

GONDOLKODÓ



Feladatok

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

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat 2016. február 15-ig postára adva a következő címre várjuk:

KÖKÉL Feladatmegoldó pontverseny

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

A borítékon tüntesd fel a feladatsor betűjelét is!

Elektronikusan az olimpia.chem.elte.hu honlapon keresztül küldhetitek be a megoldásokat. Kérjük, minden feladatot külön pdf fájlban, feladatkód_beküldő.pdf fájl névvel töltsétek fel. Beszkennelt kézírás esetén figyeljetek a minőségre és az olvashatóságra (tisztta fehér lapra jól látható tintával írjatok)!

A51. Sokan kíváncsiak már, hogy mi Vendel vezetékneve. Ez a kérdés magát Vendelt is foglalkoztatja. Felismerte, hogy vezetéknevének minden egyes betűje különböző, és mindegyik betű egy-egy kémiai elem vegyjele. Készített egy feladványt, amelynek segítségével kinyomozható a név, ezt adjuk most közre eredeti formájában.

1. betű: Természetes izotóparányt tekintve ebben az elemben jut a legkevesebb neutron egy elektronra.
2. betű: A francia forradalom kezdetének évében fedezték fel.

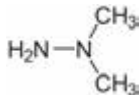
3. betű: Marie-Henri Beyle kedvenc eleme lehetett, mert két regényt is írt róla (bár lehet, hogy nem pont erről szólnak, még nem olvastam egyiket sem).
4. betű: A földkéreg leggyakoribb eleme (tömegét tekintve).
5. betű: Az egész periódusos rendszerben rajta kívül csak egyetlen egyszer fordul elő ez a betű (az is csak pár éve). Érdekes.
6. betű: A leggyakoribb izotópjának tömege (egyetlen atomé!) $2 \cdot 10^{-23}$ g.
7. betű: Moláris tömege 256,5 g/mol. Na persze, mert azt is nézni kell, hogy hány atom van a molekulában!
8. betű: Annyit mondok, nem a második periódusban van. Meg még azt, hogy a 7. és 8. betű együtt is egy vegyjelet ad.
9. betű: Régen hamanynak mondták.

Aki nem szeretne vesződni a megoldással, írjon nekem egy e-mailt, és megmondom a megfejtést. Nálunk a családban mindenkinek vezetéknev.keresztnév@gmail.com formátumú az e-mail címe.

Mi Vendel vezetékneve?

(Zagyi Péter)

A52. Az „ördög mérge” egy rakétahajtóanyag neve, amit a Szovjetunióban fejlesztettek ki. Két anyag (az oxidálószer és a hajtóanyag) összekeverésekor azonnal lejátsszódik a rendkívül exoterm és sok gáz képződésével járó kémiai reakció. Az ördög mérge esetén az oxidálószer tiszta salétromsav vagy salétromsav és dinitrogén-tetroxid (N_2O_4) keveréke, a hajtóanyag képlete pedig az alábbi:



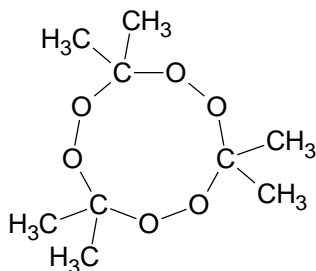
Az összekeverés során lejátsszódo reakcióban víz, szén-dioxid és nitrogén keletkezik.

Milyen tömegarányban kell összekeverni az oxidálószer és a hajtóanyagot, ha sztöchiometrikus reakcióval számolunk, és az oxidálószer

- a) tiszta salétromsav;
- b) 73 m/m% salétromsavat és 27 m/m% dinitrogén-tetroxidot tartalmaz?

(Zagy Péter)

A53. A „sátán anyja” megnevezés azt a rendkívül veszélyes, ugyanakkor könnyen előállítható vegyületet jelöli, amelyet napjainkban gyakran használnak az öngyilkos merénylők. A fehér por fő összetevője a triaceton-triperoxid, melynek képlete az alábbi:



Az triaceton-triperoxid oxigénmentes környezetben is robbanás-szerűen bomlik, hő, súrlódás, ütés hatására. Részletesen vizsgálták a bomlástermék összetételét. Eszerint 1 mol anyagból 1,3 mol CO_2 , 2,44 mol CO, 2,61 mol metán, 0,63 mol etán, 0,49 mol elemi szén, 0,48 mol hidrogén, 0,96 mol víz és még 0,15 mol egy vegyületből.

Mi ez a vegyület?

(Zagy Péter)

A54. „Veszedelmes méreg a háztartásban! Patkánykísérletek tanúsága szerint újszülött patkányok esetén 57 mg ebből az anyagból már 50%-os valószínűséggel halált okoz! Ennyi ciángáz képes megölni egy felnőtt embert! Hihetetlen, hogy ez az 57 mg anyag nagyjából 100 trillió apró részecskét, ún. molekulát tartalmaz. Ha pedig az atomokat nézzük, abból ráadásul 45-ször annyi van benne. Azt pedig senki sem gondolná, hogy ezek kb. negyede az éltető oxigén, kb. fele a hidrogén, ami kétharmadrészt a vizet is alkotja, és a maradék az ártalmatlan szén. Őrület, mik vannak!” – írja a *Butának lenni jó* című népszerű napilap.

Melyik anyagról lehet szó?

(Zagy Péter)

A55. Többféle olyan ásvány létezik, amely magnézium- és karbonationokat tartalmaz, de más fémet nem:

MgCO_3 ; $\text{MgCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$;
 $\text{MgCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; $\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$;
 $4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; $4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Ha ezeket sztöchiometrikus mennyiségű 20 m/m%-os sósavban oldjuk, minden esetben magnézium-klorid-oldatot kapunk.

- Melyik ásvány oldása során képződik a legtöményebb, ill. a leghígabb magnézium-klorid-oldat?*
- Hány tömegszázalékosak ezek az oldatok?*

(Zagyi Péter)

K241. Az aerogélek szilárd anyagok, amelyeket általában valamilyen gélből állítanak elő úgy, hogy eltávolítják belőle a folyadékot, és csak az a háromdimenziós hálózat marad vissza, amely az eredeti gélben alakult ki. Az ilyen anyagok rendkívül kis sűrűségűek, mégis szilárdként viselkednek, saját tömegük sokszorosát (akár kétezerszeresét is) képesek megtartani.

A jelenleg ismert legkisebb sűrűségű aerogél szilárd „váza” szén (pontosabban grafén), sűrűsége pedig mindössze 160 g/m³. (Ez az érték arra az esetre vonatkozik, amikor a grafén aerogél „üres”, azaz semmilyen gáz nem tölti ki a szilárd váz üregeit.) Az anyag térfogatának mindössze 0,02%-át foglalja el a grafénváz, így alakulhat ki ez a rendkívül kis sűrűség.

- Hogyan viszonyul az említett grafén aerogél sűrűsége (levegő nélkül) a standard légköri nyomású, 25 °C-os levegő sűrűségéhez?*
- Mennyi a „levegős” grafén aerogél sűrűsége standard légköri nyomáson és 25 °C-on?*
- 1 szénatomra hány oxigénmolekula jut a „levegős” grafén aerogélben?*

(Zagyi Péter)

K242. Vendel természetesen jár kémiaszakkörre. Egyik alkalommal vanádium(III)-szulfát előállításra volt a feladat. A szakkör vezetője ismertette az eljárást. A résztvevőknek fel kellett írniuk a reakcióegyenletet, majd ki kellett számolniuk, hogy 100 g vanádium(III)-

szulfát előállításához elméletileg hány grammra van szükség a reaktánsokból.

A reakcióban vanádium(V)-oxid és kénpor keverékét kell tömény kénsavhoz adni, majd melegíteni. A szulfát mellett kén-dioxid keletkezik. A reakció rendezendő egyenlete tehát:



Vendelnek viszonylag nagy gyakorlata volt a reakcióegyenletek rendezésében, de ilyet még nem látott.

a) *Mi okozott meglepetést?*

b) *Melyik az a reaktáns, amelynek elméletileg szükséges mennyiségét az egyenletrendezés körüli bonyodalom ellenére, minden további információ nélkül is ki tudja számolni Vendel? Mennyi kell belőle?*

(Zagyi Péter)

K243. *Keress olyan várhatóan stabil szerves vegyületeket, amelyeknek a tömegszázalékos széntartalma a lehető legközelebb van az 50%-hoz! Szerkezeti képleteket várunk.*

(Magyarfalvi Gábor)

K244. Nagy fényerősségű (pl. stadionok megvilágítására használt) fényforrások gyakran ún. fém-halogenid lámpák. Ezekben higanygőz mellett egy- vagy többféle fém-halogenid (általában jodid), valamint valamilyen nemesgáz található.

Egy ilyen lámpa technológiai jellemzői a következők:

- 1 mg/cm³ koncentrációban tartalmaz fém-jodidokat.
- Az összes fém-jodidnak 15-50 m/m%-a cézium-jodid.
- Még két fém-jodid van jelen, lutécium(III)-jodid és gadolínium(III)-jodid, ezek tömegaránya 0,1:1 és 10:1 között változhat.
- A higanygőz tömege tízszerese a fém-jodidok összes tömegének.

Egy lámpatest tartalmának analízise $3,6 \cdot 10^{-7}$ mol lutécium jelenlétét mutatta.

Legfeljebb hány higanyatomot tartalmazhatott a lámpatest?

(Zagyi Péter)

K245. Egy laboratóriumban dolgozó vegyész a régi robbanásbiztos szekrényben talál az egyik polcon 4 üveget, melyekről már a név és az összegképlet is lekopott. Gyorsan megméri a laboránsal az elemi összetételüket, és azt találja, hogy mindegyikben 85,71 $m/m\%$ C és 14,29 $m/m\%$ H van. Előveszi a brómos vizet, azonban egyik üveg tartalma sem színteleníti el azt.

Hogy megtudja, mi lehet a palackokban, egy kollégájához fordul, aki egy speciális készülék segítségével az alábbi tényeket közli vele:

- 1-es üveg: 5 db CH_2 -csoportot tartalmaz a molekula;
- 2-es üveg: 2 db CH_2 -csoportot, 2 db CH_3 -csoportot és 1 db 4-drendű C-atomot tartalmaz a molekula;
- 3-es üveg: 3 db CH_2 -csoportot, 1 db CH_3 -csoportot és 1 db CH-csoportot tartalmaz a molekula;
- 4-es üveg: 6 db CH_2 -csoportot tartalmaz a molekula.

a) *Ezen ismeretek segítségével meg lehet-e mondani, hogy mi van az üvegekben? Ha igen, add meg a vegyületek szerkezeti képletét és szisztematikus nevét!*

b) *Ha nem lehet megmondani, akkor rajzold fel az összes lehetséges szerkezetet, és nevezd el őket!*

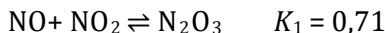
(Bacsó András)

H241. Ha az **A** szilárd, szerves anyagot (csak C, H és O építi fel) óvatosan hevítjük, jó termeléssel kaphatjuk a **B** illékony vegyületet. Megfelelő katalizátor jelenlétében a fordított folyamat is könnyen végbemegy. Tudjuk még, hogy **A** nem reagál brómmal, míg 100 g (1 mol) **B** 1 mol brómmal egyesül. **A** és **B** erős bázis jelenlétében egyaránt elhidrolizál (erős sav jelenlétében is lenne hidrolízis), miközben a **C** és **D** (**A** esetében), illetve a **C** és **E** (**B** esetében) termékek vizes oldata keletkezik. **C** gőzének sűrűsége a hidrogén sűrűségének pontosan 16-szorosa. **E** ozonolízise során egy ketokarbonsav is keletkezik.

Azonosítsd a vegyületeket! Milyen katalizátorral lehet a $B \rightarrow A$ folyamatot elindítani?

(ukrán feladat)

H242. Réz és salétromsav reakciójában (a levegő kizárása mellett) NO és NO₂ gáz 1:4 anyagmennyiség-arányú keveréke keletkezik. A gázkeveréket felfogjuk egy evakuált edényben. Az elegyben az alábbi folyamatok játszódhatnak le:



Az adott körülmények között a fenti, móltörttekkel kifejezett egyensúlyi állandók érvényesek.

Számítsd ki az egyensúlyi gázelegy összetételét!

Az egyetlen megoldáshoz célszerű lehet számítógépet használni.

(Lázár Armand)

H243. Egy régebbi feladat kérdése az EDTA (etilén-diamin-tetraecetsav, H₄A) viselkedését vizsgálta. A négyértékű savként jellemezhető anyag (pK_{s1} = 1,70; pK_{s2} = 2,60; pK_{s3} = 6,30; pK_{s4} = 10,60) egy bizonyos koncentrációjú oldatában az oldott sav összkoncentrációja és az oldat hidrogénion-koncentrációja megegyezik.

A feladat megoldása szerint ez a koncentráció 7,08·10⁻³ M, merthogy az oldatban a pH = (pK_{s1} + pK_{s2})/2 kell legyen, ha a feltétel teljesül.

Vendelben ezt látva felötlött két összefüggés. Az egyik szerint a savanyú sók oldatának kémhatása közelítőleg pH = (pK_{s1} + pK_{s2})/2. Ezek szerint az NaH₃A savanyú só 7,08·10⁻³ M-os oldatának pH-ja is 2,15 lesz.

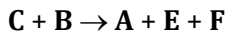
A másik összefüggés azt mondja, hogy az olyan pufferoldatban, amiben a savat és konjugált bázisát azonos mennyiségben oldjuk, ott az oldat pH értéke megegyezik a sav pK értékével.

Ha tehát az EDTA-nak és ezen sójának 2,15-ös pH jű oldatait 1:1 arányban összekeverjük, akkor mindkét oldatnál savasabb, 1,70 pH-jű oldatot kell kapnunk, gondolta Vendel.

a) *Mit gondolt rosszul? Mit tapasztalna, ha elkészítené az oldatokat, és összekeverné őket?*

(Magyarfalvi Gábor)

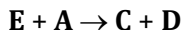
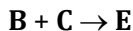
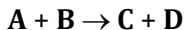
H244. A következő két reakció azonos körülmények között játszódik le, és mind a két reakció teljesen, bár nem pillanatszerűen végbemegy, egyik sem egyensúlyra vezető reakció:



Egy kémcsőbe összeöntjük az **A** és a **B** anyagokat, egy másikba pedig a **C** és a **B** anyagokat.

a) *Mit tapasztalunk? A reakciók lejátszódása után milyen anyagok lesznek az első, illetve a második kémcsőben? Mi határozza ezt meg?*

Adott a következő három reakció:



b) *Milyen feltételeknek kell megfelelniük a fenti reakcióknak, hogy **A** és **B** anyag összeöntése után, a külső körülmények (pl. hőmérséklet, nyomás) megváltoztatása nélkül **E** anyag egy ideig ne legyen észlelhető mennyiségben jelen, majd pillanatszerűen keletkezzen? Állíts össze szintén három reakcióból álló, de a fentiektől lényegesen különböző rendszert, amely hasonlóan viselkedik!*

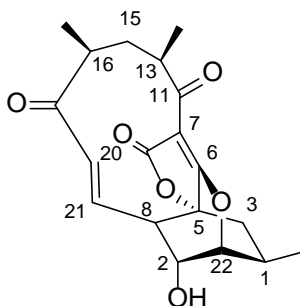
(Tarczay György)

H245. A hidrokinon és az 1,8-dibrómoktán bázikus közegben lejátszódó reakciójával kapjuk az **A** ($\text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{O}_2$) vegyületet. Ezt etiléndiamin, és szek-butil-lítium reagensek, valamint elemi jód alkalmazásával jódbenzol-származékká alakítjuk. A termék vizsgálata során arra a megállapításra jutottunk, hogy ez 2 db izomer 1:1 arányú elegye (**B1**; **B2**: $\text{C}_{14}\text{H}_{19}\text{IO}_2$).

a) *Rajzold fel az **A** és **B** vegyületek szerkezetét!*

b) *Milyen viszonyban van egymással **B1** és **B2**? Mi okozza az itt tapasztalható izomériát?*

Az Abyssomicin C egy antibiotikus hatású természetes vegyület. Szerkezetét a következő ábra mutatja:



Abyssomicin C

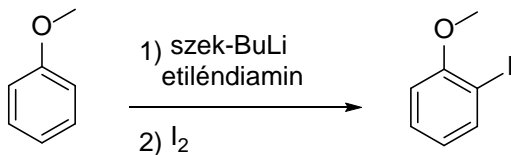
Mesterséges előállítását is megvalósították és azt tapasztalták, hogy a termékelegy két vegyületet tartalmaz. Azt is megállapították, hogy mindkét izomer konstitúciója, a kettős kötés és a kiralitáscentrumok abszolút konfigurációja is megegyezik.

c) *Add meg a CIP-konvenció alapján az Abyssomicin C kiralitáscentrumainak abszolút konfigurációját!*

d) *Miben különbözik egymástól a két izomer? Lehetséges-e az egymásba alakulásuk?*

Megjegyzések:

- metoxi-benzol esetén a jódozási reakció a következőképpen játszódik le:



- A CIP-konvenció részletes leírása Szabó András: Optikai izoméria című írásában, a KÖKÉL 2004/4. számában található.

(Varga Szilárd)

Megoldások

A41. Mivel Vendel molekulákat szeretne születésnapjára, és a protonok, illetve a neutronok száma nem haladhatja meg a 17-et, ezért a következő atomok jöhetnek szóba:

${}^1\text{H}$, ${}^2\text{D}$, ${}^{10}\text{B}$, ${}^{11}\text{B}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{13}\text{C}$, ${}^{14}\text{N}$, ${}^{15}\text{N}$, ${}^{16}\text{O}$, ${}^{17}\text{O}$, ${}^{18}\text{O}$, ${}^{19}\text{F}$, ${}^{28}\text{Si}$, ${}^{29}\text{Si}$, ${}^{30}\text{Si}$, ${}^{31}\text{P}$, ${}^{32}\text{S}$, ${}^{33}\text{S}$.

Az első opció szerint 17 protonnak kellene a molekulában lennie. Mivel a molekulák semlegesek, ez azt jelenti, hogy 17 elektron van a molekulában, ami viszont azzal jár, hogy van egy párosítatlan elektron, tehát gyökmolekuláról beszélünk. Ezekről viszont tudott, hogy ritkán stabilak. Így ilyen megoldást nem találunk.

A második opció szerint 17 proton és elektron van összesen a molekulában. Ekkor a molekula szükségszerűen töltött lenne, de ekkor már ionról beszélünk, tehát ilyen feltételek mellett sem található megoldás.

A harmadik opció szerint 17 proton és neutron van összesen a molekulában. A fenti atomokat felhasználva a következő molekulák építhetők fel, melyekre teljesül a feltétel: ${}^{14}\text{N}({}^1\text{H})_3$, ${}^{12}\text{C}({}^1\text{H})_3$, ${}^{13}\text{C}({}^1\text{H})_4$ és ${}^{11}\text{B}({}^2\text{D})_3$.

A negyedik opció szerint 17 neutron van a molekulában. Ehhez rengeteg megoldás tartozik, néhány példa:

${}^{33}\text{S}({}^1\text{H})_2$, ${}^1\text{H}{}^{32}\text{S}$, ${}^{31}\text{P}({}^1\text{H})_2$, ${}^{28}\text{Si}({}^2\text{D})_3$, ${}^{29}\text{Si}({}^2\text{D})_2$, ${}^{30}\text{Si}({}^2\text{D})_2$, ${}^{30}\text{Si}({}^2\text{D})_2$, ${}^{14}\text{N}{}^{18}\text{O}$, ${}^{15}\text{N}{}^{17}\text{O}$, ${}^1\text{H}{}^{16}\text{O}$, $({}^1\text{H})_2$, ${}^{16}\text{O}{}^{17}\text{O}$, ${}^{16}\text{O}{}^{17}\text{O}$, $({}^{12}\text{C})_2$, ${}^1\text{H}({}^2\text{D})_5$, $({}^{13}\text{C})_2$, $({}^1\text{H})_3$, $({}^2\text{D})_3$, ${}^{12}\text{C}({}^2\text{D})_3$, ${}^{16}\text{O}{}^1\text{H}$, ${}^{13}\text{C}({}^1\text{H})_2$, ${}^{16}\text{O}$

A pontátlag 4,2.

(Bacsó András)

A42. a) Tekintsünk 100 g telített oldatot! Ebben a feladat adatai alapján 74,5 g NH_4NO_3 van, míg az oldat nitrogéntartalma 47,1 g. Az ammónium-nitrát moláris tömege 80,0 g/mol, 1 móljában 2 mol, azaz 28,0 g nitrogén van. Ez alapján az ammónium-nitrát tömegszázalékos nitrogéntartalma: $(28,0 \text{ g} / 80,0 \text{ g}) \cdot 100 \% = 35,0 \%$. A 74,5 g NH_4NO_3 tehát $74,5 \text{ g} \cdot 0,35 = 26,1 \text{ g}$ nitrogént tartalmaz. Látható, hogy az oldószer is tartalmaz nitrogént, a 100 g oldatban lévő 25,5 g oldószer $47,1 \text{ g} - 26,1 \text{ g} = 21,0 \text{ g}$ -ot. A viszonylag magas tömegszázalékos

nitrogéntartalom alapján (82,4%) elképzelhető, hogy az oldószer ammónia. Ez könnyen ellenőrizhető az ammónia tömegszázalékos nitrogéntartalmának kiszámításával: $14,0 \text{ g} / 17,0 \text{ g} \cdot 100 \% = 82,4 \%$. Tehát a feltételezésünk helyes volt, az oldószer ammónia.

b) Vizsgáljunk 121 mol oldatot! Ebben 21,1 mol, azaz $21,1 \text{ mol} \cdot 80,0 \text{ g/mol} = 1688 \text{ g}$ NH_4NO_3 van. Ez az oldat tömegének 21,1 %-a, a teljes oldat tömege $1688 \text{ g} / 0,211 = 8000 \text{ g}$. Az oldószer tömege $8000 \text{ g} - 1688 \text{ g} = 6312 \text{ g}$. Az oldószer anyagmennyisége 100 mol, moláris tömege: $6312 \text{ g} / 100 \text{ mol} = 63,1 \text{ g/mol}$. Ilyen moláris tömegű anyag a salétromsav, melyet az is alátámaszt, hogy ebben az esetben az a) és b) feladatrészben kapott oldatokat megfelelő arányban összeöntve elérhető, hogy csak egyetlen anyag legyen jelen.

c) Nézzük meg, hogy 100 g ammóniás NH_4NO_3 -oldathoz mekkora tömegű salétromsavas NH_4NO_3 -oldatot kell öntenünk, hogy az éppen tiszta ammónium-nitráttá alakuljon! A 100 g ammóniás oldatban 25,5 g ammónia van, ennek anyagmennyisége $25,5 \text{ g} / 17,0 \text{ g/mol} = 1,50 \text{ mol}$. Ehhez ugyanekkora anyagmennyiségű salétromsavat kell adnunk, hogy az éppen ammónium-nitráttá alakuljon. 1,50 mol salétromsav tömege $1,50 \text{ mol} \cdot 63,1 \text{ g/mol} = 94,7 \text{ g}$. A salétromsavas oldat 78,9 m/m%-ban tartalmaz salétromsavat, ebből kiszámítható, hogy 94,7 g salétromsav $94,7 \text{ g} / 0,789 = 120 \text{ g}$ oldatban lesz, azaz ennyit kell önteni a 100 g ammóniás oldathoz. Ez alapján 1 : 1,2 arányban kell elegyíteni a két oldatot.

A feladat beküldői közül összesen 6-an adtak be hibátlan megoldást, a pontszámok átlaga 8,2 pont. Több megoldó nem igazolta számítással az a) feladatrészben azt, hogy az oldószer ammónia.

(Vörös Tamás)

A43. a) $9 + 8 + 6 + 53 = 76$ db elektron

b) Relatív atomtömeg adatok a függvénytáblázatból:

$^{12}\text{C} = 12,00000$; $^{13}\text{C} = 13,00335$; $^{16}\text{O} = 15,99491$;

$^{18}\text{O} = 18,0049$; $^{19}\text{F} = 18,99840$; $^{127}\text{I} = 126,9004$

A legkisebb tömegű FOCl-molekula egy móljának tömege: 173,89371 g/mol

$$12,00000 + 15,99491 + 18,99840 + 126,9004 = 173,89371$$

A legnagyobb tömegű FOCl-molekula egy móljának tömege: 176,90705 g/mol

$$13,00335 + 18,0049 + 18,99840 + 126,9004 = 176,90705$$

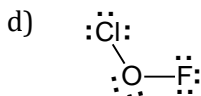
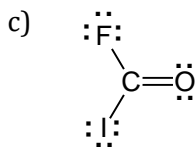
Az Avogadro-állandó: $N_A = 6,022142 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Egy molekula tömege:

$$m = \frac{M}{N_A}$$

A legkisebb tömegű FOCl-molekula tömege: $2,88757 \cdot 10^{-22} \text{ g}$

A legnagyobb tömegű FOCl-molekula tömege: $2,93761 \cdot 10^{-22} \text{ g}$



(Csenki János Tivadar)

A44. a) Akkor érezhető egész Manhattanben az illat, ha a város fölötti 10 m vastag légrétegben a szotolon koncentrációja eléri a megadott küszöbértéket.

Manhattan területe $T = 60 \text{ km}^2 = 6 \cdot 10^9 \text{ dm}^2$, a légréteg vastagsága $h = 10 \text{ m} = 100 \text{ dm}$. A térfogat $V = T \cdot h = 6 \cdot 10^{11} \text{ dm}^3$

A küszöbérték $c = 0,01 - 0,02 \text{ ng/dm}^3 = 1 \cdot 10^{-11} - 2 \cdot 10^{-11} \text{ g/dm}^3$

A levegőben levő szotolon minimális tömege:

$$m = c \cdot V = 6 - 12 \text{ g}$$

b) A fentiekkel analóg módon számolható a $V = 0,5 \text{ dm}^3$ levegőben levő szotolon tömege. $m = 5 \cdot 10^{-12} - 1 \cdot 10^{-11} \text{ g}$.

A moláris tömeg $M = 128 \text{ g/mol}$, ez alapján az anyagmennyiség $n = 3,90625 \cdot 10^{-14} - 7,8125 \cdot 10^{-14} \text{ mol}$.

Az Avogadro-állandó $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. Az egy lélegzetvétellel a tüdőbe került szotolonmolekulák száma:

$$N = n \cdot N_A = 2,34375 \cdot 10^{10} - 4,6875 \cdot 10^{10} \text{ db}$$

A beküldők egy része csak a kisebb küszöbértékkel számolt, a többiek a nagyobbbal is, de mindkét megoldás jó. A leggyakoribb hibaforrás a mértékegység-átváltás volt, egyébként többnyire hibátlan megoldások születtek.

(Simkó Irén)

A45. a) Vegyünk 24,0 g ötvözetet, ebben 23,0 g arany található, mely 0,117 mólnak felel meg. Ugyanakkor tudjuk, hogy 21,15 mólkarátos, tehát a másik fémre nézve 2,85 mólkarátos. Így, ha aranyból 0,117 mol van, akkor a másik fémből $0,117/21,15 \cdot 2,85$, azaz 0,016 mol. Így a moláris tömege: 63,5 g/mol, tehát a Nobel-éremben az arany mellett réz található (más megoldás ebben az esetben nincs).

b) Hasonlóképpen elindulva 24 g ötvözetben 0,117 mol arany található. A másik két fém együttes anyagmennyisége viszont $0,117/22,91 \cdot 1,09$, azaz 5,55 mmol. Tömegük 1 g, tehát az átlagos moláris tömegük 180 g/mol. Mivel két fémről van szó az egyik nagyobb, míg a másik kisebb moláris tömegű. 180 g/mol-nál nagyobb moláris tömeggel az arany megadott szomszédságában a Pt és az Ir található. Kisebb moláris tömeggel pedig a Rh, Pd, Ag, Co, Ni, Cu. Így összesen $2 \cdot 6 = 12$ féle megoldás képzelhető el. Tehát a Nobel-érem az arany mellett az alábbi fém párokat tartalmazhatja: {Ir, Rh}, {Ir, Pd}, {Ir, Ag}, {Ir, Co}, {Ir, Ni}, {Ir, Cu}, {Pt, Rh}, {Pt, Pd}, {Pt, Ag}, {Pt, Co}, {Pt, Ni}, {Pt, Cu}.

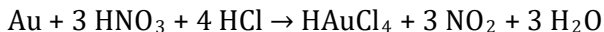
A feladatot Fraknói Ádám, Molnár Balázs és Simon Dávid Péter oldotta meg hibátlanul. A pontátlag 7,3.

(Bacsó András)

K231.A 18 karátos vörös arany 75% aranyat, 25% rezet, így a 10,2 g vörös arany 7,65 g aranyat (0,03884 mol) és 2,55 g rezet (0,04013 mol) tartalmaz.

Azokat az egyenleteket kell kiválasztani, amihez a legtöbb sav szükséges, és a végén ennek a háromszorosát (vagy négyszeresét) kell venni, így teljesül a feltétel. (Ha a másik két reakcióegyenlettel számolnánk, és mégis az a reakció megy végbe, amihez több sav kell, akkor nem lesz meg a háromszoros felesleg a reakció kezdetén.)

A használandó reakcióegyenletek:



0,03884 mol arany feloldásához a reakcióegyenlet szerint 3·0,03884 mol salétromsav és 4·0,03884 mol HCl kell. 0,04013 mol réz feloldásához 4·0,04013 mol salétromsav kell.

$$3 \cdot 0,03884 \text{ mol} + 4 \cdot 0,04013 \text{ mol} = 0,27704 \text{ mol HNO}_3$$

$$4 \cdot 0,03884 \text{ mol} = 0,15536 \text{ mol HCl}$$

$$0,27704 \text{ mol} \cdot 63,01 \text{ g/mol} = 17,46 \text{ g HNO}_3$$

$$0,15536 \text{ mol} \cdot 36,46 \text{ g/mol} = 5,66 \text{ g HCl}$$

$$17,46 \text{ g} / 0,65 = 26,86 \text{ g salétromsavoldat}$$

$$5,66 \text{ g} / 0,38 = 14,91 \text{ g sósav}$$

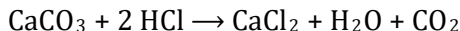
$$26,86 \text{ g} / 1,39 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 19,32 \text{ cm}^3 \text{ salétromsavoldat}$$

$$14,91 \text{ g} / 1,19 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 12,53 \text{ cm}^3 \text{ sósav}$$

Összesen ennek háromszorosára (négyyszeresére), azaz 57,96 cm³ (négyszeres térfogat esetén 77,28 cm³) salétromsavra van szükség legalább. Sósav esetén a végső térfogatot a salétromsavra kell vonatkoztatni, annak háromszorosa, azaz 173,88 cm³ (négyyszeres térfogat esetén 231,84 cm³) kell.

(Csenki János Tivadar)

K232. Az üveghenger alapjának sugara 5 cm / 2 = 2,5 cm, így térfogata: $V = (2,5 \text{ cm})^2 \cdot \pi \cdot 30 \text{ cm} = 589,05 \text{ cm}^3$. Ennyi szén-dioxidot kell az üveghengerbe juttatni, azonban mivel a fejlődő gáznak csak 80%-a hasznosul, valójában $589,05 \text{ cm}^3 / 0,8 = 736,31 \text{ cm}^3$ -t kell előállítani. A jól ismert $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ összefüggés alapján adódik, hogy 20 °C-on (293,15 K) és 101,3 kPa nyomáson ez a térfogat 0,0306 mol-t jelent. A reakcióegyenlet:



Ez alapján a kalcium-karbonát anyagmennyisége ugyanennyi. $M(\text{CaCO}_3) = 100,09 \text{ g/mol}$, így $m = n \cdot M = 3,0631 \text{ g}$. A mészkőpor tisztasága azonban csak 98%, így $3,0631 \text{ g} / 0,98 = 3,126 \text{ g} \approx 3,1 \text{ g}$ -ra van szükségünk belőle.

A sztöchiometriai arányok értelmében a reakcióhoz $2 \cdot 0,0306 \text{ mol} = 0,0612 \text{ mol}$ HCl-ra van szükség. Mivel 100%-os felesleget biztosítunk

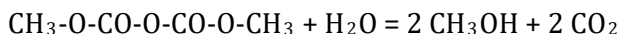
ebből, ezért kétszer ennyivel kell dolgoznunk, tehát 0,1224 mol-lal. Ennek tömege 4,4632 g. A 25%-os sósav tömege így $4,4632 \text{ g} / 0,25 = 17,8528 \text{ g}$, melynek térfogata:

$$V = m / \rho = 17,8528 \text{ g} / (1,125 \text{ g/cm}^3) = 15,87 \text{ cm}^3 \approx 16 \text{ cm}^3.$$

Igen sok szép megoldás érkezett, közöttük számos hibátlan. Akik pontot veszítettek, általában figyelmetlenségi hibát követtek el. A feladat végén, a sósav 100%-os feleslegben való alkalmazását többen rosszul kezelték, ez egy tipikus gyenge pont volt. A megoldók közül néhányan sokszor durva kerekítéseket alkalmaztak a példa adatrendszeréhez viszonyítva, így például többen számoltak azzal a közelítéssel, hogy a megadott hőmérsékleten és nyomáson a gázok moláris térfogata $24 \text{ dm}^3/\text{mol}$. Ez nem nagy hiba, de érdemes rá jobban odafigyelni (természetesen nem járt pontlevonással). Emellett az igazán szép végeredmény az, ha két értékes jegyre kerekítve adjuk meg, hiszen a kiindulási adatok között a legkevésbé pontosak (5, ill. 30 cm) ezt követelik meg tőlünk. A feladatra beküldött dolgozatok pontátlagá 9,2.

(Varga Bence)

K233. a) A dimetil-dikarbonát hidrolízisének egyenlete:



Az átlagos emberi testtömeg kb. 70 kg (a feladat szövege szerint a saját testtömeggel kellett számolni), ebben az esetben a metanol napi tolerálható dózisa 140 mg. 1 L üdítőben legfeljebb 250 mg dimetil-dikarbonát van. Ez $250 \text{ mg} / (134 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) = 1,87 \text{ mmol}$, amelyből a hidrolízis során $1,87 \text{ mmol} \cdot 2 = 3,74 \text{ mmol}$ metanol keletkezik, melynek tömege $3,74 \text{ mmol} \cdot 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 119 \text{ mg}$. Ez alapján egy 70 kg-os ember $(140 \text{ mg} / 119 \text{ mg}) \cdot 1 \text{ L} = 1,17 \text{ L} \approx 1,2 \text{ L}$ üdítőital elfogyasztásától szenvedhetne metil-alkohol mérgezést.

b) 1 év = 365 nap = 525600 perc. Mivel 1 perc alatt átlagosan 15-ször lélegzünk, 1 év alatt $525600 \cdot 15 \cdot 0,5 \text{ dm}^3 = 3942000 \text{ dm}^3$ levegőt lélegzünk ki átlagosan. Ennek metanoltartalma átlagosan 4,5 ppm, azaz $V = 3942000 \text{ dm}^3 \cdot 4,5 \cdot 10^{-6} = 17,74 \text{ dm}^3$. A kilélegzett levegő hőmérséklete kb. $T = 36^\circ\text{C}$ (testhőmérséklet), nyomása normál légköri nyomás, $p = 101325 \text{ Pa}$, ez alapján a metanol tömege:

$$m = pVM/RT = 0,0224 \text{ g}$$

Tehát egy ember egy év alatt hozzávetőleg 22 mg metanolt lélegez ki.

A pontátlag 8,4 pont. Hibátlan megoldást küldött be Czákó Áron, Takács Péter György és Várda Ernák. A leggyakoribb hiba, hogy sokan a kilélegzett levegőt standardállapotúnak tekintették és nem vették figyelembe, hogy a hőmérséklete testhőmérséklet vagy ahhoz közeli érték. További gyakori probléma volt a végeredmények 4-6 értékes jegyre való megadása, amely a feladat által megadott adatok pontosságá miatt nem indokolt, de ezért nem járt pontlevonás.

(Palya Dóra)

K234. a) A lufi felszállásának feltétele, hogy a rá ható erők eredője a gravitációs erővel ellenkező irányba mutasson.

A lufira hat a gravitációs erő, mely két részből ered: egyrészt a lufi anyagának tömegéből, másrészt a benne lévő gázok tömegéből. A lufi tömege $m(\text{lufi})=2 \text{ g}$, a benne lévő gázok tömege kiszámolható úgy, mint a sűrűségük és a térfogatuk szorzata. A lufira hat (az előbbiekkal ellentétes irányban) a felhajtóerő, mely megegyezik a kiszorított levegő [$m(\text{kiszorított})$] súlyával. Utóbbi szintén számolható egyszerűen úgy, hogy megszorozzuk a levegő sűrűségét a lufi térfogatával, majd a gravitációs gyorsulással.

A fenti számolások elvégzéséhez szükséges tudnunk a gázok sűrűségét adott állapotban, ehhez az ideális gáztörvényt átalakítva juthatunk a megfelelő egyenlethez.

$$pV = nRT = m/M \cdot RT \qquad p/(RT) \cdot M = m/V = \rho$$

Ha behelyettesítjük a légköri nyomást (101325 Pa), a hőmérsékletet (298,15 K), az egyetemes gázállandót [8,314 J/(mol·K)], valamint a hélium-, illetve a levegő (átlagos) moláris tömegét, akkor az alábbi értékeket kapjuk: $\rho(\text{hélium}) = 0,164 \text{ g/dm}^3$ és $\rho(\text{levegő})=1,184 \text{ g/dm}^3$.

A levegő átlagos moláris tömegének 28,97 g/mol-t vettünk (hiszen összetétele 78% N₂, 21% O₂ és kb. 1% Ar).

A következőkben számoljuk ki, hogy mennyi héliumot kap Nap Ernő úgy, hogy a hélium önköltségét a 2000-es szinten tartja. 2000-ben 1 m³ héliumot 2,7 \$-ért kapott, 2013-ban azonban 7,2 \$-ért. 1 m³ „hamis héliumért” 2,7 \$-t fog fizetni, mely összegért $2,7/7,2 \cdot 1 \text{ m}^3 = 0,375 \text{ m}^3$ héliumot kap. Ezek szerint a lufiban ($V(\text{lufi}) = 6 \text{ l} = 6 \text{ dm}^3$)

$V(\text{hélium}) = V(\text{lufi}) \cdot 0,375 = 2,25 \text{ dm}^3$ hélium és $V(\text{levegő}) = 3,75 \text{ dm}^3$ levegő lesz.

A felemelkedés feltétele a fentiek alapján, hogy teljesüljön az alábbi egyenlőtlenség:

$$m(\text{kiszorított}) \cdot g > (m(\text{hélium}) + m(\text{levegő}) + m(\text{lufi})) \cdot g$$

A gravitációs gyorsulással egyszerűsíthetünk, így a megfelelő tömegek egymáshoz viszonyított nagysága a kérdés. Felhasználva, hogy a tömeg kiszámolható úgy, mint a sűrűség és a térfogat szorzata, az alábbi értékek adódnak: $m(\text{kiszorított}) = 7,104 \text{ g}$, $m(\text{hélium}) = 0,369 \text{ g}$, $m(\text{levegő}) = 4,440 \text{ g}$. Ha elvégezzük az összeadást, akkor azt kapjuk, hogy $7,104 \text{ g} > 6,809 \text{ g}$. Tehát a lufi fel fog szállni.

b) A korábbi feladatrész megfontolásai alapján járjunk el: a lufi felszállásának feltétele, hogy teljesüljön a korábban közölt egyenlőtlenség, ahol határeset éppen akkor van, amikor egyenlőség áll fenn.

Nevezzük el x -nek a hélium térfogatát, és írjuk fel az egyenletet:

$$m(\text{kiszorított}) \cdot g = (m(\text{hélium}) + m(\text{levegő}) + m(\text{lufi})) \cdot g$$

$$m(\text{hélium}) = \rho(\text{hélium}) \cdot x$$

$$m(\text{levegő}) = \rho(\text{levegő}) \cdot (6 \text{ dm}^3 - x)$$

Az egyenletet megoldva azt kapjuk, hogy $x = 1,96 \text{ dm}^3$.

Ezek alapján a gázelegy héliumra nézve $32,67 \text{ V/V\%}$ -os, tehát valamivel kevesebb, mint $67,33 \text{ V/V\%}$ levegőt lehet a héliumhoz keverni úgy, hogy a lufi még éppen felszálljon.

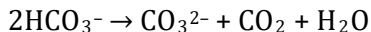
A feladatot sokan jól megoldották, viszont relatíve kevés precíz, nagyon szépen kivitelezett megoldás volt. A megoldók többsége nem foglalkozott az lufi felszállásának pontos fizikai értelmezésével, de ezért pontlevonás nem járt. Az átlagpontszám 8,4 pont lett.

(Broda Balázs)

K235. Ha összeadjuk az ionok tömegét:

$$22500 \text{ mg} - 22032,06 \text{ mg} = 467,94 \text{ mg}$$

oldott anyagról nem tudunk semmit. A Salvus víz legyen $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ -es (durva közelítés, mert sok ion van benne). Ekkor 20 g víz térfogata 20 cm^3 . Tudjuk, hogy a hidrogén-karbonát-ionok elbomlanak $150 \text{ }^\circ\text{C}$ -on:



$M(\text{CO}_2) + M(\text{H}_2\text{O}) = 62,03 \text{ g/mol}$; $M(\text{HCO}_3^-) = 61,02 \text{ g/mol}$

Tehát a hidrogén-karbonát tömegének

$62,03 / (2 \cdot 61,02) = 50,83\%$ -a eltűnik,

ami egy literben $13792 \text{ mg} \cdot 0,5083 = 7010 \text{ mg}$. Egy literből elvileg $22500 \text{ mg} - 7010 \text{ mg} = 15490 \text{ mg}$ maradna, 20 cm^3 -ből pedig $309,8 \text{ mg}$. Vendel eredményét $305,8 \cdot 1000 / 15489,8 = 19,742 \text{ cm}^3$ vízből kaptuk volna, $\rho = 20 \text{ g} / 19,742 \text{ cm}^3 = 1,013 \text{ g/cm}^3$ mellett, ami lehetséges, hiszen közelítettünk, és itt sokat számít a pontosság. Így ha a címke igaz, akkor a mérés alátámasztja azt. A pontos ionösszetételt nem tudja ebből meghatározni, viszont ha a pontos sűrűség hiányától eltekintünk, akkor is ott van az ismeretlen tartalom, amelyről nem tudjuk, hogyan viselkedik, és nem tudhatjuk azt sem, hogy valóban volt hidrogén-karbonát, ami elbomlott, vagy eleve karbonát formájában volt; mindenképp szükséges lenne még további vizsgálat. Vendel így nem tudja megmondani, hogy tényleg teljesen jók-e az adatok.

Két teljesen átgondolt megoldás érkezett: Várda Ernák Ferenc és Czákó Áron küldte őket.

(Szobota András)

H231. a) A sóminta oldatának 20%-os sósavval való reakciója során néhány vegyületet egyértelműen ki lehetett zárni. Az anyag nem lehetett:

- Na_2CO_3 , mert azt az intenzív gázfejlődés (CO_2) alapján egyértelműen azonosítani lehet,
- NaNO_2 , ahol nitrozus gázok (barna színű NO_2) fejlődése figyelhető meg,
- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, ahol az oldat elfehéredése (kénkiválás) mellett melegítés hatására enyhe gázfejlődés is megfigyelhető (a melegítés gyorsítja a kén kiválását is),
- Na_2SO_3 , ahol főleg melegítés hatására szúrós szagú gáz (SO_2) fejlődik.

Az a) során kapott savas oldathoz a b) szerint BaCl_2 -t adva szintén ki lehet zárni az Na_2SO_4 -et, ahol fehér színű, sósavban oldhatatlan BaSO_4

csapadék válik le. A többi, semleges közegben leválasztható bárium-csapadék (pl. BaHPO_4) sósavban feloldódik.

A szilárd sómintához a c) pont szerint tömény kénsavat adva még a melegítés előtt ki lehet zárni két anyagot. Az anyag nem lehetett:

- NaBr , ahol a kiváló bróm miatt a barna szín megjelenése rögtön észlelhető, majd melegítés hatására HBr és Br_2 távozik a kémcsőből.
- NaNO_3 , ahol a kénsav vízelvonó hatása miatt a keletkező HNO_3 -ból instabil N_2O_5 keletkezik, ami NO_2 -re és oxigénre bomlik (barna szín).

Melegítés hatására a következők tapasztalhatta:

- NaCl : szúrós szagú gáz (HCl) fejlődik,
- CHCOONa : szúrós szagú gőzök (CH_3COOH) keletkeznek,
- Na_3PO_4 : nem történik semmi.

Mivel teljesen egyértelműen kijelentette, hogy tudja, mi az anyag, ezért az anyag feltehetően Na_3PO_4 lehetett. A két szúrós szagú gáz, a HCl és az CH_3COOH egymástól nehezen megkülönböztethető, de ha nagyon jó a vegyész orra, akkor lehetséges megoldás a NaCl és a CHCOONa is. Hasonlóan nehezen megkülönböztethető egymástól a NaBr és a NaNO_3 is, ezért az is feltételezhető, hogy vegyészünk azért végezte a melegítést, hogy-e két anyagot egymástól megkülönböztesse.

A feladatra 34 megoldás érkezett, hibátlan megoldás nem született, 8 pontot ért el Kós Tamás és Sajgó Mátyás. A feladat pontátlagosa 5,5 pont volt. A feladat megoldása során a legtöbb problémát annak a felismerése jelentette, hogy a $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ nem válik le, ugyanis a tömény sósavas a) oldathoz adjuk a BaCl_2 -ot.

A másik tipikus hiba annak a figyelmen kívül hagyása volt, hogy a c) pontban a cc. H_2SO_4 a szilárd mintához kerül hozzáadása. Előbbi a feladatmegoldók több, mint kétharmada, utóbbit több, mint fele elrontotta. Szintén problémát jelentett a Na_2CO_3 és a Na_2SO_3 megkülönböztetése, ami nem szag alapján, hanem a gázfejlődés intenzitása és a fejlődő gáz mennyisége alapján történik (ugyanis a kémikus nem szagolta meg a mintát). Mivel a feladat megoldása során több végkimenetel is előfordulhatott, a javítás során nem a végeredmény, hanem a gondolatmenet került pontozásra.

(Sarka János)

H232. A 0,726 g mintából $n = 24,0 \cdot 0,25 = 6$ mmol KOH-dal semlegesítünk 6 mmol savat. A $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ban leváló csapadék 2,0 g CaCO_3 , ami 0,02 mol. A meszes víz után a cc. H_2SO_4 megköti a vizet, míg a rézpor megköti a felesleg oxigént. A keletkező gáz N_2 , térfogata a gáztörvény alapján 5 mmol, ami 10 mmol N-nek felel meg az eredeti mintában. Az arányok tehát:

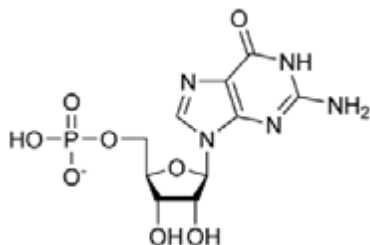
minta	sav	CO_2	N_2
0,726 g	6 mmol	20 mmol	10 mmol
121 g	1 mol	3,33 mol	1,67 mol
363 g	3 mol	10 mol	5 mol

Az 363 g/mol moláris tömegű anyag hidrolízisekor egy H_3PO_4 keletkezik, ami a 3 mol savat adja, tehát a maradék tömeg

$363 \text{ g} - 12 \text{ g} \cdot 10 - 14 \text{ g} \cdot 5 - 31 \text{ g} = 142 \text{ g}$, ami pont $16 \text{ g} \cdot 8 + 14 \text{ g}$.

A keresett nukleotid tehát a $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_5\text{O}_8\text{P}$, ami a guanozin-monofoszfátnak felel meg.

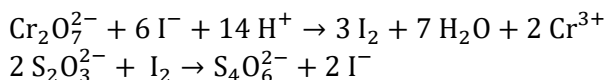
Az anionjának a képlete:



A feladatra 20 hibátlan megoldás érkezett. A feladat pontátlagos 9,2 pont volt, 29-en érték el legalább 9 pontot. A megoldás során a legtöbb hibát az okozta, hogy sokan GMP helyett az anionjának a képletét tüntették fel.

(Sarka János)

H233. a) Az első lépésben a nátrium-tioszulfát oldat koncentrációját határozzuk meg. Savas közegben a kálium-dikromát jóddá oxidálja a főlegesen hozzáadott kálium-jodidot, majd ezt mérjük nátrium-tioszulfát-oldattal. A reakciók a következő egyenletek szerint játszódnak le:

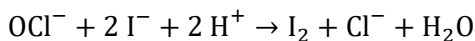


Ezek alapján meg lehet határozni a nátrium-tioszulfát-oldat koncentrációját:

$$n_{\text{kálium-dikromát}} = \frac{0,01250 \text{ g}}{294,185 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4,2490 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$c_{\text{nátrium-tioszulfát}} = 2 \cdot 3 \cdot \frac{4,2490 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{0,02130 \text{ dm}^3} = 0,011969 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

A nátrium-hipoklorit-tartalom meghatározásához kálium-jodidot oxidálunk jóddá, majd ezt mérjük vissza a már ismert koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldattal. A nátrium-hipoklorit a következő egyenlet szerint reagál a jodidionokkal:



Ebből kiszámolhatjuk a nátrium-hipoklorit koncentrációját:

$$c = \frac{0,0165 \text{ dm}^3 \cdot 0,011969 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}{2 \cdot 0,1000 \text{ dm}^3} = 9,8745 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$c_{\text{NaOCl}} = 9,8745 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 74,44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 73,51 \frac{\text{mg}}{\text{dm}^3}$$

b) Mivel azonos anyagmennyiségű klór és hipoklorit ugyanannyit oxidál a reakciópartnerből, ezért elég, ha a klór moláris tömegét elosztjuk a nátrium-hipoklorit moláris tömegével:

$$\frac{70,90 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{74,44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot 100 \% = 95,24 \%$$

c) Ennél a feladatrésznél szinte mindent elfogadtunk, ha az adott anyagnak magasabb az aktívklór-tartalma, mint az oxidálószer-tartalma. A maximális pontszámhoz szükség volt valamilyen indoklásra vagy számolásra:

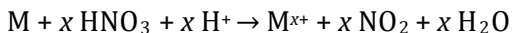
$$\frac{z}{M} > \frac{2}{70,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

Az anyag akkor megfelelő, ha az oxidáció során átvándorolt elektronok számát elosztjuk az oxidálószer moláris tömegével, és a kapott eredmény nagyobb, mint ugyanez a hányados a klór esetében. Ekkor az aktívklór-tartalom kisebb lesz, mint az oxidálószer-tartalom. A leggyakoribb megoldások: O_3 , H_2O_2 , KMnO_4 , LiOCl

A feladat könnyűnek bizonyult, sokan adtak be hibátlan megoldást. A leggyakoribb hiba az utolsó résznél az indoklás kihagyása volt.

(Borsik Gábor)

H234. A feladatban 1 g ismeretlen fémét tömény HNO_3 -ban oldunk fel, ami az alábbi gázok képződésével járhat: NO_2 , NO , N_2O . Akkor keletkezik a legnagyobb anyagmennyiségű gáz, ha a redoxireakció során a nitrogén oxidációs szám-változása a legkisebb. Ez abban az esetben valósul meg, ha a fém oldódása során csak NO_2 keletkezik (oxidációs szám +5-ről +4-re változik). Ha a fém és a NO_2 egymáshoz viszonyított arányát vizsgáljuk, az alábbi összefüggést kapjuk:



$$1/x = 1/(M_{\text{M}} \cdot 0,02521), \text{ vagyis } M_{\text{M}} = x/0,02521$$

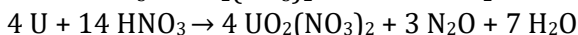
ahol x pozitív egész szám, a fém töltését jelöli a sóban. Behelyettesítve $x = 6$ -ra kapunk értelmes kémiai megoldás, ekkor $M_{\text{M}} = 238,00$ g/mol, vagyis a keresett fém az urán.

Vegyünk az **A** nitrátsó hexahidrátjából 100,00 g-ot. Ebben 44,61 g oxigén van, ami 2,788 mol, emellett pedig 47,40 g urán, ami 0,199 mol. Így az $n_{\text{O}} : n_{\text{U}} = 14 : 1$, vagyis 1 mol kristályvizes sóban 1 mol U-ra 14 mol O jut. Ha azzal a feltevéssel élünk, hogy a kristályvizes **A** só hidrogéntartalma csak a kristályvízből származik, az alábbi összefüggést írhatjuk fel a neutralitás elve alapján:

$$1 \cdot (+6) + 14 \cdot (-2) + 12 \cdot (+1) + y \cdot (+5) = 0$$

Ekkor $y = 2$ adódik, ebből már megállapítható az **A** só képlete: $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$, vagyis a keresett só az uranyl-nitrát.

A fém salétromsavban való oldódása során lejátszódó reakciók rendezett egyenlete:



Szép, logikus megoldást küldött be Czakó Áron, Kis Zoltán, Papp Ábrahám, Térmeg Anita és Várda Ernák.

(Rutkai Zsófia)