telített oldat is csak $6,0\text{ m/m}\%$ X-et tartalmaz). Más koncentráció nem megfelelő, hiszen $21\text{ m/m}\%$ felett már 0 °C -on két fázis lenne jelen, $6\text{ m/m}\%$ -os vagy hígabb oldat esetén pedig 70 °C -on sem történne meg a fázisszétválás, hiszen a telített összetételt nem haladná meg az oldat összetétele. Ez alapján tehát több mint 6 g , de maximum 21 g X szerves anyag bemérése szükséges, a fennmaradó részt vízzel 100 g -ra kiegészítve.

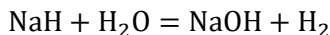
c) Ahhoz, hogy egy 70 °C -on elegyedő oldat 0 °C -ra hűlve két fázisra váljon szét, az szükséges, hogy a hőmérséklet csökkentésével az oldott anyag oldhatósága az eredeti, 70 °C -os oldat összetétele alá csökkenjen. Látható, hogy ez a víz X szerves anyagban való oldhatóságáról mondható el a feladatban szereplő táblázat szerint. Ez alapján vízre nézve $4,0\text{ m/m}\%$ -nál töményebb, de maximum $5,0\text{ m/m}\%$ töménységű 70 °C hőmérsékletű X-es oldatból kiindulva, 0 °C -ra történő lehűtés esetén az oldat két fázisra válik szét (hiszen ezen a hőmérsékleten a telített oldat is csak $4,0\text{ m/m}\%$ vizet tartalmaz). Más koncentráció nem megfelelő, hiszen $5,0\text{ m/m}\%$ felett már 70 °C -on két fázis lenne jelen, $4,0\text{ m/m}\%$ -os vagy hígabb oldat esetén pedig 0 °C -on sem történne meg a fázisszétválás, hiszen a telített összetételt nem haladná meg az oldat összetétele. Ez alapján tehát több mint 4 g , de maximum 5 g víz bemérése szükséges, a fennmaradó részt az X szerves anyaggal 100 g -ra kiegészítve.

A feladat viszonylag könnyűnek bizonyult, az átlagpontoszám 9,00 volt. Hibátlan megoldást 8-an adtak be, és minimum 6 pontot minden versenyző elért.

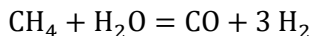
(Csorba Benjámin)

H372. A feladat elolvasása után először bizonyos színproporciók, illetve diszproporciók reakciók juthatnak eszünkbe, azonban más átalakulások is teljesíthetik a feladat feltételeit. A továbbiakban különböző elemek előállítására alkalmas reakciókról olvashatunk, melyek teljesítik a feladat feltételeit.

Hidrogén: Desztillált vízbe szórjunk nátrium-hidridet. E reakció során hidrogén mellett nátrium-hidroxid keletkezik.

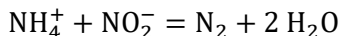


Metán és víz magas hőmérsékletű (1100 °C) reakciójával is elő lehet állítani hidrogént, ekkor szén-monoxid a társtermék.

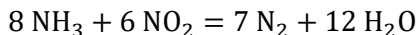


Ez a reakció alkalmas ipari mennyiségű hidrogén előállítására (a keletkező gázelegy szintézisgáz néven ismert).

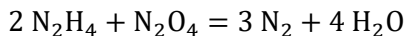
Nitrogén: Reagens ammónium-kloridot, valamint kálium-nitritet tartalmazó oldatokat elegyítsünk, majd a kapott keveréket melegítsük. Ekkor nitrogéngáz keletkezik, és kálium-klorid-oldat marad vissza.



Nitrogén mellett víz keletkezik, ha ammóniát és nitrogén-dioxidot reagáltatunk melegítés (300-500 °C) és átmenetifém katalizátor jelenlétében.

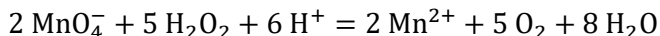


Ezzel a reakcióval csökkenthető a belső égésű motorok NO₂ kibocsátása. Hasonló termékekhez juthatunk, ha hidrazint és dinitrogén-tetroxidot reagáltatunk megfelelő körülmények között.

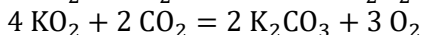
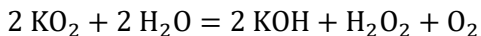


Ezt a reakciót rakéták hajtására lehet felhasználni.

Oxigén: Reagens hidrogén-peroxid-oldatot adjunk, kénsavval savanyított reagens kálium-permanganát-oldathoz. Ekkor oxigéngáz keletkezik.

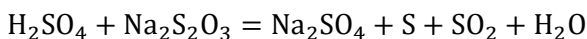


Egy kevésbé ismert vegyülettel is elő tudunk állítani oxigént a feladat feltételeinek betartása mellett. Ez a vegyület a kálium-szuperoxid. Ezt a szilárd anyagot vízbe szórva, illetve szén-dioxiddal reagáltatva (a gázt a vegyületre vezetve) is oxigén fejlődik. Előbbi reakcióban kálium-hidroxid és hidrogén-peroxid keletkezik a gáz mellett, utóbbiban kálium-karbonát a társtermék.

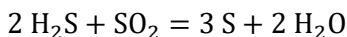


A második reakció alkalmas levegőtől elzárt környezetben (pl. tengeralattjáróban) szén-dioxid elnyelésére, valamint oxigén előállítására.

Kén: Reagens nátrium-tioszulfát-oldathoz adjunk, reagens kénsavoldatot. Ebben a reakcióban kén mellett kén-dioxid is keletkezik.

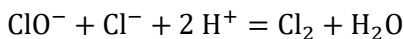


Egy másik lehetőség kénhidrogén és kén-dioxid reakciója, mely csak víz jelenlétében indul el.



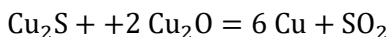
Utóbbi reakciót a földgázból kivont kénhidrogén kénig történő oxidációjára használják.

Klór: Hipoklorit-ionokat (hipoklórossavat) tartalmazó oldathoz adjunk reagens sósavat.



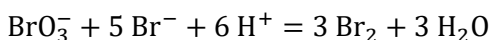
Ez a reakció lejátszódhat háztartási vegyszerek (hypo és háztartási sósav) elegyítésekor.

Réz: Réz(I)-szulfid és réz(I)-oxid keverékének hevítésével fémréz állítható elő kén-dioxid keletkezése mellett.



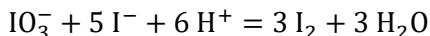
E reakció a szulfidos rézércek pörkölésekor játszódhat le.

Bróm és jód: Szilárd kálium-bromátot és szilárd kálium-bromidot desztillált vízben oldjunk (utóbbi feleslegben), és reagens kénsavval savanyítsuk meg az oldatot.

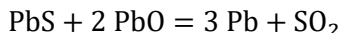


E reakciót bromatometriás titrálások során tudjuk felhasználni pontosan ismert mennyiségű bróm előállítására. Gyakorlatilag azonos módon

kivitelezhető kálium-jodid és kálium-jodát reakciója is savas közegben, mely jódot előállítására alkalmas (jodometria).



Ólom: A réznél leírtakhoz hasonlóan ólom(II)-szulfid és ólom(II)-oxid között melegítés hatására reakció játszódik le, melynek egyik terméke az ólom, míg másik terméke a kén-dioxid.



Ez a reakció a fém-szulfid pörkölésekor játszódhat le.

A feladat nem bizonyult nehéznek, a beküldők többsége maximális pontszámot kapott.

(Ficsór István Dávid)

H373. a) A vörös ólompat az ólom-kromát (az „ólom-oxid krómsavval alkotott vegyülete”), ásványtani neve krokoit.

b) Az egyenletek felírásához azonosítanunk kell a szövegben szereplő vegyületeket.

Kettedfestsavas haméleg: kálium-dikromát, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. A szövegben szó esik ennek az anyagnak a tulajdonságairól, és említik, hogy vörös színű. Ebből következik, hogy nem a kromátról, hanem a dikromátról van szó.

Szalamia: ammónium-klorid, NH_4Cl .

Széneny: szén.

Festéleg: króm(III)-oxid, Cr_2O_3 .

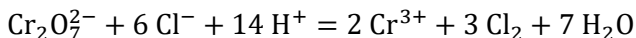
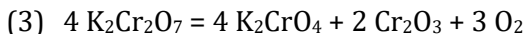
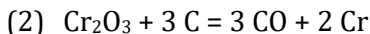
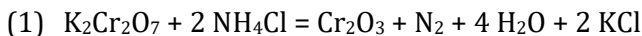
Közönbös festsavas haméleg: kálium-kromát, K_2CrO_4 (vö. kettedfestsavas haméleg).

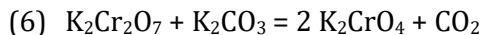
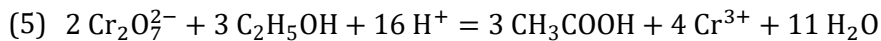
Halvány: klór.

Borlél: etil-alkohol.

Szénsavas haméleg: kálium-karbonát, K_2CO_3 .

A reakcióegyenletek:





c) A króm(VI) vegyületek rákkeltők.

d) Pl.: Mivel erős oxidálószer, ...

e) A Cr_2O_3 nem oldódik vízben, míg a mellette keletkező KCl igen, így ez utóbbi vízzel kioldható.

A feladatra sok jó megoldás érkezett, a pontátlag 9 pont fölötti. A ritkán előforduló hibák egyike a szalamia hibás azonosítása volt. Ez ugyanis nem az ammóniát (az huyag vagy léghőneg lenne), hanem az ammónium-kloridot jelöli.

(Zagyi Péter)

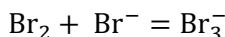
H374. a) A 100 g oldatban található 0,33 g bróm térfogata ideális gázként:

$$V = \frac{mRT}{Mp} = \frac{0,33 \cdot 8,314 \cdot 333,2}{159,8 \cdot 101,3} = 0,056 \text{ dm}^3$$

b) NaBr az Y. A kationt a lángfestés, az aniont az ezüst-bromid színe azonosította. A csapadékleválás: $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- = \text{AgBr}$

A NaI a brómmal természetesen reagálna is, de folyamat sem egyensúlyinak nem tekinthető, sem az oldhatóságot nem javítaná.

c) A lejátszódó reakció a Lugol-oldatban lejátszódó folyamat analógia:



A keletkező tribromidion lineáris.

d) A kapott oldat brómra eleve telített, a Br_2 koncentrációja megegyezik a telített oldatével. Az ionos specieszek koncentrációja is megbecsülhető, ha pl. a kontrakciótól eltekintünk, és 150 cm^3 -esnek vesszük a kapott oldatot.

$$[\text{Br}_2] = \frac{0,33}{79,9 \cdot 2 \cdot 0,1} = 0,0206 \text{ M}$$

$$[\text{Br}_3^-] = \frac{4,17 - 0,5 \cdot 0,33}{79,9 \cdot 2 \cdot 0,15} = 0,167 \text{ M}$$

$$[\text{Br}^-] = \frac{22,99 + 79,9}{0,15} \text{ M} - 0,1671 \text{ M} = 0,481 \text{ M}$$

A keletkezés egyensúlyi állandója így:

$$K = \frac{[\text{Br}_3^-]}{[\text{Br}_2][\text{Br}^-]} = \frac{0,167}{0,0206 \cdot 0,481} \cdot \frac{1}{\text{M}} = 16,8 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}.$$

A feladat azok számára, akik felismerték a NaBr-t, egyszerűen megoldható volt. Jó néhányan – joggal – rossz néven vették, hogy az oldatsűrűségek és kontrakciók becslésére nem utalt a feladat, pedig az elhanyagolások számottevőek. Elfogadtuk – hisz elhanyagolás nélküli felírás – a móltörttekkel kifejezett egyensúlyi állandó kiszámítását is, még akkor is, ha ionos anyagok vizes oldatainál szokatlan megoldás.

(Nemeskéri Dániel, Magyarfalvi Gábor)

H375. Az alapján, hogy sem az **A**, sem a **B** oldat nem oldja a kérdéses **X** fémeket, de a keverékük igen, kézenfekvőnek tűnik, hogy a két oldat a tömény salétromsav és tömény sósav, melyek megfelelő arányú elegye a királyvíz. Ebben az esetben az **X** fém lehetne az arany, azonban ennek oldása során a keletkező oldat vörös színű (zöldes szín csak az oldás kezdeti szakaszában figyelhető meg). Mivel a tömény sósav – a tömény salétromsavval ellentétben – önmagában számos fémeket nem old, egy lehetséges megoldása a feladatnak az, ha a tömény salétromsav oldata helyett olyan anyag vizes oldatát alkalmazzuk a tömény sósav mellett, amelyből csak a két oldat összeöntése során keletkezik salétromsav. Ez lehet például az NH_4NO_3 -oldat.

Ha az **X** fém a réz, akkor az **A** és **B** keverékkel való reakció során keletkező oldat a réz klorokomplexe $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ miatt zöld színű. Ebben az esetben az is teljesül, hogy mind az **A**, mind a **B** oldat és azok elegye is oldja a magnéziumot. Az **X** fém tehát a réz, az **A** és **B** oldat NH_4NO_3 -oldat és tömény sósav. A magnéziummal való reakció során az NH_4NO_3 -oldatból NH_3 és H_2 elegye, tömény HCl-oldatból H_2 , míg a két oldat keverékéből NO és NO_2 elegye keletkezik.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 4,6 pont. Hibátlan, szép megoldást küldött be Éger Viktória és Gerendás Roland. Több olyan megoldás is érkezett, ahol vagy a keletkező oldat színe nem zöld, vagy a magnéziummal való reakció során keletkező gázok/gázelegyek nem különböztethetők meg egyszerű érzékszervi vizsgálatokkal.

(Zagyai Péter, Vörös Tamás)