



## 1. feladat

Egy üdítőitalgyártó üzemben a szénsavas italok előállítására palackozott szén-dioxid gázt használnak. A bontatlan palack a specifikációja szerint 25 literes és 10 °C-on 55 atm nyomás van benne. A palackból elhasznált gáz mennyiségét standard állapotú gáz térfogataként adják meg. Az egyik palackot egy tételyi üdítőital gyártásához használták, és 270 liter gáz fogyott el belőle.

- Egy frissen odakerült mérnöknek azt a feladatot adják, hogy határozza meg, mennyi a palackban lévő 15 °C-os gáz nyomása egy tétel legyártása után?
- Egy újabb tétel üdítőital gyártását akkor lehet elkezdeni, ha a palackban lévő nyomás legalább 12 atm. Hány tételyi üdítőitalt lehet még legyártani a vizsgált palackkal, ha tudjuk, hogy az üzemben nem csökken a hőmérséklet 13 °C alá?



## 1. feladat megoldása

- a) Az ideális gázok állapotegyenletét használva megkaphatóak a keresett adatok. Elsőként kiszámolható, hogy a bontatlan palackban 59,2 mol gáz van. Ismerve a standard állapotra jellemző moláris térfogatot (24,5 liter/mol), megkapjuk, hogy egy tétel üdítőital gyártásához 11,0 mol gáz szükséges, tehát 48,2 mol gáz marad a palackban. A nyomása pedig 15 °C-on 45,5 atm lesz.
- b) A maradék 48,2 mol gáz elméletben még további 4 tétel előállításához elegendő, ha megfelelő a nyomás. 3 további tétel legyártása esetén a palackban 15,2 mol gáz marad, amely nyomása 13 °C-on 14,2 atm, tehát le lehet gyártani a következő tételt is, azaz az első után még további 4 (azaz összesen 5) tétel esetén használható a vizsgált palack.

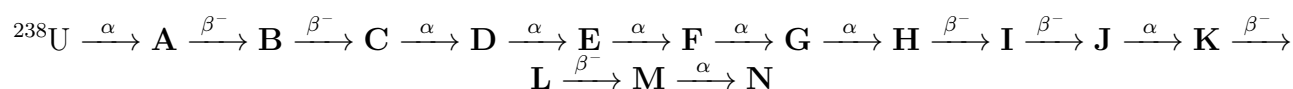


## 2. feladat

Egy dolomitkőzet zárványainak izotópösszetételét vizsgáltuk geológiai kor és hőmérséklet meghatározásának céljából.

- Mi a dolomit általános összetétele?
- A zárvány kinyeréséhez a dolomitot 100 %-os foszforsavval oldjuk le. Miért kell 100 %-os foszforsavat alkalmaznunk?
- A tömény foszforsav 85 m/m%-os. Hogyan állítanátok elő 100 g 100 %-os foszforsavat 85 m/m%-os foszforsav vízmentesítésével?

A dolomitmintánk tartalmazott kevés urán-238-at, illetve annak bomlástermékeit. A bomlási sor a következő (az alfa-bomlást elektronsugárzás is kíséri):



- Határozzátok meg a betűkkel jelölt bomlástermékeket!

Egy izotóp bomlási állandóját ( $\lambda$ ) a felezési időből ( $T_{1/2}$ ) határozhatjuk meg:  $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$ ,

az izotópok bomlását pedig az  $N_t = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$  függvény írja le, melyben  $N_t$  az izotópok száma a  $t$  időpillanatban,  $N_0$  pedig az izotópok száma a 0 időpillanatban. Az urán-238 felezési ideje 4,500 milliárd év, a **C** izotópé 245000 év, a **D** izotópé 75000 év. Az **N** izotóp stabil, a többi izotóp felezési ideje ezekhez képest elhanyagolhatóan kicsi.

- Határozzuk meg az urán-238, a **C** és **D** izotópok bomlási állandóját!

A minta tartalmazott 23,43 g urán-238-at és 0,7636 g **N** izotópot, melyekről tudjuk, hogy az urán csak a kőzet keletkezése során, **N** pedig csak az urán bomlásával került a kőzetbe. A többi izotópból nem találtunk mérhető mennyiséget.

- Mennyi idős a dolomitmintánk?
- Miért nem találtunk mérhető mennyiséget a **C** és **D** izotópokból?





### 3. feladat

Albrecht 15,00 g kristályvizes vas(II)-kloridból ( $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) telített, 20 °C-os vizes oldatot készített egyik délután, de véget ért a munkaideje, így azt a pulton hagyta. Másnap reggel szembesült vele, hogy az edényt felelőtlenül fedetlenül felejtette, így az oldatnak megváltozott a koncentrációja.

A másnapos oldat felét félretette, a másik feléből pedig 250,0 cm<sup>3</sup> törzsoldatot készített, amelyet kénsavval savanyított. A törzsoldat 10,00 cm<sup>3</sup>-es mintáit 0,020 mol/dm<sup>3</sup>-es,  $f = 0,9880$  faktorú  $\text{KMnO}_4$  oldattal megtitrálta. A fogyások átlaga 9,833 cm<sup>3</sup> volt.

20 °C-on telített 100 ml vizes oldat 68,5 g  $\text{FeCl}_2$ -ot tartalmaz, a szoba hőmérsékletét és az oldat térfogatát tekintjük időben állandónak.

**Az alábbi értékekkel számoljatok:**

$$M(\text{Fe}) = 55,85 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Cl}) = 35,45 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,02 \text{ g/mol}$$

- Mi történt a fedetlen  $\text{FeCl}_2$  oldattal?
- Használt-e Albrecht (és ha igen, akkor milyen) indikátort a titráláshoz? Miért?
- A lezajló reakció gyakran igen lassan indul be. Hogyan segíthetünk ezen?
- Hány százalékkal változott meg a  $\text{FeCl}_2$  oldat koncentrációja?



### 3. feladat megoldása

- A levegő oxigénjének hatására oxidálódott ( $\text{Fe}^{2+} \longrightarrow \text{Fe}^{3+}$ ).
- Nem használt, mert a feleslegben lévő  $\text{MnO}_4^-$  (színes) jelzi a végpontot.
- Melegítéssel, kevergetéssel.
- Számoljuk ki először a kiindulási térfogatot és koncentrációt!**

A kristályvizes só  $\text{FeCl}_2$  tartalma  $63,75 \text{ m/m}\%$ , tehát a  $\text{FeCl}_2$  tömege  $9,5625 \text{ g}$  és az anyagmennyisége  $75,44 \text{ mmol}$ .

Egyszerű arányossággal megkaphatjuk, hogy a telített oldat térfogata  $13,96 \text{ ml}$ , a kiindulási koncentráció pedig  $[\text{FeCl}_2]_0 = 5,404 \text{ mol/dm}^3$  lesz.

(A  $685 \text{ g/l}$ -t a moláris tömeggel elosztva is megkaphattuk volna.)

#### Számoljuk ki a titrálás alapján a másnapi koncentrációt!



A fogyás  $n(\text{MnO}_4^-) = f \cdot c \cdot V_{\text{átlag}} = 0,998 \cdot 0,0200 \cdot 0,009833 = 1,943 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ .

A  $10,00 \text{ cm}^3$ -es mintákban tehát  $n(\text{FeCl}_2)_{\text{minta}} = 5 \cdot n(\text{MnO}_4^-) = 9,715 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ .

A  $250,0 \text{ cm}^3$ -es törzsoldatban, és így a másnapos mintában is az anyagmennyiség  $n(\text{FeCl}_2) = 25 \cdot n(\text{FeCl}_2)_{\text{minta}} = 24,29 \text{ mmol}$ .

A térfogat  $6,980 \text{ cm}^3$ , így a másnapi koncentráció  $[\text{FeCl}_2]_1 = 3,480 \text{ mol/dm}^3$ .

A koncentrációk hányadosa  $\frac{[\text{FeCl}_2]_1}{[\text{FeCl}_2]_0} = 0,6440$ , tehát a koncentráció változás  $35,6 \%$ -os.



#### 4. feladat

Albrecht egy ezüst foglalatú gyémánt gyűrűt készített kedves feleségének. A gyémántot grafitceruzák szénttartalmát felhasználva állította elő. Egy grafitceruza 5,000 g tömegű és 0,2280 mol szenet tartalmaz.

- Milyen körülmények szükségesek a gyémánt előállításához?
- Hány grafitceruza szükséges elméletben az 5,000 grammos gyémánt kristály előállításához, ha 60,9 %-os kitermeléssel számolhatunk?

Az ezüstöt a foglalathoz ezüst-szulfidból állította elő. Nátrium-cianid oldatba téve az ezüst "kioldódik" az ásványból (a cianid ionokkal diciano-komplexet képez), majd cinkkel redukálható elemi ezüstré (tetraciano-cinkát komplex keletkezése közben).

- Írjátok fel a reakciókhoz tartozó rendezett egyenleteket!
- Mit jelent a koordinációs szám komplex ionok esetén?
- Milyen típusú kovalens kötéssel kapcsolódnak a ligandumok a központi atomhoz (a kötés eredetét tekintve)?
- Írjátok további két példát komplex ionra!

Albrecht feleségének tetszését nem nyerte el a gyűrű, ezért azt vegyi úton megsemmisítette. Először tömény kénsavba dobta, így a tömege megfeleződött. A maradékot felhevítette, majd folyékony oxigénbe dobta, így a gyűrű teljes egészében megszűnt létezni.

- A kénsavból fejlődő gáz már 20 ppm (kb. 26 mg/m<sup>3</sup>) koncentrációban is légúti tüneteket okoz. Észlelt-e tüneteket Albrecht felesége, ha a gyűrű megsemmisítését csukott ablaknál végezte, és a szoba alapterülete 16 m<sup>2</sup>, belmagassága pedig 250 cm?



#### 4. feladat megoldása

- a) Magas hőmérséklet és nyomás.
- b) 5,000 g gyémánthoz 8,210 g szén szükséges, amelynek anyagmennyisége 0,6842 mol, ez 3 darab ceruzában található meg.
- c)  $\text{Ag}_2\text{S} + 4 \text{NaCN} \longrightarrow 2 \text{Na}[\text{Ag}(\text{CN})_2] + \text{Na}_2\text{S}$   
 $2 \text{Na}[\text{Ag}(\text{CN})_2] + \text{Zn} \longrightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4] + 2 \text{Ag}$
- d) A koordinációs szám a központi atomhoz kapcsolódó ligandumok számát jelöli.
- e) Datív kovalens kötéssel.
- f)  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ ,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  (Bármilyen helyes megoldás elfogadható.)
- g) Az ezüst oldódik tömény kénsavban, míg a gyémánt nem:



5,000 g ezüst anyagmennyisége 46,34 mmol, tehát 23,17 mmol  $\text{SO}_2$  keletkezik, amelynek tömege 1483 mg. A szoba térfogata  $40 \text{ m}^3$ , tehát a  $\text{SO}_2$   $37,07 \text{ mg/m}^3$  mennyiségben van jelen, vagyis Albrecht feleségének tünetei lesznek.





## 5. feladat

Albrecht talált otthon egy üveg sebbenzint, amelyről csak annyit tud, hogy az kettő, a homológ sorban egymást követő alkán 1:1 molarányú elegye. A sebbenzin 10,00 grammos mintáját egy zárt tartályba helyezte, majd feleslegben lévő levegőben tökéletesen elégette. A tartályban lévő gázelegy térfogata a kiindulási térfogatnál 9,879 literrel lenne több standard állapotban mérve. Az elégetett benzint folyékony, a keletkező vizet gáz halmazállapotúnak tekintsük!

- Mit jelent a latin eredetű paraffin elnevezés?
- Mely vegyületeket nevezünk normál alkánoknak?
- Mely két alkánt tartalmazza a vizsgált sebbenzin?

Ha a c) feladatban nem kaptatok megoldást, a továbbiakban heptánnal és oktánnal dolgozzatok!

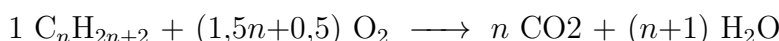
- Hány konstitúciós izomere van a fenti két alkánnak összesen?
- A fentiek közül mely konstitúciós izomereknek van optikai izomere? Rajzoljátok le félkonstitúciós képletüket, jelöljétek a kiralitáscentrumot!



## 5. feladat megoldása

- a) Parum affinis = kis reakciókészség, normál körülmények között ritkán vonhatók reakcióba.
- b) A nyílt láncú, elágazásmentes, telített szénhidrogéneket nevezzük normál alkánoknak.
- c) Az alkánok általános összegképlete  $C_nH_{2n+2}$ , ahol  $n$  a szénatomok száma. A továbbiakban mindent  $n$  segítségével fejezzük ki! Mivel a két  $n$ -alkánt 1:1 arányban tartalmazza a sebbenzin,  $n$  nem egész szám lesz, hanem a szénatomszámok átlaga.

**1 mol alkán égésére a következő egyenlet írható fel:**



**Az elégetett alkán elegyet az alábbiakkal jellemezhetjük:**

$$m(\text{alkán}) = 10,00 \text{ g}$$

$$M(\text{alkán}) = 14n+2 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{alkán}) = \frac{10}{14n+2} \text{ mol}$$

**$n(\text{alkán})$  anyagmennyiséggel számolva a következő változásokat kapjuk:**

$$\text{felhasználódik } \frac{10}{14n+2} \cdot (1,5n+0,5) \text{ mol } O_2$$

$$\text{keletkezik } \frac{10}{14n+2} \cdot n \text{ mol } CO_2$$

$$\text{keletkezik } \frac{10}{14n+2} \cdot (n+1) \text{ mol } H_2O$$

A fentiek előjeles összege (az anyagmennyiség változása) egyenlő a térfogatváltozás és a gázok moláris térfogatának hányadosával ( $\Delta V/V_m$ ). Felírhatjuk tehát, hogy:

$$\frac{\Delta V}{V_m} = \frac{10}{14n+2} \cdot n + \frac{10}{14n+2} \cdot (n+1) - \frac{10}{14n+2} \cdot (1,5n+0,5)$$

$$\frac{\Delta V}{V_m} = \frac{5n+5}{14n+2}$$

$$n = \frac{5V_m - 2\Delta V}{14\Delta V - 5V_m}$$

$$n = 6,5$$

**Azaz a két alkán a hexán és a heptán.**

- d) A hexánnak 5, a heptánnak 9 konstitúciós izomere van, tehát összesen 14.

(Az oktánnak 18 konstitúciós izomere van, tehát heptánnal együtt összesen 27.)

- e) Optikai izomere a 3-metilhexánnak és a 2,3-dimetilpentánnak van.

(Ezen kívül a 3-metilheptánnak, 2,3-dimetilhexánnak, a 2,4-dimetilhexánnak, a 3,4-dimetilhexánnak, és a 2,2,3-trimetilpentánnak van optikai izomere.)