

GONDOLKODÓ



Feladatok

Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Zagyai Péter

A megoldásokat 2025. február 20-ig lehet a kokel.mke.org.hu honlapon keresztül feltölteni. A formai követelmények figyelmes betartását kérjük.

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.

K509. AgNO_3 és LiF 1,00 g tömegű keverékét feloldjuk vízben, majd a tiszta oldathoz valamilyen fém-klorid tömény vizes oldatát csepegtetjük kis feleslegben. Ekkor csapadék válik ki, amit sötétben leszűrünk, megszárítunk, majd megmérjük a tömegét. Meglepetésünkre pontosan 1,00 grammot kapunk.

Hogyan (vagyis milyen összetételű porkeverékkel és milyen fém-kloriddal) valósítható meg ez?

(Zagyai Péter)

K510. Tudjuk, hogy Vendel szereti a kerek évfordulókat, és a számmisztika sem áll távol tőle. Márpedig idén éppen 156 éve, hogy Mengyelejev 1869-ben publikálta első periódusos rendszerét, az 1904-ben (70 éves korában) kiadott legutolsó táblázata pedig pontosan 121 éves! A kettő között éppen 35 év telt el. Éppen annyi, ahány éves volt Mengyelejev a nevezetes 1869-es esztendőben.

Melyik kémiai elemre (vagy elemekre) vonatkoznak a következő állítások?

- a) *Egyik természetes izotópja 156-os tömegszámú. Érdekes módon annak ellenére nem szerepelt az 1904-es táblázatban, hogy akkor már jó ideje felfedezték.*
- b) *Van olyan természetes izotópja, amelynek 121 a tömegszáma.*
- c) *Van olyan természetes izotópja, amelyben 121 neutron van.*
- d) *Mengyelejev megjósolta a létezését, ki is hagyta a helyét az 1904-es táblázatában. Egyik természetes izotópjában 112 neutron található. (Vegyük észre, hogy a 112 két számjegyét felcserélve 121-et kapunk!)*
- e) *Ez a kémiai elem 1869-ben még nem, 1904-ben viszont már szerepelt a periódusos rendszerben. Van olyan természetes izotópja, amelynek 70 a tömegszáma.*
- f) *Ez a kémiai elem 1869-ben még nem, 1904-ben viszont már szerepelt a periódusos rendszerben. Van olyan természetes izotópja, amelynek 70 a neutronszáma.*
- g) *Ennek a kémiai elemnek, amely sok bosszúságot okozott Mengyelejevnek, szintén van 70 neutronot tartalmazó természetes izotópja.*
- h) *1904 után újabb 35 év elteltével, 1939-ben felfedeztek egy kémiai elemet, amelynek létezését Mengyelejev megjósolta, meg is volt a helye az 1904-es táblázatban. Melyik ez az elem?*
- i) *Mengyelejev születésének 121. évfordulóján is felfedeztek egy kémiai elemet. Mi lett a neve?*

(Zagyi Péter)

K511. Vendel ezúttal kedvenc mondókáját titkosította a szokásos módon, vegyjelekkel.

58^4 11^2 13^3 $63^{4,5,6}$ $81^{4,5,6}$ $29^{3,4}$ 36^3 61^4 25^3 $49^{3,4,5}$ 44^4 $89^{1,2,3,4,5,6,7}$ 28^3
 $97^{3,4,5}$ $92^{3,4,5,7}$

21^3 $79^{4,6}$ 10^2 $47^{3,4,5}$ $85^{1,2,3,4,5,6}$ 29^3 $73^{1,2,3,4,5,6}$ $24^{2,4}$ $91^{2,3,4,5,6,7}$ 26^3 $42^{3,4}$

De mi az a facsiga, ami a szöveg utolsó szava? És minek megy oda?

Találd ki, hogyan kódolta a vegyjeleket és fejtsd meg a szöveget!

(Zagyi Péter)

K512. Egy szervetlen sav szabályos sójának vizes oldata 4,11 $n/n\%$ -os, koncentrációja 2,13 mol/dm³, sűrűsége 1,065 g/cm³. Ismert még, hogy a só 60,0 tömegszázalék oxigént tartalmaz.

- Számítsd ki a só moláris tömegét!
- Számítsd ki az oldat tömegszázalékos összetételét!
- Add meg a só tapasztalati képletét!

(Prókai Szilveszter)

K513. Sok olyan savat ismerünk, amelynek összegképlete $H_aX_bO_c$ alakú, ahol X valamilyen kémiai elemet jelöl.

Keress egy-egy megfelelő példát, amely eleget tesz a táblázatban megadott feltételeknek! Rajzold fel a molekulák szerkezeti képletét is!

(Bizonyos esetekben a kérdéses sav tiszta állapotban nem izolálható.)

A sav képlete	Az atomok száma a sav molekulájában	A protonok* száma a sav molekulájában	A protonok* száma a teljesen deprotonált savmaradékionban
		26	25
	6	50	49
	7	60	57
	6	32	30
	12	82	78
	11	106	102
	8	32	31
	7	42	40

*A proton alatt most az elemi részecskét értjük, függetlenül attól, hogy milyen atom magjában található.

(Zagyi Péter)

K514*. Az alábbi kérdéseknél vizsgáld meg az összes lehetséges esetet, és amelyhez találsz megfelelő szénhidrogént, rajzold fel a konstitúcióját! (Ha több molekula is megfelel, elegendő csak egyet lerajzolni.)

Ha bármelyik esetben úgy véled, hogy nem létezik megfelelő szénhidrogén, akkor igyekezz azt meggyőzően bizonyítani, tehát ne elégedj meg azzal, hogy sok próbálkozásból sem sikerült találni egyet sem.

- Létezik-e olyan C_8H_{18} összegképletű szénhidrogén, amelyben a különböző rendűségű szénatomok aránya 4:3:1:0?*
- Létezik-e olyan alkán, amelyben a különböző rendűségű szénatomok számaránya 1:1:1:1? Ha igen, rajzold fel egy ilyen molekula konstitúcióját!*
- Létezik-e olyan alkán, amelyben a különböző rendűségű szénatomok számaránya 1:2:3:4? Ha igen, rajzold fel egy ilyen molekula konstitúcióját!*

(Zagyai Péter)

K515*. A telítetlen szerves vegyületekre jellemző reakciótípus az addíció. Hidrogén-halogeniddel való addíciós reakcióban sokszor figyelembe kell venni a Markovnyikov-szabályt.

Egy laborban megvizsgálták egy 6 szénatomos szénhidrogén (**A**) teljes hidrogén-klorid-addícióját. **A** szerkezete miatt a reakció során **B**, **C** és **D** konstitúciós izomerek keletkeztek jelentős mennyiségben, és mindegyiknél geometriai izomériát is megfigyeltek.

A vegyület 1 móljának tökéletes égése során 4 mol víz keletkezik, a teljes hidrogénezése során kapott vegyület molekulájában pedig minden szénatom ugyanolyan rendűségű.

- Rajzold fel az **A**, **B**, **C**, **D** molekulák konstitúcióját!*
- A térbeliséget is ábrázoló képletekkel mutasd be a termékek geometriai izomerjeinek térszerkezetét!*
- Az egyes izomerek közül melyek királisak?*

(Sárvári Ferenc)

K516*. Több olyan vegyület is ismert, amely $Na_xTi_yO_4$ tapasztalati képlettel írható le. Ezekben a titán oxidációs száma +2, +3 vagy +4 is lehet, nem feltétlenül egységesen. (Tehát elképzelhető például $Na_3Ti^{II}Ti^{III}O_4$, vagyis $Na_3Ti_2O_4$ képletű anyag.) Csak a sztöchiometrikus összetételű anyagokat vizsgáljuk, vagyis azokat, amelyekben x és y egész számok.

a) *Az elvileg lehetséges összetételek közül melyikben a legnagyobb és melyikben a legkisebb a tömegszázalékos titántartalom?*

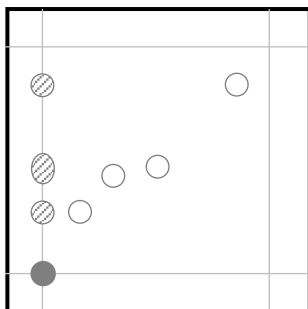
A Ti^{2+} és a Ti^{3+} ionok erőlyes redukálószerrek, így savas közegben a permanganátiont Mn^{2+} ionná redukálják.

b) *Ha 1,00 mg-os mintákat vizsgálunk, akkor a lehetséges sztöchiometrikus összetételek közül elvileg melyiknél várható a legnagyobb, ill. a legkisebb (de nem nulla) permanganátfogyás? Mindkét esetre add meg a reakcióba lépő permanganát anyagmennyiségét is mmol-ban!*

(Zagyai Péter)

H421. A vékonyréteg-kromatográfia egy gyakran alkalmazott technika keverékek összetevőinek szétválasztására. Az eljárás során egy vékony bevonattal ellátott műanyag vagy alumíniumlapra cseppentik fel a mintát, majd a lapot valamilyen oldószerbe (eluensbe) állítják oly módon, hogy az eluens ne mossa le a mintát a lapról, de a bevonatban található pórusokon keresztül fel tudjon szívódni oda. A minta komponensei egyrészt kötődhetnek a bevonathoz, másrészt oldódhatnak az eluensben is, ezáltal együtt mozoghatnak a felfelé haladó eluenssel.

Az elválasztás során általában csak egy irányban fejlesztik ki a lapot. Létezik azonban egy ún. kétdimenziós, vagy négyzetes kromatográfia néven ismert eljárás is, mely többkomponensű minták elemzésére kifejezetten alkalmas. Ebben az eljárásban a mintát felvisszük a lapra, majd két, egymásra merőleges irányból végezzük el az elválasztásokat. Egy



ilyen elválasztást mutat be az ábra, melyen az azonos stílusú alakzatok, foltok az egyes lépések előtti, illetve utáni állapotokat jelölik. A fekete keret a lap szélét mutatja.

a) *Melyik foltok láthatóak az első elválasztás után?*

Minden gyakorlat során a startvonalat (ahova az elválasztani kívánt mintát feljuttattjuk), illetve az elválasztás végén az oldószerfront helyzetét, vagyis az eluens által érintett terület határvonalát bejelöljük.

- b) *Melyik vonal jelöli a második elválasztás startvonalát? Melyik vonal jelzi azt, hogy az első elválasztás során meddig jutott el az eluens?*
- c) *Melyik lépésben volt jobb a keverék szétválása? Hány komponensű a vizsgált minta?*

Nem megfelelő elválasztás esetén a legegyszerűbb, ha más eluenst választunk. A könnyebb összehasonlíthatóság miatt érdemes az alapvonalakat ugyanott felvenni, mint az első összeállításban, valamint célszerű az eredetivel megegyező magasságig futtatni az eluenst. Ezek figyelembevételével válaszold meg a következő kérdéseket!

- d) *Hogyan nézne ki a második elválasztás után a lap, ha az alkalmazott eluensek sorrendjét felcserélnénk? Készíts rajzot, melyen jelölöd a nevezetes vonalakat, illetve a foltokat!*
- e) *Hogyan nézne ki a második elválasztás után a lap, ha mind a két lépésben a második eluenssel végeztük volna el az elválasztást? Készíts rajzot, melyen jelölöd a nevezetes vonalakat, illetve a foltokat!*

Az elválasztást jellemző mennyiségek közül az egyik leggyakoribb a retenciós faktor, mely azt mutatja meg, hogy az elválasztás során a kérdéses komponens a két nevezetes vonal távolságának hányad részét tette meg átlagosan.

- f) *Az elválaszthatóság szempontjából mit jelent az, hogy két komponens retenciós faktorának értéke közel azonos?*

(Ficsór István Dávid)

H422. Az **X**, **Y** és **Z** kémiai elemek sok és legfőképpen nagyon változatos szerkezetű vegyületet képeznek egymással.

Az **XYZ**₈ összegképletű anyag ionos szerkezetű, míg az **XYZ**₆ tapasztalati képlet egy molekuláris és egy ionos szerkezetű anyagot is takar (utóbbinak anionja megegyezik az **XYZ**₈ anionjával).

Bármelyik **XYZ**₆ hevítésével **XYZ**₅ és **XYZ**₄ képletű anyagok keletkeznek, előbbi molekulából áll, utóbbi többféle szerkezetet vehet fel, van olyan, amelyik láncpolimer.

\mathbf{XYZ}_2 tapasztalati képlettel sem csak egyféle szerkezet létezik, de a trimer ($\mathbf{X}_3\mathbf{Y}_3\mathbf{Z}_6$) molekulája különösen érdekes.

Az \mathbf{XYZ}_0 , tehát \mathbf{XY} képletű anyagok a szerkezeti típusok újabb fajtáit vontatják fel.

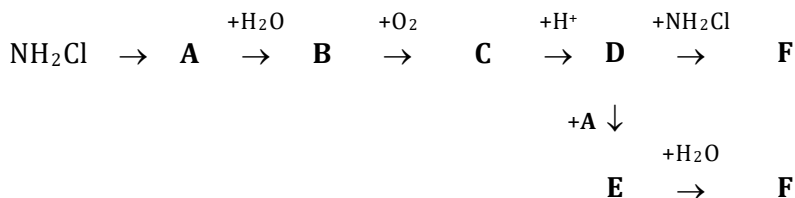
\mathbf{YZ} tapasztalati képlettel is ismerünk molekuláris és ionos vegyületeket egyaránt. A $\mathbf{Y}_4\mathbf{Z}_4$ kationja például ugyanaz, mint az \mathbf{XYZ}_8 -é, a $\mathbf{Y}_5\mathbf{Z}_5$ pedig ugyanazt az aniont tartalmazza, mint a $\mathbf{Y}_4\mathbf{Z}_4$.

a) *Add meg a feladatban említett anyagok szerkezetét!*

b) *A molekuláris \mathbf{XYZ}_6 olvadáspontja meglepően magas a moláris tömegéhez képest, amit egy különleges másodlagos kötés kialakulásával magyarázhatunk. Mi ennek a kapcsolatnak a lényege?*

(Zagyi Péter)

H423. A klóraminnal fertőtlenített ivóvízben súlyos gondot okoz a következő reakciósorozatban képződő **F** ion:



A, **B**, **C** és **E** semleges molekulák, **D** és **F** ionok. A **C** molekulában van azonos atomok közötti kovalens kötés is.

A reakciókban nem csak a betűvel jelölt termékek képződnek, de a társtermékeket nem tüntettük fel.

A sémában szereplő részecskék (**A**...**F**) tömegszázalékos nitrogéntartalma rendre 16,3%; 45,2%; 22,2%; 30,4%; 21,4%; 29,3%.

Azonosítsd a betűvel jelölt részecskéket, rajzold fel a szerkezetüket, és írd fel a reakcióegyenleteket!

(Zagyi Péter)

H424. Egy hallgatót megbíztak szerves molekulák előállításával. Nemrég tanult az oxovegyületek reaktivitásáról és a Grignard-reakcióról, erre alapozta a szintézisterveit.

Az első kísérletben acetacetésztert reagáltatott etil-magnézium-bromiddal. Bízott a sikerében, mert amikor az észter vízmentes dietil-éteres oldatába elkezdte belecsepegtetni a Grignard-reagenst, az oldat azonnal heves pezsgésnek indult, még melegítenie sem kellett. A reakció lejátszódását követően NH_4Cl -oldatot adott hozzá, majd megtisztította a termékelegyét a képződött csapadéktól és a kiindulási anyagtól. Legnagyobb meglepetésére ezen műveletei után egyáltalán nem izolált semmilyen terméket, sem más vegyületet.

Egy másik alkalommal benzaldehid vízmentes dietil-éteres oldatába fenil-magnézium-bromidot adagolt. A korábbi reakciójának sikertelensége miatt most kétszerannyi aldehidet mért be az oldatba, mint az a reakcióegyenlet szerint szükséges lett volna, hogy biztosan lejátszódjon a reakció. Az NH_4Cl -os kezelést követően ismét megtisztította a reakcióelegyét, majd legnagyobb meglepetésére két terméket is tudott izolálni (bár egyikre sem számított): benzofenont és egy másik aromás vegyületet.

- Milyen termékek előállítását célozta meg a hallgató a két reakcióban? Add meg a szerkezetüket!*
- Mi az NH_4Cl szerepe? Mi a képződött csapadék?*
- Mi okozta a heves pezsgést az első reakcióban?*
- Add meg a második kísérletben keletkezett aromás vegyület szerkezetét!*
- Írd fel a két reakció egyenletét!*
- Magyarázd meg, miért bizonyultak sikertelennek az egyes kísérletek!*

(Varga B. Szilárd)

H425. Egy vízmentes réz(II)-vegyület jodometriás titrálása során a következőképpen jártak el.

A vegyület 99,20 mg-ját 50 ml desztillált vízzel rázták össze, majd 2 ml 6 mol/dm^3 koncentrációjú ecetsavoldatot és 6 g kálium-jodidot adtak hozzá. Néhány perc várakozás után a csapadékos oldathoz 20 ml

1 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-citrát-oldatot öntöttek. Némi kevergetés után az oldat kitisztult. Az oldatot 0,1000 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-tioszulfát-mérőoldattal titrálták, a végpont előtt keményítőoldatot adva hozzá. A fogyás 28,80 cm³ lett.

Ezután a megtitrált oldathoz 12 ml 6 mol/dm³ koncentrációjú sósavat adtak, majd 2 perc várakozás után folytatták a titrást a tioszulfát-mérőoldattal. Ebben a második mérésben a fogyás 2,40 cm³ lett.

- a) *Milyen csapadék vált le a kálium-jodid adagolásakor és miért tűnt el a nátrium-citrát hatására?*
- b) *Mit mértek az első titrálás során?*
- c) *Milyen színváltozás volt megfigyelhető az első titrálás végpontjában?*
- d) *Mi volt a szerepe a tömény sósavnak a titrálás második részében?*
- e) *Ha a tömény sósav adagolása után túl sokáig várakozunk, az hibát okoz a mérésben. Mi ennek a magyarázata?*
- f) *Mi lehetett a vizsgált részvegyület?*
- g) *Írd fel a titrálások során végbement reakciók egyenletét!*

(Zagyi Péter)

Megoldások

K492. a) A vas-halogenidek közül a nem radioaktív fluor, klór, bróm, jód vegyületei jönnek számításba, de a vas(II) és vas(III) sók közül a vas(III)-jodid nem létezik, ugyanis a vas(III)-ionok a jodidionokat oxidálnák.

b) A hét vegyület közül nem színesek a fluoridok és a tiszta vízmentes vas(II)-klorid. A fennmaradó négy vegyületből csak a vas(III)-klorid vas-tartalma van 26% felett, mégpedig 34,43%. Így három keverékkel teljesíthető minden feltétel.

c) A két komponens tömege akkor lesz a legközelebb egymáshoz, ha vas-tartalmuk eltérése a 26%-tól minél inkább megegyezik. Ennek a vas(III)-klorid és vas(II)-jodid (18,03% Fe) felel meg leginkább.

$$34,43 m + 18,03 (26 - m) = 26 \cdot 26$$

Az $m = 12,63$ g FeCl_3 és $13,37$ g FeI_2 adja a legjobb megoldást tehát. Azon el lehet gondolkodni, hogy az egyik kristályban levő vas(III)- és a másik kristályban levő jodidionok reagálnak-e egymással. Ilyen tekintetben a $11,89$ g FeCl_3 és $14,11$ g FeBr_3 biztosan nem lenne reaktív.

A feladat eleje, a vegyületek sajátosságainak megkeresése meglepően sokakat vezetett félre; nem minden internetes forrás megbízható. Néhányan az egyszerűnek szánt számítást is oldalakon át végezték, de azért volt jó néhány hibátlan gondolatmenet. Az átlagpontszám 6 pont volt.

(Magyarfalvi Gábor)

K493. Az ionvegyületek közül mólónként 26 mol elektront tartalmaz például a LiNO_2 és a HCOOLi ; 30 mol elektront tartalmaz többek között a MgF_2 , a Na_2O , a Mg(OH)_2 és az AlOOH ; míg 56 mol elektront a LiI , a CsH , az AgF , a SrF_2 , a Sr(OH)_2 , a CdO , a Li_3PO_4 , a FeCO_3 , és a krotonsav Na-sója ($\text{CH}_3\text{CHCHCOONa}$).

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 5,5 pont, maximális pontszámot összesen 6 tanuló kapott, ők legalább 10 helyes megoldást küldtek be. A feladat szövege ionvegyületeket kért, elemeket, egyszerű ionokat, nem létező anyagokat, valamint egyértelműen nem ionos anyagokat (pl.: SiO_2 , TiH_4) nem fogadtunk el.

(Vörös Tamás)

K494. A rejtvény egy lehetséges megoldása:

1. Bór, 2. Radon, 3. Argon, 4. Antimon, 5. Kobalt, 6. Urán, 7. Nikkel, 8. Ozmium, 9. Kén, 10. Kálium, 11. Lantán, 12. Nátrium, 13. Ezüst, 14. Neon, 15. Oxigén, 16. Bárium, 17. Szén, 18. Cink, 19. Króm, 20. Cézium, 21. Arany, 22. Kalcium.

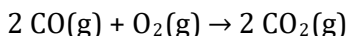
Ezen felül számos egyéb megoldás is lehetséges, például lehet a 3. Arzén, 10. Rádium, 19. Bróm, 20. Hélium, 22. Kadmium, továbbá amennyiben a 3. Fluor, akkor 4. Irídium, 6. Klór és 14. Ólom.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 9,4 pont, hibátlan megoldást összesen 23 tanuló küldött be. A fentiekől eltérő, bármilyen helyes megoldás maximális pontszámot ért. Azokat a megoldásokat, ahol egy elemnév kétszer is szerepelt, valamint ahol az elemnevek kereszteződésében az ékezetes betűk eltérnek, nem fogadtunk el teljes értékű megoldásként.

(Vörös Tamás)

K495. Vizsgáljunk egy olyan kiindulási elegyet, amelyben 1 mol CO és mellette x mol levegő, azaz $0,21x$ mol O_2 és $0,79x$ mol N_2 van! Ennek az elegynek az oxigéntartalma $0,21x / (1+x)$.

A reakció során – mivel marad oxigén az elegyben – a CO teljes mennyisége elég. A reakcióegyenlet



alapján a kiindulási 1 mol CO égetéséhez $0,5$ mol O_2 szükséges és 1 mol CO_2 keletkezik. A termékelegyet tehát 1 mol CO_2 , $(0,21x - 0,5)$ mol O_2 és $0,79x$ mol N_2 alkotja. A keletkezett elegyben az oxigéntartalom $(0,21x - 0,5) / (0,5+x)$.

A feladat szövege szerint a keletkezett gázelegyben az oxigén térfogat-százaléka $2/3$ -a a kiindulási elegyben mértnek, azaz felírható a fenti oxigéntartalmak alapján:

$$2/3 \cdot (0,21x / (1+x)) = (0,21x - 0,5) / (0,5+x)$$

Ebből $x = 6,28$ mol, azaz a kiindulási elegyben 1 mol CO mellett $6,28$ mol levegő ($1,32$ mol O_2 és $4,96$ mol N_2) volt. A kiindulási elegy összetétele: $13,7 \text{ V/V\% CO}$, $18,1 \text{ V/V\% } O_2$, $68,2 \text{ V/V\% } N_2$.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 5,3 pont, hibátlan megoldást 11 tanuló küldött be. Azokat a megoldásokat is teljes értékűnek fogadtuk el, ahol a levegő térfogatszázalékát (86,3 V/V%) adták meg, nem bontva azt az O_2 és N_2 térfogatszázalék értékére. A beküldők egy része nem vette figyelembe azt, hogy a folyamat során van anyagmennyiség-változás, azaz a keletkezett elegyben az O_2 anyagmennyisége nem $2/3$ -a lesz a kiindulási értéknek.

(Vörös Tamás)

K496. b) Az alapállapotú titánatom elektronszerkezete $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$, K héján 2, M héján 10 elektron található, amely éppen megfelel az 1:5 aránynak. Hasonlóan jó megoldás a Zr és a Hf is.

c) Az alapállapotú Cr atom elektronszerkezete $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$, azaz N héján 1, M héján 13 elektron található. Szintén megfelel a feladat feltételének a molibdén.

d) 1:3 és 1:4 arányra is találunk példát a kénatom esetén, melynek elektronszerkezete alapállapotban $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$, K héján 2, L héján 8, M héján 6 elektron található. Szintén jó megoldás a szelén.

e) 1:1 és 1:2 arányban is található elektron az alapállapotú káliumatom elektronszerkezete, az $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ elektronszerkezet alapján látható, hogy az L és az M héjon 8-8, míg az N, illetve a K héjon 1 és 2 elektron található. Erre a feladatrészre érkezett további, helyes megoldások a Ni, Y, Rb, Cs, Sn, Pb.

f) Az alapállapotú vasatom elektronszerkezete $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$, a K és M héján található 2 és 14 elektron eleget tesz az 1:7, míg a K és N héján található 2-2 elektron eleget tesz az 1:1 aránynak. Szintén helyes megoldás az ozmium.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 7,4 pont, hibátlan megoldást 10 tanuló küldött be.

(Vörös Tamás)

K497. A sötömb az ablakpárkányon állt, ahol hideg napokon páralecsapódás várható, amit a só higroszkóposága csak fokoz. A vízcseppekben oldódik a só (a nátrium-klorid, ill. a többi, kisebb mennyiségben jelen

lévő, vízoldható só), de nem oldódnak a vöröses színért felelős vegyületek (főleg vas-oxid). A sóoldatcseppek lefelé folynak a tömbön, és annak alsó részén valahol megrekedve elpárolog belőlük a víz, és visszamarad a hófehér oldott anyag.

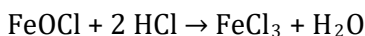
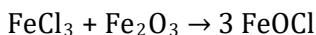
Viszonylag kevés teljes értékű válasz született. Leggyakrabban azt a tényt nem sikerült körütekintően megmagyarázni, hogy miért fehér a kikristályosodott só, miközben a sötömb maga narancssárga.

Érdeemes még megjegyezni, hogy noha a különféle mesterséges intelligenciák ma már egészen összetett problémákra is képesek releváns megoldásokat találni, azért elég sokszor vétének hibákat. Ha valaki ilyen segítséget vesz igénybe, akkor egyrészt célszerű kigyomlálni a válaszból az értelmetlen mellébeszélést (amely szintén gyakran sajátja ezeknek), másrészt és leginkább pedig nem lehet megspórolni a logikus végiggondolást, nem szabad kritikátlanul elfogadni az MI megoldását.

(Zagyai Péter)

K498. Abban az esetben, ha az **A** vegyület mólonként 1 mol vasat tartalmaz, a tömegszázalékos vastartalom alapján a moláris tömege $55,85 / 0,5205 \text{ g/mol} = 107,3 \text{ g/mol}$. Ez éppen megfelel a vas-oxiklorid (FeOCl) moláris tömegének. 39,7 gramm FeOCl anyagmennyisége 0,370 mol. Feltételezve, hogy a kristályvíztartalmú **B** só és a FeOCl anyagmennyisége megegyezik, a kristályvizes só moláris tömegére $100 \text{ g} / 0,370 \text{ mol} = 270,3 \text{ g/mol}$ adódik. Ez alapján a kristályvizes **B** só képlete $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Ismert, hogy **B** és **C** reakciójában előállítható **A** anyag, valamint **B** és **C** binér vegyületek. Ez alapján **C** anyag a vas(III)-oxid (Fe_2O_3).

A lejátszódó reakciók egyenletei:



A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 6,0 pont, hibátlan megoldást 10 tanuló küldött be. Többen A anyagként a $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -ot azonosították, melynek vastartalma – a feladat adatainak pontossága mellett – eltér a megadott tömegszázalék értéktől. Több megoldó csak az A, B, C

anyagok képletét és az egyenleteket adta meg, számítással történő alátámasztások nélkül ezek a megoldások nem értek maximális pontszámot. Néhány esetben az A anyag sósavban való oldásának egyenlete hiányzott a maximális pontszám eléréséhez.

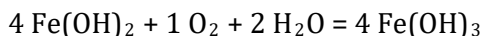
(Vörös Tamás)

K499. a) A feladatban az alábbi öt vegyület szerepelt:

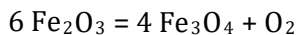
XIX. századi név	Tudományos név	Képlet
vasag hidrat	vas(III)-hidroxid	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
vasacs vasag	vas(II, III)-oxid	Fe_3O_4 ($\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$)
vasacs	vas(II)-oxid	FeO
vasacs hydrat	vas(II)-hidroxid	$\text{Fe}(\text{OH})_2$
vasag	vas(III)-oxid	Fe_2O_3

b) Lúgok hatására fehér színű vas(II)-hidroxid csapadék válik ki az oldatból.

c) A keletkezett csapadék a vizes közegben vas(III)-hidroxiddá oxidálódik a levegőből beoldódó oxigén hatására.



d) A hevítés során oxigén keletkezik, vagyis egy olyan reakció játszódik le, ahol a vas (átlagos) oxidációs száma csökken. Tisztán vas(II)-oxid keletkezése oxigén jelenlétében nem várható, így az egyedüli lehetséges reakció az alábbi.



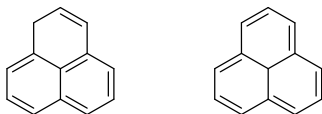
A feladat nem bizonyult nehéznek, viszont sok megoldásban volt megfigyelhető a figyelmetlenség, illetve a nem kellő fokú kidolgozottság.

(Ficsór István Dávid)

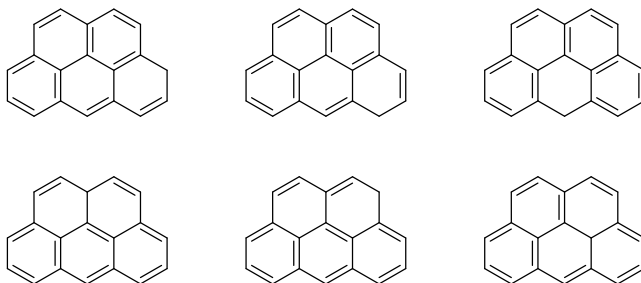
K500. a) Természetesen a fenalén hasonlít a KÖKÉL logójára, az olimpicén pedig az olimpiai karikákra.

b) A fenalén összegképlete $\text{C}_{13}\text{H}_{10}$, az olimpicéné $\text{C}_{19}\text{H}_{12}$.

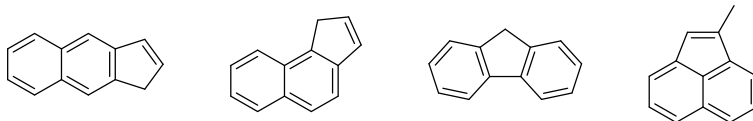
c) A fenalénnak két lehetséges konstitúciós izomere létezik a tetraédres szénatom helyzetének tekintetében:



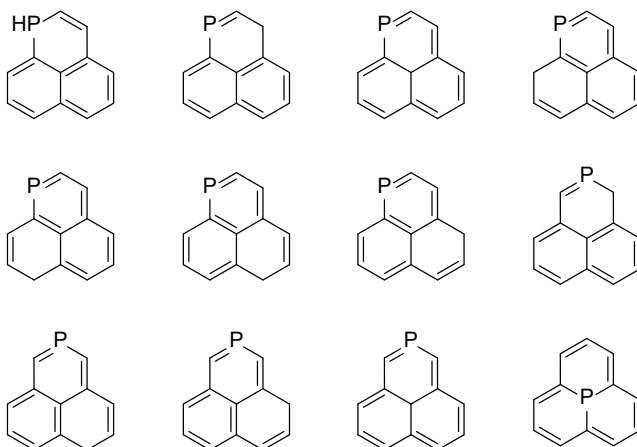
Az olimpícénnek ezzel szemben 6:



d) A feladat megfogalmazása alapján több megoldás is lehetséges, az egyes alapvázak izomereit nem kifejtve néhány példa:



e) A foszfafenalénben a foszfor reális esetben 3 vegyértékkel rendelkezik. A heteroatom 3 pozícióban helyezkedhet el, összesen pedig 12 izomert számolhatunk össze a telített atom pozícióját is változtatva.

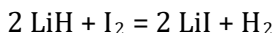


A feladat nem bizonyult nehéznek, ám fontos, hogy mindig gondoljuk át alaposan a lehetséges izomerek azonosságát, amiből sok külön megoldásnak vélt képlet született. Az is fontos, hogy az aromás rendszerek rajzolását ne nagyjoljuk el egyetlen delokalizált vonallal, mert bizony nem minden szén ekvivalens a reális határszerkezetekben.

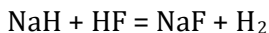
(Szobota András)

H411. Több olyan binér **B** vegyület is elképzelhető, melynek egyik ionja 27-szer annyi elektront tartalmaz, mint a másik, a kémiai intuíciónkkal és a feladat további információival azonban könnyen leszűkíthetjük a kört a LiI-ra. (A CsH is szóba jöhetne, de előállításához erélyesebb körülmények szükségesek.)

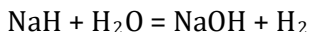
A LiI előállítása a megadott feltételek szerint az alábbi egyenlet szerint történik:



C anyag **H** vizes oldatából hidrogéngázt fejleszt – mivel az előbbi binér vegyület, ezért szintén fém-hidridre következtethetünk. A lehetséges izoelektromos binér **D** vegyületek közül a NaF rossz oldhatósággal rendelkezik, mely az alábbi egyenlet szerint képződik HF vizes oldatából:



Ha a NaH-et feleslegben alkalmazzuk, a HF mellett a vízzel is reagál, NaOH-ot képezve:

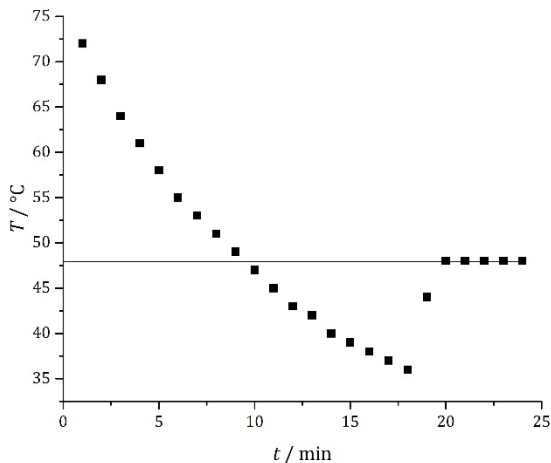


A: LiH, **B:** LiI, **C:** NaH, **D:** NaF, **E:** NaOH, **F:** I₂, **G:** H₂, **H:** HF

Számos hibátlan megoldás érkezett. Sokaknak okozott nehézséget a NaF azonosítása: a rossz oldhatóságból MgO-ra következtettek, ami azonban vizes közegben nem képződik, Mg(OH)₂ válna le helyette, mely nem binér.

(Varga B. Szilárd)

H412. a) A mérési adatok ábrázolásával az alábbi (lehülési) görbéhez jutunk.



b) 48 °C.

c) Túlhűlés. Metastabil állapotúnak.

d) A 18. perc végéig monoton módon csökken a hőmérséklet, utána viszont egy exoterm változás figyelhető meg a folyamatban. A felmelegedésért a fagyás a felelős, melyet a bedobott kristály indított el. Ezek alapján a 19. percben (a 18. mérési pont után közvetlenül) kerülhetett a kristály a kémcsőbe.

e) Az olvadék a fagyáspontja alá hűlt le. A fagyás viszont 48 °C-on játszódik le. A felmelegedést a kristályok egy részének megfagyása teszi lehetővé. Ez azt jelenti, hogy a teljes rendszer hőmérséklete újra 48 °C-os lesz, viszont bizonyos hányada már szilárd halmazállapotúvá válik. Az ábra alapján megbecsülhető, hogy a túlhűlt rendszer hőmérsékletének 36 °C volt a minimuma, így 12 °C-nyi hőmérséklet-különbséget kell a fagyásnak ellensúlyoznia. 3,0 g folyadék halmazállapotú kristályvizes só 12 °C-os felmelegedéséhez $2,4 \cdot 3,0 \cdot 12 \text{ J} = 86,4 \text{ J}$ energia kell. Ez $86,4 / 209 \text{ g} = 0,41 \text{ g}$ kristályvizes só megfagyásakor felszabaduló hővel egyenlő. Vagyis a só tömegének 13,7%-a fagyott meg.

f) A küszöbhőmérséklet esetén a teljes rendszer felmelegedéséhez pontosan annyi energia szükséges, mint amennyi a túlhűlt folyadék teljes mennyiségének megfagyása során felszabadul. Ez azt jelenti, hogy ekkor

a fagyáshő értéke megegyezik a hőmérséklet-különbség és a fajhő szorzatával. Ez alapján a hőmérséklet-különbség értéke $87\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Tehát ha $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál alacsonyabb hőmérsékletre hűtjük az olvadékot, akkor a fagyás megindulásakor már nem érjük el a $48\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot.

Bár voltak kevésbé megszokott, kémiai feladatokban ritkán előforduló kérdések is, a versenyzők többségének nem okozott gondot a feladat. A leggyakoribb hiba az volt, hogy az e) részben csak a folyadék felmelegedésével számoltak, annak ellenére, hogy a kémcső teljes tartalma $48\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra melegedett vissza.

Néhány versenyző függvényillesztés segítségével próbált meg pontosabb becslést adni a hőmérséklet minimumára. Ugyan a szándék jogos, de a kapott értékkel történő további számításokhoz szükség lenne az olvadáspont pontosabb ismerete is, hiszen annak hibájánál nem érdemes pontosabban meghatározni a keresett hőmérsékletet sem.

Ahogy az Tóth Hanga Kinga megoldásából is kiderül, lehűlés során a kémcső tartalmának hőmérséklete exponenciális módon csökken. Ez a Newton-féle lehűlési törvény. Emiatt, ha függvényt szeretnénk illeszteni erre a szakaszra, akkor célszerű azt exponenciális függvénnyel elvégezni.

Köszönettel tartozunk Simon János Dánielnek, aki felhívta a figyelmet arra, hogy a feladat szövegét kiegészíthettük volna a folyadék halmazállapotú kristályvizes nátrium-tioszulfát fajhőjével ($2,4\text{ Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$).

Maga a mérés akár egy tanórán is könnyen elvégezhető (pl. a melegítés forrásban lévő vízzel is megvalósítható), és alkalmas a lehűlési törvény kimérésére, a túlhűlés, valamint a halmazállapot-változás során megfigyelhető állandó hőmérséklet bemutatására is.

A nátrium-tioszulfátról, illetve a kísérlet esetleges felhasználásairól e folyóirat 2016. évi 2. számából (Sufnilabor rovat) tudhatunk meg többet.

(Ficsór István Dávid)

H413. A $\text{pH} = 2$ sósavban az oxóniumionok egyensúlyi koncentrációja $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2}\text{ M} = 0,01\text{ M}$. Mivel a sósav erős sav, így ez megegyezik a sósav bemérési koncentrációjával a teljesnek tekinthető diszszociáció miatt. 5-szörös hígítás után így a sósav bemérési, valamint a sósav diszszociációjából származó oxóniumionok egyensúlyi koncentrációja $\frac{0,01\text{ M}}{5} = 2 \cdot 10^{-3}\text{ M}$.

Figyelembe véve, hogy az ecetsav és a diklórecetsav is egyértékű savak, és savi disszociációs állandójuk alapján a disszociáció egyik esetben sem teljes, a koncentrációkra a következő szokásos táblázat készíthető (a feladat során a pH rendre 2-3 közti minden oldatban, ahol a víz autoprotolíziséből származó oxóniumionok mennyisége elhanyagolható):

	$\text{HA} \rightleftharpoons$	A^-	+	H^+
Kiindulási koncentráció	c	0		$2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$
Átalakulás	x	x		x
Egyensúlyi koncentráció	$c - x$	x		$2 \cdot 10^{-3} \text{ M} + x$

A végső (hígítás utáni) pH alapján:

$$2 \cdot 10^{-3} \text{ M} + x = 10^{-2,3}$$

Innen $x = 3,012 \cdot 10^{-3} \text{ M}$.

A savi disszociációs állandó alapján:

$$K_s = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$K_s = \frac{(2 \cdot 10^{-3} \text{ M} + x) \cdot x}{c - x}$$

Innen c -t kifejezve, és x kiszámított értékét, valamint a $K_s = 10^{-\text{p}K_s}$ egyenletet behelyettesítve, hatványozási azonosságát alkalmazva:

$$c = \frac{1,510 \cdot 10^{-5} + 3,012 \cdot 10^{-3-\text{p}K_s}}{10^{-\text{p}K_s}}$$

Behelyettesítve a feladatban szereplő $\text{p}K_s$ értékeket, az ecetsav esetén $c = 0,8719 \text{ M}$, míg a diklórecetsav esetén $c = 3,35 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ adódik. Az 5-szörös hígítás során 1 térfogatrészt képviselt a sósav, így 4 térfogatrészt képviselt az ecetsav, illetve a diklórecetsav. Ez alapján a hígítás előtti koncentráció 5/4-szerese a hígítás utáni koncentrációnak, azaz az ecetsav esetén $c' = 1,090 \text{ M}$, míg a diklórecetsav esetén $c' = 4,188 \cdot 10^{-3} \text{ M}$.

A kiindulási savak esetén is elkészíthető a reakciókat leíró megszokott táblázat:

	$\text{HA} \rightleftharpoons$	A^-	+	H^+
Kiindulási koncentráció	c'	0		0
Átalakulás	x'	x'		x'

Egyensúlyi koncentráció $c' - x'$ x' x'

Az egyensúlyi koncentrációkra felírható a a savi disszociációs állandó képlete:

$$K_s = 10^{-pK_s} = \frac{x'^2}{c' - x'}$$

A kapott másodfokú egyenletet 0-ra rendezve:

$$x'^2 + 10^{-pK_s} \cdot x' - 10^{-pK_s} \cdot c' = 0$$

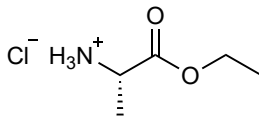
Behelyettesítve a kapott c' koncentrációértékeket, valamint a feladatban megadott savi disszociációs állandók értékeit, a másodfokú egyenlet megoldóképletével, vagy számológépünk egyenletmegoldó funkciójával az oxóniumionok x' egyensúlyi koncentrációja kiszámolható. Az ecetsav esetén $4,33 \cdot 10^{-3}$ M, míg a diklórecetsav esetén $3,85 \cdot 10^{-3}$ M adódik.

Ezt követően kihasználva, hogy $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$, a kérdéses oldatok pH-ja számolható. Az ecetsav pH értéke ez alapján 2,36, míg a diklórecetsav pH értéke 2,41 volt.

A feladat a legtöbb versenyzőnek nem okozott jelentős problémát, sok volt a hibátlan, vagy legfeljebb számolási hibát tartalmazó 9-10 pontos megoldás. Az átlagpontszám 7,73 pont volt.

(Csorba Benjámin)

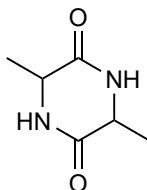
H414. a) A HCl protonálja az anilin aminocsoportját, és az etanol elpárologtatását követően biztosan hidroklorid-sóként válik ki a vegyület.



1 mol anilinból (89,1 g) 153,6 g terméket várunk. Az anilin-hidroklorid moláris tömege 125,5 g/mol, vagyis más kémiai átalakulás is történik az elegyben: el kell számolni a 28,1 g/mol-os tömegnövekedéssel is. Ez (figyelembe véve az etanos közeg) egy C_2H_4 -részlet beépülését jelenti a molekulába, mely a karboxilcsoport hidrogénjével együtt egy etilcsoportot jelent. A HCl megteremtette azt a savas közeg, mely katalizálta az aminosav és az alkohol között lejátszódó észteresedési reakciót.

b) Lúgos pH-n az észterkötés elhidrolizál, a keletkező etanol szagát érezhetjük.

c) A termék egy gyűrűs amid:



d) A molekulának két kiralitáscentruma van, azonban a lehetséges sztereoizomer közül kettő egymással fedésbe hozható (mezomer), így összesen 3 különböző sztereoizomere van.

A beküldők többségének nem okozott gondot a feladat. Jellemző hiba volt, hogy elfeledkeztek a molekula belső (középpontos) szimmetriájáról.

(Varga B. Szilárd)

H415. a) A káliumot 1807-ben, a jódot pedig 1811-ben fedezték fel. Tehát a beszámoló megjelenésekor 15, illetve 11 éve volt ismert a két elem. A felhasznált anyagokat tekintve egészen modernnek tekinthető a kísérlet, hiszen nem ő fedezte fel a két elemet, ő csak használta azokat.

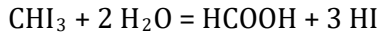
b) A térfogatszázalékos összetételt jellemezhetjük fok egységgel.

c) Átkristályosításnak nevezik az eljárást, melynek célja a szilárd anyagok tisztítása. A művelet során általában melegen telített oldatot készítenek a tisztítandó anyagból, és azt lehűtve nyerik ki a már tisztább terméket. A beszámolóban olvasható változatban az oldószer elpárologtatásával érik el a termék kikristályosodását, mely gyorsabban megy végbe, ha szélesebb edényt, illetve melegítést alkalmazunk.

d) A mérés során réz(II)-oxiddal oxidálják a vegyületet, mely során 0,224 g szén-dioxid keletkezik, melyben 0,061 g szén található. Keletkezett továbbá 0,046 g víz is, melyből 5,11 mg a hidrogén tömege. Ez alapján 2,000 g vegyületben 1,934 g jód található. Így a tömegszázalékos összetétel: 3,05% szén, 0,25% hidrogén, illetve 96,70% jód. A tömegek alapján a vegyületben a szén, a hidrogén és a jód anyagmennyiségének aránya 1,0:1,0:3,0. Ez megfelel a CHI₃ tapasztalati képletnek.

e) Mivel a vegyület tömegének csak nagyon kis hányadát teszi ki a hidrogén, így időbe tellett, míg annak létezését méréssel is ki tudták mutatni.

f-g) A hidrolízis során hangyasav – valamint hidrogén-jodid – keletkezik a jodoformból (CHI_3), így az azt leíró reakcióegyenlet:



A feladat nem okozott nagy nehézséget. A versenyzők 75%-a ért el legalább 85%-os eredményt.

(Ficsór István Dávid)