

Megoldások

K363. a) Legyen 35 g pétisónk, ez 27 g ammónium-nitrátot és 8 g dolomitot tartalmaz. Az ammónium-nitrát anyagmennyisége $27 \text{ g} / (80 \text{ g/mol}) = 0,3375 \text{ mol}$. Ennyi ammónium-nitrát 0,675 mol nitrogént tartalmaz, aminek a tömege 9,45 g.

$$w_{\text{N}_1} = (9,45 \text{ g} / 27 \text{ g}) \cdot 100 = 35\%$$

$$w_{\text{N}_2} = (9,45 \text{ g} / 35 \text{ g}) \cdot 100 = 27\%$$

Az ammónium-nitrát 35% nitrogént, a pétisó pedig 27% nitrogént tartalmaz.

b) 8 g dolomit anyagmennyisége $8 \text{ g} / (184,4 \text{ g/mol}) = 0,0434 \text{ mol}$. A dolomit képlete alapján 0,0434 mol CaO-t, illetve MgO-t tartalmaz, amelyeknek a tömege 2,4347 g és 1,749 g.

$$w_{\text{CaO}} = (2,434 \text{ g} / 35 \text{ g}) \cdot 100 = 6,95\%$$

$$w_{\text{MgO}} = (1,749 \text{ g} / 35 \text{ g}) \cdot 100 = 5,00\%$$

A pétisó tehát 7% kalcium-oxidot és 5% magnézium-oxidot tartalmaz.

c) 2750 t ammónium-nitrátból készíthető pétisó tömege:

$$m = (2750 \text{ t} / 27 \text{ g}) \cdot 35 \text{ g} = 3565 \text{ t}$$

Mivel ez $396 \text{ km}^2 = 39\,600 \text{ ha}$ föld éves szükséglete, 1 hektár föld éves szükséglete 90 kg.

A közölt megoldás beküldője a bonyhádi Petőfi Sándor Gimnázium tanulója.

(Stein Félix)

K364. a) Az alakemlékező tulajdonság lényege, hogy a bizonyos hőmérsékleten deformált fémtárgy magasabb hőmérsékleten visszanyeri a deformáció előtti alakját. Hátterében egy kristályszerkezeti átalakulás (fázisátalakulás) áll.

a) Az 1) és 2) feltétel egyidejűleg akkor valósulhatna meg, ha a V-Ni keverék, amellyel a titánt ötvözik, a titánnal azonos átlagos moláris tömegű lenne. Ez lehetetlen.

Az 1) és a 3) feltétel teljesüléséhez vizsgáljunk 22 g ötvözetet, melyben 4,84 g Ti van. Ez 0,1011 mol.

A maradék 17,16 g V-Ni anyagmennyisége 0,3369 mol és 0,2924 mol között van. A fémkeverék össz-anyagmennyisége tehát 0,4380 mol és 0,3935 mol között változhat.

Látható, hogy nem lehetséges, hogy 22 mol elemi részecske legyen benne, hiszen ahhoz túl kevés atomot tartalmaz.

A 2) és 3) esetek egyidejű teljesülése is elképzelhetetlen. Általában, 22 g ötvözet maximális anyagmennyisége 0,4596 mol, ami 22 mol elemi részecskéhez nagyon kevés.

Tehát még két feltétel egyidejű teljesülése is lehetetlen.

c) Az alumínium alkalmazása segíthet elérni az 1) és 2) feltétel egyidejű teljesülését. Könnyen belátható, hogy a 3) feltétel teljesen reménytelen így is.

Mint korábban tisztáztuk, az 1) és 2) feltétel akkor teljesülhet, ha a Ti mellett található fémkeverék átlagos moláris tömege megegyezik a titánéval. Az Al + V/Ni/Hf keverék végtelen sokféle megoldást kínál, amit az Al titánnál kisebb moláris tömege tesz lehetővé. Egy lehetőség:

Al és Ni használata esetén legyen x az Al móltörtje:

$$26,98x + 58,69(1-x) = 47,87$$

$$x = 0,341$$

34,1 $n/n\%$, vagyis 19,2 $m/m\%$ Al-tartalomnál ez megvalósul.

Tehát a 22 g-os fémdarabnak $22 \text{ g} \cdot 0,22 = 4,84 \text{ g}$ Ti-t kell tartalmaznia, továbbá $17,16 \text{ g} \cdot 0,192 = 3,29 \text{ g}$ Al-t és $13,87 \text{ g}$ Ni-t.

(Zagyi Péter)

K365. a) A görög mitológiai szereplőkről elnevezett elemek:

közvetlenül: hélium (Héliosz, a Nap, mint istenség), foszfor (Phosphorusz a Hajnalcsillag megszemélyesített változata), *titán*, szelén (Szeléné, a Hold mint istenség), nióbium (Niobé után), prométium (Prométheusz után), tantál (Tantalosz után)

közvetetten: palládium (egy aszteroidáról, ami Pallasz Athéné után), kadmium (egy ásványról, ami Kadmosz után), európium (a földrészről, ami Európé után), irídium (a latin szivárvány szón keresztül, de Írisz után), urán (a bolygóról, ami Uránusz után), plutónium (a bolygóról, ami Plútó(n) után, aki már a görög mitológiában is szerepelt)

b) Elemek, amelyek neve összefügg egy égitestével: (a számozott nevek aszteroidák)

hélium (Nap), foszfor (Phoszphorusz a Hajnalcsillag ókori neve, a későbbi Vénusz hibásan külön emlegetett „fele”), titán (Titán, a Szaturnusz holdja és Titánia, az Uránusz holdja), vanádium (240Vanadis), gallium (148Gallia), germánium (241Germania), szelén (Hold), nióbbium (71Niobe), palládium (2Pallas), kadmium (7092Cadmus, köszönöm az észrevételt Papp Marcell Miklósnak), tellúr (latin: Föld), xenon (136199Eris informális első neve Xena volt, köszönöm az észrevételt Trenka Gergely Bulcsúnak), cérium (1Ceres), prométium (Prométheusz, a Szaturnusz holdja), európium (Europa, a Jupiter holdja és 52Europa), holmium (378Holmia), túlium (279Thule), lutécium (21Lutetia), tantál (2102Tantalus, köszönöm az észrevételt Papp Marcell Imrének), irídium (7Iris), arany (94Aurora), higany (Merkúr), tórium (299Thora), urán (Uránusz), neptúnium (Neptunusz), plutónium (Plútó), kalifornium (341California), einsteinium (2001Einstein, köszönöm az észrevételt Papp Marcell Imrének) – a lista nem teljes, a több tízezer névvel ellátott aszteroida között valószínűleg akadna még néhány.

c) Legyen a vegyület tapasztalati képlete Ti_nX_m !

Mivel $M_{Ti} = 47,87$ g/mol, így a keresett elem moláris tömege ebből:

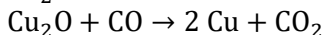
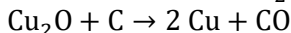
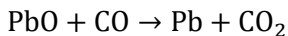
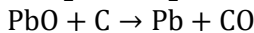
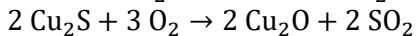
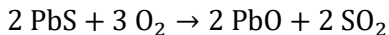
$$\begin{aligned} M_X / (\text{g/mol}) &= (n \cdot 47,87 / 0,2326 - n \cdot 47,87) / m = \\ &= n \cdot 47,87 \cdot (1/0,2326 - 1) / m = n \cdot 157,93396 / m \end{aligned}$$

A különböző esetekben (figyelembe véve, hogy a Ti maximálisan 4 vegyértékű) $n = 5$ -ig minden lehetőséget kiszámolva azt kapjuk, hogy a legjobb egyezést $n = 1$ és $m = 2$ esetén ($M_{\text{számolt}} = 78,97$ g / mol) a szelén ($M_{\text{Se}} = 78,97$ g / mol) adja (a többi közel jó eredmény sokkal messzebb esik ennek pontosságától és a listákban sem szerepelnek a kadmiumot ($n = 5$; $m = 7$) kivéve). Feltételezhetjük tehát, hogy a keresett elem a szelén, a vegyület pedig a titán(IV)-szelenid, amelynek képlete $TiSe_2$.

A feladat könnyűnek bizonyult, sokan tudtak jó pontszámot elérni. Az előző évekhez hasonlóan fontos kiemelni azonban, hogy a számolási feladat megoldásának a levezetés is része, nem csak az eredmény. A túlzott kerekítés pedig hibás eredményeket hozhat ki, amiről ellenőrzés nélkül nem derül ki, hogy visszafelé már nem is jön ki, ezekre figyeljetelek.

(Szobota András)

K366. a) A kért egyenletek:



b) 100 gramm mintában van 1,00 gramm Cu_2S és 99,0 gramm PbS , és ezekben van 0,799 gramm réz és 85,8 gramm ólom. Így a mintából $1,26 \cdot 10^{-2}$ mol rezet és 0,414 mol ólmot lehet kinyerni. Ez összesen 86,6 gramm és 0,427 mol. Így a két fém átlagos moláris tömege 203 g/mol. Mivel az átlagos moláris tömeg és az átlagos relatív atomtömeg számértéke megegyezik, így 203 a két fém átlagos relatív atomtömege is. Ez 4,2-del tér el az ólom 207,2-es átlagos relatív atomtömegétől.

A versenyzők többségének nem okozott nagy gondot a feladat. A legjellemzőbb tévedés a célszerűnél jóval több értékes jegy, valamint a moláris tömeg és a relatív atomtömegek keverése (az előbbinek g/mol a mértékegysége, míg az utóbbinak nincs mértékegysége) volt.

(Ficsór István Dávid)

K367. a) Természetesen a periódusos rendszerről, nem pedig időszakos táblázatáról van szó. A bevezetőben található hibák és valószínű magyarázatuk:

Rutherford említett latin nyelvű publikációjában (Dissertatio Inauguralis de Aere Fixo Dicto, aut Mephitico) a nitrogén felfedezéséről számol be. Csakhogy ez a Daniel Rutherford nem azonos Ernest Rutherforddal, az atommag felfedezőjével. Daniel Rutherford valóban skót volt, de nem fizikus (mint Ernest), hanem orvos. A *physician* és a *physicist* szavak könnyen összekeverhetőek, előbbi orvost, utóbbi fizikust jelent.

Rutherford közleményében a *mephiticus* melléknevet használja a nitrogéngázra, amelynek jelentése valóban lehet *kellemetlen szagú* is, itt azonban a mérgező, pontosabban halált okozó tulajdonságára utal – oxigén hiányában elpusztultak az állatok Rutherford kísérleteiben.

A nitrogén (nitrogène) nevet Jean-Antoine Chaptal javasolta a salétrom (kálium-nitrát) francia nevéből kiindulva (nitre). Ennek egy másik

elnevezése a salpêtre (angolul saltpeter), ebből születhetett a sópéter félrefordítás.

A *miazmatikus* kifejezés is talányos. A *miasmatic* és a *mephitic* melléknevek gyakorlatilag szinonimának tekinthetők, a 19. századi angol nyelvben mindenképpen. A *miasma* szót használták azokra a fertőzésekre, amelyek nem közvetlenül egy betegről származtak, és sokszor nem tudták beazonosítani a forrását. Például a „rossz levegővel” (kellemetlen szaggal) hozták kapcsolatba bizonyos betegségek (pl. a kolera) terjedését. A nitrogén esetén igencsak erőltetett a kapcsolat a fulladást okozó tulajdonsága és a kémiai inertsége között, amely többek között abban is megnyilvánul, hogy a fémek többsége nem lép vele reakcióba.

A titán valóban kivétel, mert magas hőmérsékleten titán-nitrid keletkezése közben reagál vele. A titán-nitrid képlete TiN, bizonyára ezt fordították *ónra* (tin).

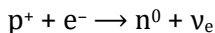
b) Egy jobb fordítás:

„Rutherford, skót orvos izolálta először. Erről szóló latin nyelvű tudományos közleményében (Dissertatio Inauguralis...,1772.) legjellegzetesebb tulajdonságáról fojtó levegőnek (mai szóval gáznak) nevezte. Ma használatos nevét egy francia vegyészről kapta, aki a salétrom francia elnevezéséből indult ki.

Noha sokáig azt gondolták, hogy inertsége (kis reakciókészsége) a fémekkel szemben is megnyilvánul, kiderült, hogy a titán például magas hőmérsékleten elégethető benne. A titán ilyenkor titán-nitriddé alakul át.”

(Zagyai Péter)

K368.* a) A ^{44}Ti elektronbefogással alakul ^{44}Sc -vé:



b) ^{44}Ca

c) A ^{40}Ca feltehetően stabil izotóp, eddig nem sikerült a radioaktív bomlását megfigyelni. Elméleti számítások alapján azonban elképzelhető, hogy kétszeres β^+ bomlást szenved, ennek felezési ideje azonban biztosan több, mint $5,9 \cdot 10^{21}$ év.

A legnagyobb tömegszámú olyan nuklid, amely mind a megfigyelések, mind az elméleti számítások alapján stabil, és a protonok száma egyenlő a neutronokéval, a ^{32}S .

d) A ^{204}Hg , ha az észlelésen alapuló stabilitást tekintjük; a ^{205}Tl -t az elméleti számítások is stabilnak jósolják.

(Zagyai Péter)

K369.* a) A keresett nuklidok és relatív atomtömegük:

^{50}Ti (biztosan stabil) 49,9447912

^{50}V ($t_{1/2} = 1,5 \cdot 10^{17}$ év) 49,9471585

^{50}Cr (radioaktív bomlása nem észlelhető) 49,9460442

b) A felsorolt nuklidokban rendre 22:28, 23:27 és 24:26 a proton:neutron arány. Ha csak az elemi részecskék tömege számítana, akkor a növekvő rendszámmal csökkenne a relatív atomtömeg, mert a neutron tömege valamivel nagyobb, mint a protoné, és ezt az 1-1 többlet elektron nem kompenzálná.

$$m(p^+) = 1836,15 m(e^-)$$

$$m(n^0) = 1,001378 m(p^+) = 1838,68 m(e^-)$$

Ezek alapján a várt atomtömeg-arányok

$$m(^{50}\text{Ti}) : m(^{50}\text{V}) : m(^{50}\text{Cr}) = 91,900 : 91,898 : 91,897$$

Látható, hogy a valóság nem ez.

c) 1 db ^{50}Ti tömege $49,9447912 \text{ g/mol} / N_A = 8,2935276 \cdot 10^{-23} \text{ g}$

d) Az elemi részecskéinek össztömege $8,3715545 \cdot 10^{-23} \text{ g}$.

e) A ^{12}C nuklidban minden elemi részecskéből kétszer annyi van, mint a ^6Li -ben.

$$f) A_r(^{12}\text{C}) = 12,000000; A_r(^6\text{Li}) = 6,015123$$

Tehát a ^{12}C nem egészen kétszer akkora tömegű, mint a ^6Li .

g) Amikor „szabad” protonokból és neutronokból létrejön az atommag, energia szabadul fel. Ez az energia megfeleltethető valamekkora tömegnek, mégpedig az $m = E/c^2$ híres összefüggés alapján. Mivel a proton és a neutron tömegéhez képest igen nagy energiatöbblet szabadul fel, ezt a „távozó tömeget” nem lehet elhanyagolni. Láthattuk, hogy az ^{50}Ti

esetén pl. csaknem 1% a különbség a nyugalmi tömegek összege és a valós érték között.

(Zagyai Péter)

K370.* A keresett két vegyértékű fém kristályvizes szulfátjának képlete $\text{MeSO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O}$, ahol x értéke a feladat feltétele alapján egész szám. Jelölje M_{Me} a fém relatív atomtömegét! Ekkor a kristályvizes só tömegszázalékos fém-szulfát tartalma és a fém relatív atomtömege közötti egyenlőség az alábbi formában írható fel:

$$(M_{\text{Me}} + 96,06)/(M_{\text{Me}} + 96,06 + x \cdot 18,02) \cdot 100\% = M_{\text{Me}}.$$

Az egyenletet nem irreálisan nagy ($x < 30$) pozitív egész értékekre megoldva az alábbi esetekben kapunk olyan megoldást, amely 0,1% hibahatáron belül megfelel valamely fém relatív atomtömegének: $x = 1$ esetén $M_{\text{Me}} = 91,22$ (cirkónium), $x = 4$ esetén $M_{\text{Me}} = 69,69$ (gallium), míg $x = 6$ esetén $M_{\text{Me}} = 58,90$ (kobalt). Figyelembe véve azt, hogy a fém két vegyértékű, valamint a keresett só könnyen hozzáférhető, feltehetően a kobalt sójáról ($\text{CoSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) lehet szó.

A feladatra összesen 7 teljes értékű megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 7,6 pont. Több megoldó a fentitől eltérően abból indult ki, hogy a fém relatív atomtömege – tekintettel arra, hogy tömegszázalék értéket is jelöl – 100-nál kisebb érték. Az ebbe a tartományba eső, két vegyértékű fémek vizsgálata is egy lehetséges megoldása a feladatnak. Gyakori hiba volt, hogy megoldásként csak a cirkónium szerepelt. Szintén több esetben megoldásként a $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ -t írták, ekkor azonban az eltérés nagyobb, mint a feladat szövege szerinti 0,1%-os érték.

(Vörös Tamás)

H331. a) Ez a két elem a technécium és a prométium.

b) Ez az elem a wolfram.

c) Ez azt jelenti, hogy több mint $7,7 \cdot 10^{21}$ év alatt bomlana el α -bomlással a vizsgált wolframatomok fele. (A zetta prefixum trilliárdszorost jelent, az y pedig az évet jelöli, az angol year szó kezdőbetűjeként.)

d) A keresett neutronszámok a 19, 21, 35, 39, 45, 61, 89, 115, 123 a megadott forrásban lévő táblázatok alapján. Természetesen felmerül a kérdés, hogy például a wolfram izotópjait, és más, igen hosszú felezési idejűnek feltételezett izotópokat stabilnak vegyük-e vagy sem. Sajnos ebben a forrás sem következetes: az egyes ábrák, és a táblázatok vizsgálata más-más eredményt adnak, bizonyos atommagok az ábrák szerint nem stabilak, míg a táblázatok szerint stabilak. Emiatt az, aki a 71, 84, 86, 87, 109 és 125-ös neutronszámot is feltüntette válaszként ennél a feladatrésznél, azt is elfogadtuk.

e) A keresett tömegszámok a következők: 5, 8, 147, 151.

A feladat viszonylag könnyűnek bizonyult, több helyes megoldás is érkezett. Az átlagpontszám 7,00 pont volt.

(Csorba Benjámin)

H332. a) A titán a természetben vegyületei, főleg titán-dioxid és titanát ásványok formájában fordul elő, amelyeknek azonban a kovalens jellegükből kifolyólag rendkívül csekély a vízzoldhatóságuk. Ez magyarázatul szolgál arra, hogy annak ellenére, hogy a titán a földkéreg 9. leggyakoribb eleme, a tengervízben mérhető koncentrációja mégis meglehetősen alacsony. Mivel az élő szervezetek meghatározó részét víz teszi ki, ez közvetve megindokolja az elem biológiai szerepének hiányát is.

b) Igen, a földkéreg első 10 leggyakoribb eleme között további három ilyen létezik, mégpedig az alumínium (Al), a szilícium (Si) és a vas (Fe). Ennek oka egyébként teljesen hasonlatos az a) feladatrészben leírtakkal.

c) A megadott eljárás szerint előállított, $C_{18}H_{35}O_{30}Na_3Ti$ összegképlettel jellemezhető titán(IV)-citrát komplex vegyületben $18/6 = 3$ citrátion koordinálódik a központi Ti(IV)-hez, hiszen a citrátion 6 szénatomot tartalmaz (képlete: $C_6H_5O_7^{3-}$), míg a komplex 18-at, továbbá a vegyület széntartalma kizárólag a citrát ligandumokból származik. Mivel a citrát specicszek deprotonáltsági állapotuktól függetlenül 7 oxigénatomot tartalmaznak, valamint felhasználva, hogy a komplexben 30 oxigénatom található, a következőképpen számítható ki a kristályvíz mennyisége (oxigénatom csak a citrát ligandumokban és a kristályvízben fordul elő): $30 - 3 \cdot 7 = 9$. Ezután már csak az maradt hátra, hogy meghatározzuk a citrátionok összetételét. Ehhez tekintsük azt a hipotetikus esetet,

mintha az összes citrátion teljesen deprotonált formában lenne jelen a koordinációs szférában.

Ekkor $9 \cdot 2 + 3 \cdot 5 = 33$ hidrogénatomhoz jutunk, ugyanakkor a komplexben 35 található, ezért további 2 jelenlétével kell számolnunk. Figyelembe véve a protolitikus viszonyokat, illetőleg a ligandumok kötődési módját, ez akképp valósulhat meg, ha két citrátion felvesz 1-1 H^+ -t, míg a harmadik teljesen deprotonált állapotban marad.

Tehát a fentiek alapján a vízzoldható titán(IV)-citrát komplex szerkezete az alábbiak szerint adható meg: $Na_3[Ti(C_6H_6O_7)_2(C_6H_5O_7)] \cdot 9 H_2O$.

d) Mivel sztöchiometrikus mennyiségben alkalmazták a kiindulási anyagokat ($TiCl_4$ és $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$), elegendő pl. a $TiCl_4$ -ra nézve meghatározni a kitermelési százalékot, ami a következőképpen tehető meg:

$$\begin{aligned} \frac{m_{\text{komplex, tényleges}}}{m_{\text{komplex, elméleti}}} \cdot 100\% &= \frac{m_{\text{komplex, tényleges}}}{\frac{m_{TiCl_4}}{M_{TiCl_4}} \cdot M_{\text{komplex}}} \cdot 100\% = \\ &= \frac{4,3 \text{ g}}{\frac{1,90 \text{ g}}{189,7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot 848,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot 100\% = \mathbf{51\%}. \end{aligned}$$

Tehát 51%-os kitermelési százalékot sikerült elérniük.

e) A c) feladatrészben tett megfontolásokkal analóg módon járhatunk el ebben az esetben is. A $C_{18}H_{24}O_{25}K_4Ti$ összegképletnek megfelelően a központi Ti(IV)-hez koordinálódó citrát ligandumok száma a szénatomok száma alapján ismételten $\frac{18}{6} = 3$. A kristályvíz mennyisége az oxigénatomok számát alapul véve ezúttal $25 - 3 \cdot 7 = 4$.

Az összes citrát specieszt újfent teljesen deprotonálnak feltételezve, $4 \cdot 2 + 3 \cdot 5 = 23$ hidrogénatomhoz jutunk, emiatt ezúttal csupán 1 további hidrogén jelenlétével kell számolnunk (24 hidrogénatomot tartalmaz a komplex). Ez oly módon teljesülhet, ha egy citrátion felvesz 1 H^+ -t, míg a másik kettő teljesen deprotonált formában marad.

Tehát a szintézis során KOH-oldatot használva a megfelelő pH beállításhoz, az ekkor keletkező titán(IV)-citrát komplex szerkezete a következőképp adható meg: $K_4[Ti(C_6H_6O_7)(C_6H_5O_7)_2] \cdot 4 H_2O$.

f) A c) és az e) feladatrész megoldása során kapott komplexek szerkezetét összevetve megfigyelhető, hogy előbbiben a három citrát ligandum közül kettő fordul elő egyszeresen protonált formában, míg az utóbbiban csak egy. Ebből arra következtethetünk, hogy az első szintézishez képest a második esetben kevésbé savas közegben végezték a reakciót, azaz nagyobb pH-t ($\text{pH} > 3,0$) állítottak be, ugyanis a koordinálódó ligandumok nagyobb mértékben deprotonálódtak.

A feladat megoldása a nagy többségnek nem okozott gondot, azonban megjegyzendő, hogy mindenféle indoklás, illetve számítás feltüntetése nélkül nem tekinthető teljes értékű megoldásnak a c) és az e) feladatrészben pusztán a végeredmény közlése. Örömteli volt látni, hogy több beküldő is kitért a komplex lehetséges térszerkezetére (oktaéderes elrendeződés a Ti(IV) körül, valamint a citrát specieszek kétfogú ligandumként történő, kelátgyűrűt létrehozó koordinációja), miközben erre nem irányult egy kérdés sem. Örömeinkre szolgál, hogy számos kiemelkedő dolgozat érkezett, közülük három versenyző, Lemaitre Lucien, Sajósi Benedek és Szabó Márton munkája bizonyult hibátlannak. Átlagpontoszám: 8,22 pont.

(Baglyas Márton)

H333. A feladat szövege alapján minden olyan vegyület megoldás, amely valamelyik sav-bázis elmélet szerint savnak tekinthető. Ez alapján a Lewis-savak is megoldásai a feladatnak (például az Al(OH)_3). Az sem volt megkötve, hogy milyen közegben (mivel szemben) vizsgáljuk az anyagok savasságát (például a salétromsav tömény kénsavas közegben Brönsted-bázisként viselkedik). Ezenfelül a feladat nem zárta ki azokat a vegyületeket sem, amelyek sószerű anyagok, de feloldva az oldat hidrogénion-koncentrációját növelik (például egyes aminosavak hidrogén-kloriddal alkotott sói), illetve a savas kémhatást okozó komplex ionok is ideérthetőek. A következő táblázat olyan vegyületeket tartalmaz, amelyek vízzel szemben (valamely sav-bázis elmélet szerint) savként viselkednek. Az arány az oxigén és hidrogén anyagmennyiségének arányát fejezi ki a vegyületben.

Szervetlen	
1:1	bórsav, ortofoszforsav, hipoklórossav, hipobrómosav, hipojódosav, szulfámsav, ciánsav, izociánsav, hidrokénessav
1:2	víz, ammónium-szulfát, ditioszén-sav ((HS) ₂ CO), hexaakva-alumínium(III)-klorid, hexaakva-vas(III)-klorid
2:1	kénsav, salétromosav, klórossav, brómosav, jódosav, metafoszforsav, krómsav, szelénsav, xenonsav, trifoszforsav, ditionosav,
1:4	ammónium-cianát, hidroxilammónium-klorid
4:1	perklórossav, perbrómsav, perjódosav, peroxo-dikénsav, kálium-hidrogén-szulfát, permangánsav, pertechnécium-sav
Szerves	
1:1	hangyasav, borkősav, malonsav, maleinsav, fumársav, benzol-trikarbonsav
1:2	ecetsav, akrilsav, pentándisav (glutársav), szalicilsav, acetyl-szalicilsav, etánszulfonsav, Meldrum-sav, sikiminsav, tejsav, etilén-diamin-tetraecetsav (EDTA), kinasav, ammónium-oxalát, piridínium-klorát, anilínium-perklorát, az aszparaginsav hidrogén-kloriddal alkotott sója
2:1	oxálsav, triklórecetsav, mellitsav, 2,2-diklórmalonsav
1:4	vajsav, fahéjsav, szorbinsav, metilbenzoesav, ciklobutánkarbonsav, 2,6-diklórfenol, 4-(hidroximetil)fenol, lugdunám, nalidixsav, toluilsav, azelainsav
4:1	kálium-hidrogén-oxalát, 5-klór-2,4,6-trinitrorezorcin, 3-klór-2,4,6-trinitrobenzoesav, 2,3,4,5-tetraoxohexándisav, 2-(triklóracetil)-3,4,5,6-tetraklórbenzoesav, az alanin illetve a cisztein HCl-el alkotott sója

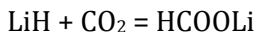
Az aminosavak HCl-el alkotott sóinál a kationok egy-egy protonált aminocsoportot tartalmaznak, ezek az aminocsoportok gyenge bázikussága miatt savként fognak viselkedni. A klóratomot, oxo- vagy nitrocsoportot tartalmazó szerves vegyületek savasságának az oka az előbbi funkciók

csoportok elektronvonzó és konjugáló képességéből adódik. A Meldrum-sav savasságának a malonsav észtereihez hasonlóan a két szomszédos észtercsoport miatti (alifás környezetű szén-hidrogén kötésekhez képest) stabilabb anion képződés az oka.

A kérdések többségére szinte minden versenyző tudott példát írni. A legnehezebb a két hidrogénben gazdagabb szervesetlen vegyület megtalálása volt. Kimagaslóan szép megoldásokat adott be: Debreceni Dorina, Farkas Izabella, Lemaitre Lucien és Mócza Levente.

(Ficsór István Dávid)

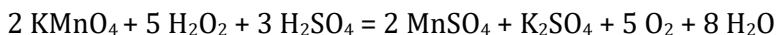
H334. A keresett reakciók a következők voltak:



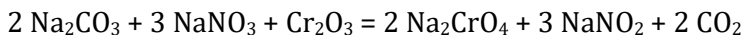
200-250°C közötti hőmérsékleten. (Ezért nem lehet LiH tüzet CO₂-vel oltani.)



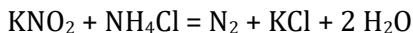
A reakció vizes oldatban játszódik le, szobahőmérsékleten lassú. Egyéb fémektől mentes alumínium(III)-hidroxid előállítására használják (viszonylag alacsony pH miatt nem keletkezik tetrahidroxo-aluminát(III) komplex).



A reakciót vizes oldatok összeöntésével szokták kivitelezni szobahőmérsékleten, de körülmények széles skáláján lejátszódik.



Az olvadékok 400-600°C-on történő keverésével. A króm vasérccekből történő kinyerésére használható.



A tömény vizes oldatok összeöntésével és melegítésével hajtható végre praktikusán, minden más megvalósítás balesetveszélyes.

A feladat könnyűnek bizonyult, a beküldők többsége kilenc vagy tíz pontot ért el. Érdekes módon egy egyszerű ionreakció az alumínium(III)- és hidrogén-karbonát-ionok között okozta a legtöbb pontvesztést.

(Forman Ferenc)

H335. A feladat megoldásához először érdemes a képletekben a D-t H-ra (vissza)cserélni és összegyűjteni az így kapott vegyület előállítására alkalmas reakciókat, majd ezek közül kiválasztani azokat, amelyek szóba jöhetnek egy deuterált vegyület előállításához.

A deuterált kénsav előállításának egy lehetséges módja kén-trioxid nehézvízben való elnyeletése. Ennél érdekesebb megoldás lehet kristályvízmentes réz-szulfát nehézvízes oldatának elektrolízise.

Deuterált lítium-hidroxid előállítására alkalmas eljárás lehet elemi lítium, lítium-hidrid (-deuterid), lítium-oxid vagy lítium-nitrid (lítium-szulfid) reakciója nehézvízzel. Célszerű nem fémlítiummal vagy lítium-hidriddel végezni az előállítást, mert ilyenkor az oldat veszít deutériumtartalmából (a keletkező D_2 gáz miatt). Ez elmondható a lítium-klorid nehézvízes oldatának elektrolíziséről is.

Deuterált ammónia előállítására laborban valószínűleg egy fém-nitrid nehézvízzel való reakciója lehet jó megoldás, de extrém nagy mennyiségű deuterált ammónia előállítására nitrogéngáz és tiszta deutériumgáz nagy nyomású reakciója is alkalmas lehet. Lítium-nitrid használatával az előző két anyag akár egy reakcióban is előállítható, ami gazdaságosság szempontjából egy fontos tulajdonság.

Deuterált acetilén előállítására célravezető lehet kalcium-karbidot nehézvízben oldani (az itt keletkező deuterált kalcium-hidroxid értékes melléktermék, hisz például $LiOD$ előállítására alkalmas, de akár hevítésre vissza is nyerhető belőle nehézvíz). Nagy méretben az előállításra alkalmas lehet teljesen deuterált metán magas hőmérsékletű átalakulása is, bár az anyagok és termékek mennyisége és ára, valamint a be rendezés költsége nem lenne összhangban (ahogy az ammóniaszintézisnél sem).

Teljesen deuterált etánt az előző vegyület teljes deuterálási reakciójával lehet előállítani. Egy másik módszer szerint teljesen deuterált nátrium-acetát vizes oldatának elektrolízisekor keletkezhet teljesen deuterált etán (Kolbe-reakció/Kolbe-elektrolízis).

Szimmetrikusan négyszeresen deuterált etán előállítására jó módszer lehet az acetilén (C_2H_2) telítése deutériumgázzal. Az előző vegyülethez (C_2D_6) hasonlóan elképzelhető egy két deutériumot és egy próciumot tartalmazó nátrium-acetát vizes oldatának elektrolízisére alapozó szintézis is.

A következő táblázatban összefoglalva található a kérdezett anyagok előállításához vezető reakciók egyenletei. (Az aq* a nehésvízben való oldott állapotot jelöli.)

D_2SO_4	$SO_3(g) + D_2O(f) \rightarrow D_2SO_4(aq^*)$ CuSO ₄ nehésvizes oldatának elektrolízise
LiOD	$2 Li_{(sz)} + 2 D_2O(f) \rightarrow 2 LiOD_{(sz)} + D_2(g)$ $Li_2O_{(sz)} + D_2O(f) \rightarrow 2 LiOD_{(sz)}$ $LiH_{(sz)} + D_2O(f) \rightarrow LiOD_{(sz)} + HD(g)$ LiCl nehésvizes oldatának elektrolízise $Li_3N_{(sz)} + 3 D_2O(f) \rightarrow 3 LiOD_{(sz)} + ND_3(g)$ $Li_2CO_3(aq^*) + Ca(OD)_2(sz) \rightarrow 2 LiOD(aq^*) + CaCO_3(sz)$
ND ₃	$N_2(g) + 3 D_2(g) \rightleftharpoons 2 ND_3(g)$ $Li_3N_{(sz)} + 3 D_2O(f) \rightarrow 3 LiOD_{(sz)} + ND_3(g)$ $Mg_3N_2(sz) + 6 D_2O(f) \rightarrow 3 Mg(OD)_2(sz) + 2 ND_3(g)$
C ₂ D ₂	$CaC_2(sz) + 2 D_2O(f) \rightarrow Ca(OD)_2(sz) + C_2D_2(g)$ $2 CD_4(g) \rightarrow C_2D_2(g) + 3 D_2(g)$
C ₂ D ₆	$C_2D_2(g) + 2 D_2(g) \rightarrow C_2D_6(g)$ Teljesen deuterált nátrium-acetát vizes oldatának elektrolízise
C ₂ H ₂ D ₄	$C_2H_2(g) + 2 D_2(g) \rightarrow C_2H_2D_4(g)$ CHD ₂ COONa vizes oldatának elektrolízise

A teljesen deuterált glükóz előállításához szükség van egy apró magvú növényre, amely képes nehésvizes közegben élni, fejlődni és glükózt előállítani (fotoszintetizálni). Ezt a növényt a megfelelő körülmények (fény, szén-dioxid, próciummentes víz, próciummentes (mű)trágya, nyomelemek, stb.) között nevelve, a megfelelő vegyület keletkezik, bár nagyrészt polimer formában. Ezt a növényt aprítva, savas hidrolízisnek kitéve, majd a keletkező szacharidokat valamilyen módszerrel elválasztva glükózt kaphatunk. A megfelelő növény kiválasztása a legnehezebb feladat, ugyanis a nehésvíz káros hatással van a növények többségére. Ehhez érdemes egy biológus segítségét kérni. Természetesen egyéb (kémiai) út

is elképzelhető, de a sok kiralitáscentrum miatt ez egy nehezen járható útnak tűnik.

Szokatlan, de nem túl nehéz feladat volt. A feladat egyik tanulsága, hogy érdemes más tudományterületek képviselőivel kapcsolatot tartani, mert vannak problémák, amelyekre egy biológus, egy fizikus vagy egy matematikus egyszerűbb megoldást tud mutatni. A másik tanulság az, hogy az ilyen típusú feladatoknál érdemes minél részletesebben leírni és megindokolni a jónak vélt választ. Kiemelkedően szép és részletes megoldást küldött be Farkas Izabella és Lemaitre Lucien.

(Ficsór István Dávid)