

GONDOLKODÓ



Feladatok

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

A megoldásokat 2021. február 25-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.

K380. Jelölje általánosan az $a A(g) + b B(g) \rightleftharpoons c C(g)$ egy egyensúlyra vezető kémiai reakció egyenletét. A kiindulási anyagok sztöchiometrikus mennyisége esetén 20 %-os átalakulás mellett az egyensúlyi koncentrációk: $[A] = 4 \text{ mol/dm}^3$, $[B] = 2 \text{ mol/dm}^3$, $[C] = 1 \text{ mol/dm}^3$.

- Határozd meg az a , b , c együtthatók értékét! Mondj egy valóságosan lejátszódó reakciót, ami megfelel az általános egyenletnek!*
- A kezdeti gázelegyenek mi a térfogatszázalékos összetétele?*
- Határozd meg az adott hőmérséklethez tartozó koncentrációkkal kifejezett egyensúlyi állandó értékét!*

(Tóth Albertné)

K381. 250 gramm 100 °C-on telített AgNO_3 -oldat 50 °C-ra történő hűtésekor $\Delta m_1 = 118,19$ g só kristályosodik ki. 250 g 50 °C-on telített AgNO_3 -oldat 0 °C-ra történő hűtésekor $\Delta m_2 = 153,25$ g AgNO_3 kristályt kapunk.

a) *Hány g AgNO_3 válik ki az oldatból, ha 250 gramm 100 °C-on telített oldatot 0 °C-ra hűtünk le?*

A telített oldat 100 °C-ról 0 °C-ra való hűtésével az oldott anyag $w = 87,95$ %-a termelhető ki.

b) *Mennyi ez alapján az AgNO_3 oldhatósága 0 °C-on?*

c) *Szövegezz meg egy ugyanilyen típusú feladatot, de az oldott anyag ne AgNO_3 , hanem ZnSO_4 legyen, és a kikristályosodó anyag pedig $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$! Milyen számok szerepelnek ekkor Δm_1 , Δm_2 , w értékeként?*

(Tóth Albertné)

K382. Egy szénhidrogént 20,0%-os oxigénfeleslegben elégetve olyan 180 °C-os füstgázt kapunk, amelynek 37,5 térfogatszázaléka szén-dioxid.

a) *Mi a vegyület képlete? Mi a térfogatszázalékos összetétele a keletkezett füstgáznak?*

b) *Mi a füstgáz összetétele ilyen hőmérsékleten, ha 20,0 %-os levegőfeleslegben történik az égetés? Tekintsük a levegőt 21 V/V% oxigén és 79 V/V% nitrogén elegynek. Mennyi a füstgáz sűrűsége – az ugyanolyan állapotú– levegőre vonatkoztatva?*

c) *A levegőben való égetés során kapott füstgázból mintát vettünk, és azt KOH-oldaton vezettük át. Hány %-os az eltérés a be- és a kilépő gáz tömege között?*

(Tóth Albertné)

K383. Az általánosan használt periódusos rendszert nem jelöljük „atomok periódusos rendszere” vagy „elemek periódusos rendszere” megkülönböztetéssel. Fontos üzenete van annak, hogy akár az atomok elektronszerkezetét véve alapul, akár a Mengyelejev-féle szempontrendszert alkalmazva ugyanazt az elrendezést kapjuk. A következő feladatban mégis ezt a két nézőpontot kell alkalmazni (külön-külön).

Két 3×3 -as részletet keresünk a periódusos rendszerben, ahol a sötét színnel jelzett körök egy-egy atomot, illetve elemet jelentenek. Az alább felsorolt információk alapján határozd meg melyik lehet ez a kérdéses öt, és a megfejtés birtokában válaszd meg a további öt-öt kérdést!

●		●
	●	
●		●

Az „atomok periódusos rendszeréből” vett részlet esetén:

- az öt atom atommagját összesen 100 proton alkotja;
- az öt atom vegyértékelektronjainak száma összesen 30;
- van olyan atom közöttük, mely rendelkezik telített d alhéjjal;
- nincs a keresett atomok között olyan, melynek f alhéján lenne elektron;
- az egyik atom elektron felvétellel [Ar] nemesgáz-szerkezetet ér el.

- a) *A megoldásban hogyan hasznosítottad a 30-as számadatot? Add meg az egyenletet és az eredményt!*
- b) *Mennyi a legkisebb rendszámú atom atomsugara [méterben]?*
- c) *A kérdéses atomok közül kettő is van, amelyeknek csak egy természetes izotópja van, azaz monoizotópos. Melyik ez a két atom?*
- d) *A felsorolt különböző atomok között van-e példa kémiai kötés kialakulására? (Állításod igazold példákkal!)*
- e) *Melyik atomnak van a legtöbb ismert oxidációs száma? Ezeket az értékeket mutasd be 1-1 példán!*

Az „elemek periódusos rendszeréből” vett részlet esetén:

- valamennyi elemnek van kénnel alkotott vegyülete, ezek XS vagy X_2S összetételűek;
- a legkisebb rendszámúhoz hasonló ferromágneses elemek a kérdéses elemmel azonos periódusban találhatóak;
- az egyik elem olvadáspontja a szobahőmérsékletnél alacsonyabb;
- a kérdéses elemek közül háromnak pozitív a standard elektród-potenciálja;
- a legnagyobb rendszámú elem vegyületeiben kétféle iontöltésű lehet, így standardpotenciálja is kétféle értéket vesz fel.

- f) *Fehér – vörös – fekete. Mely elemek szulfidjainak van ilyen színű módosulata?*
- g) *Az öt elem szulfid vegyületei közül melyiknek a legkisebb a kéntartalma? Ez hány tömegszázalék?*
- h) *Az egyik elem elterjedt gyakorlati alkalmazásának oka, hogy az elem hőtágulási együtthatója megegyezik a laboratóriumi üvegével. Melyik ez az elem?*
- i) *Az itt szereplő elemek között van-e olyan, amellyel H_2 gáz fejleszthető?*
- j) *A felsorolt elemek ionjai „hajlamosak” komplexképződésre. Írj mind-egyikre 1-1 példát (névvel együtt)!*

(Tóth Albertné)

K384. *Keress 1-1 olyan szervetlen vegyületet, amelyben az alkotó kémiai elemek anyagmennyiség-aránya*

- a) 1:1:1
b) 1:2:3
c) 1:2:4
d) 1:3:5
e) 1:1:1:1
f) 1:2:3:4
g) 1:3:5:7
h) 1:2:4:8

(Zagyai Péter)

K385.* Egy kémiatanár nehéz feladatot adott diákjainak, mely így szólt: „Egy elágazásmentes szénláncú, telített, egyértékű észter lúgos hidrolízise során a kapott nátriumsó tömege 46,5%-kal kisebb, mint a kiindulási észteré. Melyik észterről van szó?”

A dolgozat begépelésekor azonban véletlenül „46,5%-kal nagyobb” került a szövegbe. A diákok nem is értették, elírásra gyanakodtak. A tanár azonban nem akarta beismerni, hogy hibázott, és rövid számolás után rájött, hogy érdekes módon a feladat így is megoldható – jóval nehezebb, de megoldható. Ezért aztán nem korrigálta a szöveget, és biztatásképpen közölte a diákokkal, hogy aki nem tudja megoldani, az nem egy, hanem

két elégtelent kap. (Magában pedig megállapította, mekkora mázli, hogy véletlenül azt is kihagyta a szövegből, hogy *nyílt láncú.*)

Mi lehetett a feladat eredeti megoldása, és mi jön ki az elrontott szöveg alapján?

(Zagyai Péter)

K386.* Japán gazdag olyan kéntartalmú ásványokban, mint a réz, a vas és az ólom szulfidjai. A kalkopirit (CuFeS_2) feldolgozása során az ércet tiszta kvarchomokkal (SiO_2) hevítik, miközben kén-dioxid, Cu_2S és FeSiO_3 keletkezik. A kapott Cu_2S megfelelő mennyiségű oxigénnel fém-rezet és kén-dioxidot ad.

a) *Írd fel a két reakció egyenletét! Hány kg réz és hány liter kén-dioxid (1,00 bar és 25 °C) keletkezése várható 100 kg kalkopiritből?*

Egy 50,0 literes hő- és nyomásálló tartályba 7,00 mol kén-dioxidot és 3,00 mol oxigént töltöttek. Katalizátor jelenlétében 350 °C-on az egyensúlyi nyomás 8,60 bar lett.

b) *Hány mol kén-trioxid keletkezett?*

A kén-dioxidot általában katalizátor segítségével tovább oxidálják, és kénsavat gyártanak belőle. A kén-trioxidot tömény kénsavban nyeletik el, és a kapott óleumot hígítva állítják elő a kívánt koncentrációjú kénsavat.

c) *Hány kg 60 m/m%-os kénsavra van szükség, ha 20,0 kg 32 m/m%-os óleumot (32 m/m% SO_3 és 68 m/m% H_2SO_4) hígítanak 98 m/m%-os kénsavvá?*

Ha 1 mol H_2SO_4 -at n mol vízzel hígítanak, akkor a fejlődő hő mennyiségét a következő tapasztalati összefüggés adja meg:

$$Q_0[\text{J}] = \frac{7,47 \cdot 10^4 n}{n + 1,80}$$

d) *Mennyi hő fejlődik, amikor 8,0 kg 98 m/m%-os kénsavat vízzel 60 m/m%-osra hígítanak? Hány fokkal emelné meg ez a hő 10 kg víz hőmérsékletét?*

(japán feladat)

K387.* Az **A** biner vegyület egy kristályos szilárd anyag. Az X^{n+} fémkationot tartalmazza és a színe szürkésfehér. Szobahőmérsékleten **A** vízzel lassan reagál és a vízben nagyon rosszul oldódó **B**-t adja. A reakció során gázfejlődés figyelhető meg. Hevítés során **B** vízvesztést mutat $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ környékén, és a fehér **C** vegyület keletkezik, amelynek a tömegszázalékos oxigéntartalma $39,7\%$. Az **A** hevítése az anyag $7,6$ tömegszázalékának megfelelő gáz fejlődik, és az **X** fém marad vissza.

Az **X** fém m tömegű mintáját nitrogénatmoszférában hevítve egy sárgászöld vegyület keletkezik, amiből víz nagy feleslegével a **D** keletkezik. A **D** anyagmennyisége 120 ml gáznak felel meg 1 bar nyomáson és $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on.

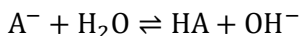
- a) *Add meg a betűvel jelölt anyagok képletét!*
 b) *Írd fel **X** nitrogénnel való reakciójának és **D** keletkezésének egyenletét! Mi volt az m tömeg?*

(japán feladat)

H341. Egy tetszőleges egyértékű sav esetén a következő reakcióegyenletet írhatjuk fel:



A sav egy sójának általános képlete legyen BA, a hidrolízis egyenlete pedig:



Az általános Brönsted-egyenlet néven emlegetett kifejezés a pH kiszámítására szolgál ilyen egyértékű sav-bázis rendszerekre vonatkozóan. Az egyenlet három alapvető pillére az anyagmegmaradás, a töltésmegmaradás és a tömeghatás törvénye. Ezeket felírva levezethető az egyenlet. Az általunk használt általános forma egy általános HA savra és annak általános BA sójára vonatkozólag (a sav egyensúlyi állandója K_s):

$$K_s = \frac{(c_{\text{BA}} - [\text{OH}^-] + [\text{H}^+]) \cdot [\text{H}^+]}{c_{\text{HA}} - [\text{H}^+] + [\text{OH}^-]}$$

A kifejezésben a K_s a savi disszociációs állandó ($K_{\text{ecetsav}} = 1,86 \cdot 10^{-5}$), c_{HA} és c_{BA} a HA összegképletű egyértékű sav (pl.: sósav, ecetsav, hanyagasav stb.), illetve a BA képletű só (melyben az A^- a savmaradék-anion) bemérési koncentrációi,

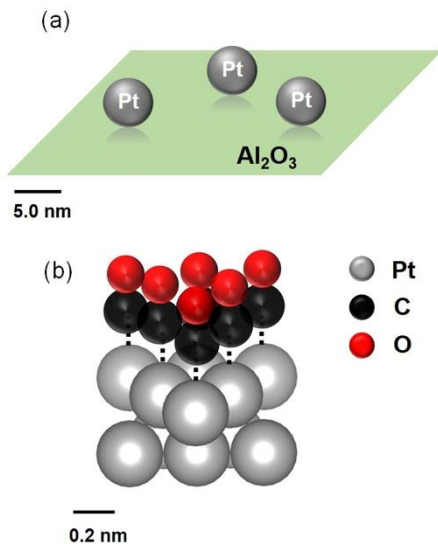
$[H^+]$ és $[OH^-]$ a hidrogénion és hidroxidion egyensúlyi koncentrációja.

Alkalmazd az általános egyenletet az alábbi konkrét példákra! Ezt úgy célszerű végezni, hogy a megadott adatokon kívül csak egy ismeretlen, a hidrogénionok koncentrációja maradjon! Minden elhanyagolást, átalakítást röviden indokolj meg! Ezután számítsd ki az oldatok pH-ját két tizedesjegy pontossággal!

- 1 mol/dm^3 a bemért ecetsav koncentrációja;
- 1 mol/dm^3 az ecetsav és $0,1 \text{ mol/dm}^3$ a nátrium-acetát kezdeti koncentrációja;
- $0,01 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósavat mérünk be;
- 10^{-7} mol/dm^3 koncentrációjú sósavat mérünk be.

(Borzsák István Mihály)

H342. A szén-monoxid (CO) és a fémek közötti koordinációs kötések segíthetnek abban, hogy megbecsüljük a katalizátorhordozón (például az Al_2O_3) elhelyezett fém nanorészecskék méretét. A sematikus ábra az autópárhuzamban is használt platina/alumina katalizátort (Pt/Al_2O_3) mutatja. Az (a) rajzon az egyforma méretű fémrészecskék látszanak a hordozón, a (b)-n a Pt felületén adszorbeált CO molekulák.



1,0 g Pt/Al₂O₃ katalizátort készítettek, amely 0,010 g Pt fémet tartalmaz. CO gázzal érintkezve 0,55 ml (1,0 bar, 273 K) CO-t adszorbeált 1,0 g katalizátor. Az Al₂O₃-on lévő Pt fémrészecskék gömb alakúak, és felületük úgy tekinthető, hogy platinaatomok borítják. és az egyes Pt atomok által elfoglalt terület $8,0 \cdot 10^{-2}$ nm². Amint azt az ábra is mutatja, egy felületi Pt atomhoz egy CO molekula kapcsolódik. A Pt fém sűrűsége $21,45 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

- Számítsd ki, hogy a Pt fémrészecskék atomjainak hány százaléka van a részecskék felszínén!*
- Hány CO molekulát tud 1,0 g Pt fémrészecske adszorbeálni?*
- Hány négyzetméter 1,0 g Pt fémrészecske felülete?*
- Mi a Pt nanorészecskék átmérője?*

(japán feladat)

H343. Japán vulkanikus ország, és közkedveltek a sok helyen fellelhető hévforrások. A források vize sok tekintetben változatos (hőmérséklet, pH, szín és szag), de elsősorban kémiai összetevőik szerint osztályozzák őket. Nem meglepő módon sok vulkanikus területen fakadó forrás tartalmaz kénvegyületeket.

Egy hőforrás vizében (sűrűség: $1,00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) a kéntartalmú specieszek a tiosulfátionok és a hidrogén-szulfid. A víz 100 ml-es mintájához feleslegben kadmium-acetátot adtak, és a keletkező csapadékot (9,50 mg) leszűrték. Kis mennyiségű keményítő indikátort adtak a szűrlethez, és cseppenként I₂/KI oldattal titrálták ($2,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ a I₂ effektív koncentrációja). 7,30 ml hozzáadása után jelent meg a jód okozta elszíneződés.

- Számítsd ki a gyógyvíz kéntartalmát $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ egységben!*

Kénes forrásoknak nevezik azokat a vizeket, amelyeknek 1,00 kg-ja 2 mg-nál több, a H₂S, HS⁻, S²⁻ és a S₂O₃²⁻ specieszekből származó ként tartalmaz. Egy vízminta sűrűsége $1,00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, a pH-ja 8,000. 5,90 mg tiosulfátion van 1,00 kg vízben, és a [S²⁻] $1,00 \cdot 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ benne.

A hidrogén-szulfid első és második savi disszociációs állandója $K_1 = 9,50 \cdot 10^{-8}$, $K_2 = 1,30 \cdot 10^{-14}$.

- Számítsd ki a minta kéntartalmát $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ egységben!*

Egy vulkáni gáz 10,0 l mintájának hidrogén-szulfid és kén-dioxid tartalmát vizsgálták. A gázt 500 ml vizes I₂/KI oldatban (effektív I₂

koncentráció: $2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$) nyelették el. A kapott elemi ként kiszűrték, és a szűrlet térfogatát vízzel $1,00 \text{ dm}^3$ -re kiegészítették. A törzsoldat két, 100 ml -es részletét vizsgálták tovább. Az egyikhez bárium-kloridot adtak, amíg további csapadék képződése már nem volt tapasztalható. A kapott elegyből $41,5 \text{ mg}$ szintelen csapadék volt kiszűrhető.

A másik részletet $2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ nátrium-tioszulfát-oldattal titrálták, indikátorként keményítőt használva. A jód okozta elszíneződés után tűnt el, miután $73,0 \text{ ml}$ -t adagoltak az oldatba. Tételezzük fel, hogy a vulkáni gáznak nincs más kéntartalmú összetevője, mint a hidrogén-szulfid és a kén-dioxid, és hogy a fent leírt kísérletek során a kis koncentrációban jelen lévő hidrogén-szulfid és kén-dioxid nem reagál közvetlenül.

c) Számítsd ki a hidrogén-szulfid és a kén-dioxid koncentrációját a vulkáni gázban $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ egységben!

(japán feladat)

H344. A vízben rosszul oldódó gázok esetében egyenes arányosság áll fenn a vízben oldott gáz parciális nyomása, P , és móltörtje, x között (Henry törvénye):

$$P = k_{\text{H}}x$$

Itt k_{H} a Henry-állandó, ami nitrogén 25°C -os vízben oldásakor $8,57 \cdot 10^4 \text{ bar}$. A következő kérdésekben a víz nyomás hatására mutatott térfogatváltozását figyelmen kívül lehet hagyni.

Ha egy bűvár hosszabb időt tölt nagy mélységben, a nagy nyomásnak köszönhetően nitrogén oldódik a vérben. Túl gyors felszínre emelkedés esetén az oldott nitrogén buborékokat képez, amelyek károsítják az ereket és a szöveteket. Ez a kesztonbetegség.

25°C -os hőmérsékleten $5,00 \text{ l}$ vizet (kb. egy felnőttnél vérenek térfogata) töltöttek egy dugattyús tartályba, és a tartályt nitrogénnel töltötték fel. Ezután a nitrogén nyomását megnövelték, hogy elérje a $20,0 \text{ m}$ mélységben mérhető értéket, és hagyták, hogy a gáz-folyadék egyensúly beálljon. A tengervíz sűrűsége $1,00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 1 kg tömeg súlya $9,81 \text{ N}$, és a légköri nyomás $1,00 \text{ bar}$. A dugattyút kihúzva a nyomást $0,800 \text{ bar}$ -ra csökkentették (ez megfelel a nitrogén parciális nyomásának levegőn), és ismét megvárták az egyensúly kialakulását.

a) *Hány mol nitrogén oldódott fel a vízben a nagyobb nyomáson? Hány liter gáz szabadult fel a nyomáscsökkentés hatására?*

A Henry-törvény a szénsavas üdítőitalok viselkedését is jól jellemzi. Egy 570 ml térfogatú edénybe 500 ml vizet és fölé 50 atm nyomású széndioxidot töltöttek 10 °C-on, majd megvárták az oldódási egyensúly kialakulását. A CO₂ Henry-állandója 10 °C-os víznél $0,104 \cdot 10^4$ atm, és a CO₂ vízzel mutatott reakcióját figyelmen kívül lehet hagyni.

b) *Hány atm lesz a nyomás az edényben és hány mol szén-dioxid került oldatba?*

c) *Hogyan változnak meg ezek a mennyiségek, ha a rendszert 50 °C-ra melegítjük? A CO₂ Henry-állandója 50 °C-on $0,283 \cdot 10^4$ atm.*

(japán feladat)

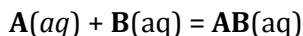
H345. Az oxigén és az argon Henry-állandója 25 °C-on $4,42 \cdot 10^4$ bar és $4,02 \cdot 10^4$ bar. A víz oxigénmentesítését vizsgálva egy 2,0 l térfogatú edényben 1,0 l vizet levegőn állni hagytak 1 bar nyomáson és 25 °C-on. A levegő oxigéntartalma legyen 21%.

a) *Hány mg oxigén oldódik a vízben? Mi lesz az oldatban az oxigén móltörtje?*

A lezárt edény gáztartalmát 1,0 bar nyomású argonra cserélik, és megvárják az egyensúly beálltát. A víz párolgásától tekintsünk el!

b) *Mi lesz a kapott oldatban az oxigén móltörtje? Hányszor kell ezt az eljárást megismételni, hogy az oldat oxigéntartalma 1 ppt alá csökkenjen?*

Tekintsük egy olyan gázkeverék (**A** és **B**) oldódását, ahol a komponensek oldódását Henry-törvénye egymástól függetlenül jól leírja, azaz a gázfázisban nincs köztük kölcsönhatás. Az oldott molekulák viszont egymással reagálnak, és az **AB** komplex keletkezik.:



Legyen x_i ($i = \mathbf{A}, \mathbf{B}, \mathbf{AB}$) a specieszek móltörtje és $K_{\mathbf{AB}}$ a fenti reakció egyensúlyi állandója:

$$K_{\mathbf{AB}} = \frac{x_{\mathbf{AB}}}{x_{\mathbf{A}}x_{\mathbf{B}}}$$

Egy 2,00 literes edénybe 1,00 liter vizet és gázkeveréket töltünk 25 °C-on. **A** és **B** Henry-állandói $1,0 \cdot 10^4$ bar és $2,0 \cdot 10^4$ bar, $K_{AB} = 500$.

- c) *Mi lesz a gázok egyensúlyi parciális nyomása a gáztérben, és móltörtje az oldatban, ha a két komponens kiindulási parciális nyomása a gáztérben egyaránt 2,0 bar?*
- d) *Az előbbi érték hány százaléka lesz a **B** móltörtje az oldatban, ha az **A** kiindulási parciális nyomása 2 helyett 10 bar?*

(japán feladat)

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:

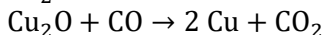
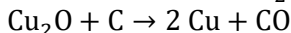
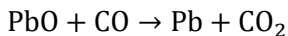
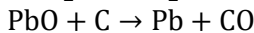
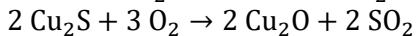
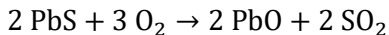
$$\begin{aligned} M_X / (\text{g/mol}) &= (n \cdot 47,87 / 0,2326 - n \cdot 47,87) / m = \\ &= n \cdot 47,87 \cdot (1/0,2326 - 1) / m = n \cdot 157,93396 / m \end{aligned}$$

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 táblázatról 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).

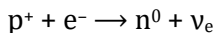
b) Egy jobb fordítás:

„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 hasonló 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, ditioszénsav ((HS) ₂ CO), hexaakva-alumínium(III)-klorid, hexaakva-vas(III)-klorid
2:1	kénsav, salétromosav, klórossav, brómosav, jódosav, metafoszforsav, krómsav, szelénsav, xenonsav, trifoszforsav, diti-onosav,
1:4	ammónium-cianát, hidroxilammónium-klorid
4:1	perklórsav, perbrómsav, perjódosav, peroxo-dikénsav, kálium-hidrogén-szulfát, permangánsav, pertechnéciumsav
Szerves	
1:1	hangyasav, borkősav, malonsav, maleinsav, fumársav, benzol-trikarbonsav
1:2	ecetsav, akrilsav, pentándisav (glutársav), szalicilsav, acetil-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, nali-dixsav, toluilsav, azelainsav
4:1	kálium-hidrogén-oxalát, 5-klór-2,4,6-trinitrorezorcín, 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

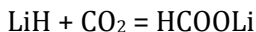
Az aminosavak HCl-el alkotott sóinál a kationok egy-egy protonált aminocsoportot tartalmaznak, ezek az aminocsoportok gyenge bázikussága miatt savként fognak viselkedni. A klóratomot, oxo- vagy nitrocsoportot tartalmazó szerves vegyületek savasságának az oka az előbbi funkciók

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)

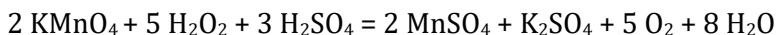
H334. A keresett reakciók a következők voltak:



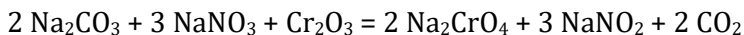
200-250°C közötti hőmérsékleten. (Ezért nem lehet LiH tüzet CO₂-vel oltani.)



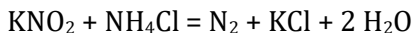
A reakció vizes oldatban játszódik le, szobahőmérsékleten lassú. Egyéb fémektől mentes alumínium(III)-hidroxid előállítására használják (viszonylag alacsony pH miatt nem keletkezik tetrahidroxo-aluminát(III) komplex).



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 berendezés 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)