

KÖZÉP- ÉS EMELT SZINT

Rózsahegyi Márta • Wajand Judit • Horváth Balázs

# Kidolgozott számítási feladatok

ÉRETTSÉGIRE KÉSZÜLŐKNEK

# KÉMIA

Rózsahegyi Márta • Wajand Judit • Horváth Balázs

# Kidolgozott számítási feladatok

ÉRETTSÉGIRE KÉSZÜLŐKNEK

## KÉMIA

KÖZÉP- ÉS EMELT SZINT

Mozaik Kiadó – Szeged, 2019



# 1. ATOMOK, IONOK, MOLEKULÁK

## Középszintű feladatok

1. Hány darab proton van 1 gramm gyémántban?

**MEGOLDÁS:**

A gyémánt a szén egyik allotróp módosulata. A szén rendszáma: 6, ez azt jelenti, hogy minden szénatom magjában 6 proton van.

1 mol, azaz 12 g szénben  $6 \cdot 10^{23}$  szénatom van.

Ebben a mennyiségben  $6 \cdot 6 \cdot 10^{23}$  db proton van, ez  $36 \cdot 10^{23}$  db protont jelent.

1 gramm szénatomban ennek az  $\frac{1}{12}$  része, vagyis

$$N(\text{p}^+) = 6 \cdot N(\text{C}) = 6 \cdot n(\text{C}) \cdot N_{\text{A}} = 6 \cdot \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} \cdot N_{\text{A}} = 6 \cdot \frac{1 \text{ g}}{12 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 6 \cdot 10^{23} = \mathbf{3 \cdot 10^{23} \text{ db}} \text{ proton van.}$$

2. A 11-es rendszámú és 23-as tömegszámú atomokból álló elem hány atomjában van  $12 \cdot 10^{23}$  db neutron?

**MEGOLDÁS:**

A 11-es rendszámú és 23-as tömegszámú atomok magja 11 protont és  $23 - 11 = 12$  neutron tartalmaz, ezért  $12 \cdot 10^{23}$  db neutron  **$10^{23}$  db** atomban van.

3. Hány darab neutron van 11,6 gramm 58-as tömegszámú atomokból álló vasban?

**MEGOLDÁS:**

$$M(^{58}\text{Fe}) \approx 58 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$N(\text{Fe}) = n(\text{Fe}) \cdot N_{\text{A}} = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} \cdot N_{\text{A}} = \frac{11,6 \text{ g}}{58 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = 1,2 \cdot 10^{23}$$

A vas rendszáma 26, a neutronok száma egy atomban:  $N = A - Z = 58 - 26 = 32$ .

$$N(\text{n}^0) = N \cdot N(\text{Fe}) = 32 \cdot 1,2 \cdot 10^{23} = \mathbf{3,84 \cdot 10^{24} \text{ darab.}}$$

4. Egy felnőtt, egészséges ember vérében található hemoglobin átlagosan 3,0 gramm vasat tartalmaz. Hány darab vasatom van egy felnőtt vérében?

**MEGOLDÁS:**

$M(\text{Fe}) = 55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ , ez azt jelenti, hogy 1 mol, azaz  $6 \cdot 10^{23}$  db vasatom tömege 55,85 g.

$$N(\text{Fe}) = n(\text{Fe}) \cdot N_{\text{A}} = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} \cdot N_{\text{A}} = \frac{3,0 \text{ g}}{55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = \mathbf{3,22 \cdot 10^{22} \text{ db}} \text{ vasatom.}$$



5. Hány mol magnéziumban van ugyanannyi elektron, mint 36 g szénben?

**MEGOLDÁS:**

$$M(\text{C}) = 12 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, \text{ így a } 36 \text{ g szén } n(\text{C}) = \frac{m}{M} = \frac{36 \text{ g}}{12 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 3 \text{ mol szén} \text{ jelent.}$$

A C rendszáma 6, tehát minden C-atomban van 6 db proton, így 6 db elektron is van, mert az atom semleges.

3 mol C-ben  $3 \cdot 6 \cdot 10^{23}$  C-atom, így  $3 \cdot 6 \cdot 10^{23} \cdot 6 = 108 \cdot 10^{23}$  db elektron van.

A Mg rendszáma 12, ez azt jelenti, hogy 1 mol Mg-ban  $12 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 72 \cdot 10^{23}$  db elektron van.

$108 \cdot 10^{23}$  db elektron  $\frac{108}{72}$  mol = **1,5 mol** Mg-ban van.

6. Melyik az az elem, amelynek  $\frac{1}{4}$  móljában összesen  $36 \cdot 10^{23}$  db proton és elektron van?

**MEGOLDÁS:**

$$N(\text{p}^+) = N(\text{e}^-). \text{ A protonok száma } N(\text{p}^+) = \frac{36 \cdot 10^{23}}{2} = 18 \cdot 10^{23} \text{ db.}$$

Ez az adat  $\frac{1}{4}$  mólra vonatkozik, ezért 1 mólban 4-szer annyi, azaz  $4 \cdot 18 \cdot 10^{23} = 72 \cdot 10^{23}$  db proton van, ami  $12 \cdot 6 \cdot 10^{23}$ , tehát az elem rendszáma: 12.

Ez az elem a **magnézium**.

7. Hány kg rézben van 1,000 g elektron?

**MEGOLDÁS:**

1 rézatomban 29 elektron van.

1 mol, azaz  $6 \cdot 10^{23}$  db rézatomban  $N(\text{e}^-) = 29 \cdot 6 \cdot 10^{23}$  db =  $1,74 \cdot 10^{25}$  db elektron van.

1 mol réz tömege:  $M(\text{Cu}) = 63,55 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ , 1 db elektron tömege:  $m(\text{e}^-) = 9,11 \cdot 10^{-28}$  g.

Ha	63,55 g Cu-ben van	( $1,74 \cdot 10^{25} \cdot 9,11 \cdot 10^{-28}$ ) g elektron,
akkor	$x$ g Cu-ben van	1 g elektron.

Így  $x = 4009$ , ami **4,009 kg** Cu-t jelent.

8. Mekkora tömegű bárium-klorid tartalmaz  $10^{23}$  db kloridiont?

**MEGOLDÁS:**

A bárium-klorid moláris tömege:  $M(\text{BaCl}_2) = 208,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ .

1 mol, azaz 208,3 g  $\text{BaCl}_2$  2 mol, azaz  $(2 \cdot 6 \cdot 10^{23})$  db =  $12 \cdot 10^{23}$  db  $\text{Cl}^-$ -t tartalmaz, azaz

$10^{23}$  db  $\text{Cl}^-$   $\frac{1}{12}$  mol  $\text{BaCl}_2$ -ban van.

Így  $\frac{208,3 \text{ g}}{12}$  = **17,36 g**  $\text{BaCl}_2$  tartalmaz  $10^{23}$  db kloridiont.

100 g ötvözetben van 75 g Cu, amelynek az anyagmennyisége:

$$n(\text{Cu}) = \frac{m}{M} = \frac{75 \text{ g}}{63,55 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1,180 \text{ mol, és } 25 \text{ g Sn, amelynek az anyagmennyisége:}$$

$$n(\text{Sn}) = \frac{m}{M} = \frac{25 \text{ g}}{118,7 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,211 \text{ mol.}$$

Az összes anyagmennyiség:  $1,180 \text{ mol} + 0,211 \text{ mol} = 1,391 \text{ mol}$ .

Az anyagmennyiség-százalékos összetétel:

$$x\%(\text{Cu}) = \frac{1,180 \text{ mol}}{1,391 \text{ mol}} \cdot 100\% = \mathbf{84,8\%} \text{ és } x\%(\text{Sn}) = \mathbf{15,2\%}.$$

- 16.** Mi a képlete annak a 81,82 tömegszázalék szénből és 18,18 tömegszázalék hidrogénből álló vegyületnek, amelynek szén-dioxidra vonatkoztatott relatív sűrűsége 1,0?

**MEGOLDÁS:**

$M(\text{CO}_2) = 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ , a relatív sűrűségből adódóan a keresett vegyületnek is  $44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$  a moláris tömege,  $M = \rho(\text{rel}) \cdot M(\text{CO}_2) = 1,0 \cdot 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ .

1 mol vegyület széntartalma  $m(\text{C}) = 44 \text{ g} \cdot 0,8182 = 36 \text{ g}$ , ami

$$n(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{36 \text{ g}}{12 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 3 \text{ mol C-t jelent.}$$

A hidrogén tömege a vegyületben  $m(\text{H}) = 8 \text{ g}$ , így  $n(\text{H}) = \frac{m(\text{H})}{M(\text{H})} = \frac{8 \text{ g}}{1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 8 \text{ mol}$ , ami azt jelenti, hogy a képlet: **C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>**

- 17.** Egy vegyület gőzének oxigéngázra vonatkoztatott relatív sűrűsége 1,875. A vegyület molekulája 40,0 tömegszázalék szenet, 6,67 tömegszázalék hidrogént és 53,3 tömegszázalék oxigént tartalmaz. Mi a vegyület képlete?

**MEGOLDÁS:**

$$M(\text{O}_2) = 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

A vegyület moláris tömege:  $M(\text{vegyület}) = \rho(\text{rel}) \cdot M(\text{O}_2) = 1,875 \cdot 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 60 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ .

1 mol vegyület C-tartalma  $m(\text{C}) = 0,40 \cdot 60 \text{ g} = 24 \text{ g}$ , ami

$$n(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{24 \text{ g}}{12 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2 \text{ mol C-atomot jelent.}$$

H-tartalma:  $m(\text{H}) = 0,0667 \cdot 60 \text{ g} = 4,0 \text{ g}$ , ami  $n(\text{H}) = \frac{m(\text{H})}{M(\text{H})} = 4 \text{ mol H-atomnak felel meg.}$

Az O-tartalma:  $m(\text{O}) = 0,533 \cdot 60 \text{ g} = 31,98 \text{ g}$ , ez  $n(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{32 \text{ g}}{16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2 \text{ mol O-atom.}$

A képlet: **C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>**



18. Mi az összegképlete annak a gáz-halmazállapotú vegyületnek, amelynek 0,3150 grammja 25 °C-on és 0,1 MPa nyomáson 192,33 cm<sup>3</sup> térfogatot tölt be, és 5,00 tömegszázalék hidrogén mellett csak fluorból áll?

**MEGOLDÁS:**

*Számítsd ki a vegyület moláris tömegét aránypárral!*

$$\begin{array}{l} \text{Ha} \quad 192,33 \text{ cm}^3 \quad 0,3150 \text{ g,} \\ \text{akkor} \quad 24\,500 \text{ cm}^3 \quad x \text{ g.} \end{array}$$

$$\text{Így } x \text{ g} = 40,1 \text{ g, tehát } M = 40,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}.$$

*Számítsd ki a vegyület moláris tömegét képletekkel!*

$$\text{A gáz anyagmennyisége: } n(\text{gáz}) = \frac{V}{V_m} = \frac{0,19233 \text{ dm}^3}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ mol,}$$

$$\text{a moláris tömege: } M(\text{gáz}) = \frac{m(\text{gáz})}{n(\text{gáz})} = \frac{0,3150 \text{ g}}{7,85 \cdot 10^{-3} \text{ mol}} = 40,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}.$$

Vizsgálj 1 mol vegyületet! Ennek tömege: 40,1 g, tömegének 5%-a (2,005 g) hidrogén, a többi (~38,1 g) fluor.

$$\text{Tehát } n(\text{H}) = \frac{m(\text{H})}{M(\text{H})} = \frac{2,005 \text{ g}}{1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,005 \text{ mol H-atomot tartalmaz 1 mol vegyület, a maradék F,}$$

$$\text{amelynek a moláris tömege: } M(\text{F}) = 19 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, \text{ vagyis } n(\text{F}) = \frac{m(\text{F})}{M(\text{F})} = \frac{38,1 \text{ g}}{19 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,005 \text{ mol.}$$

Így az összegképlet: **H<sub>2</sub>F<sub>2</sub>**

19. A 10 tömegszázalékos nátrium-klorid-oldatban hányszor több vízmolekula van, mint nátriumion?

**MEGOLDÁS:**

$$M(\text{NaCl}) = 58,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

A 10 tömegszázalékos oldat 100 g-jában 10 g NaCl-ot és 90 g H<sub>2</sub>O-t tartalmaz.

$$\text{A 10 g NaCl anyagmennyisége } n(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{10 \text{ g}}{58,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,171 \text{ mol,}$$

így az oldat  $0,171 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 1,026 \cdot 10^{23}$  db Na<sup>+</sup>-t tartalmaz.

$$\text{A 90 g H}_2\text{O anyagmennyisége } n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{90 \text{ g}}{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 5 \text{ mol, azaz } 5 \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ db molekulából áll.}$$

Tehát  $\frac{30}{1,026} = \mathbf{29,24\text{-szer}}$  több vízmolekula van az oldatban, mint nátriumion.



## 4. KÉMIAI REAKCIÓK

### 4.1. Egyensúlyi reakciók • Emelt szintű feladatok

1. A következő egyensúlyi reakcióban:  $A + 3B \rightleftharpoons 2C$  a molekulák egyensúlyi összkoncentrációja  $3,0 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ . Számítsd ki az egyensúlyi és a kezdeti koncentrációkat, ha tudjuk, hogy A-t és B-t a reakcióegyenletnek megfelelő mólarányban kevertük össze, és az egyensúlyi állapotban A és C koncentrációja megegyezik. (A kiindulási elegy nem tartalmaz C komponenst.) Mennyi az egyensúlyi állandó értéke?

**MEGOLDÁS:**

A kiindulási koncentrációk:  $[A] = x \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ ,  $[B] = 3x \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ ,  $[C] = 0 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ .

Tegyük fel, hogy a reakcióban átalakul  $y$  mol A anyag és  $3y$  mol B anyag.

Az egyensúlyi koncentrációk:

$$[A]_e = (x - y) \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}, [B]_e = (3x - 3y) \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}, [C]_e = 2y \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}.$$

Ezeket összegezve:

$$(x - y + 3x - 3y + 2y) \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 3 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}.$$

Mínt hogy a példa szerint  $[A]_e = [C]_e$ ,

$(x - y) \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 2y \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ , ebből  $x = 3y$ , ezt beírva az előző egyenletbe és összevonva, azt kapjuk, hogy

$10y \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 3 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ , ebből  $y = 0,3 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ , vagyis 0,3 mol A anyag vett részt a reakcióban.

Töltsük ki a táblázatot.

Koncentrációk $\left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)$	A	+	3B	$\rightleftharpoons$	2C
kiindulási koncentrációk	0,9		2,7		–
átalakult	–0,3		–0,9		+0,6
egyensúlyi koncentrációk	0,6		1,8		0,6

A kiindulási koncentrációk a reakcióegyenlet alapján:

$$[A] = 0,9 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \text{ és } [B] = 2,7 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}.$$

$$\text{Az egyensúlyi állandó: } K = \frac{[C]_e^2}{[A]_e \cdot [B]_e^3} = \frac{\left(0,6 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2}{0,6 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot \left(1,8 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3} = 0,1 \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^{-2}.$$



2. A foszfor-pentaklorid hevítés hatására – egyensúlyi reakcióban – foszfor-trikloridra és klórgázra bomlik. Ha  $10 \text{ dm}^3$ -es állandó térfogatú, zárt edényben 6 mol kiindulási foszfor-pentakloridból az egyensúly beálltáig 2 mol bomlik el, mennyi a folyamat egyensúlyi állandója?

**MEGOLDÁS:**

A reakcióegyenlet:



Töltsük ki a táblázatot.

Koncentrációk $\left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)$	$\text{PCl}_5$	$\rightleftharpoons$	$\text{PCl}_3$	+	$\text{Cl}_2$
kiindulási koncentrációk	0,6		–		–
átalakult	–0,2		+0,2		+0,2
egyensúlyi koncentrációk	0,4		0,2		0,2

Az egyensúlyi koncentrációk:  $[\text{PCl}_5]_e = 0,4 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ ,  $[\text{PCl}_3]_e = [\text{Cl}_2]_e = 0,2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ .

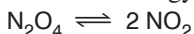
$$K = \frac{[\text{PCl}_3]_e \cdot [\text{Cl}_2]_e}{[\text{PCl}_5]_e} = \frac{0,2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}{0,4 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}} = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}.$$

3. A dinitrogén-tetroxid hány százaléka bomlott el nitrogén-dioxiddá, ha a gázelegy sűrűsége  $25^\circ\text{C}$ -on és  $0,1 \text{ MPa}$  nyomáson  $3,46 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$  ?

**MEGOLDÁS:**

$$M(\text{N}_2\text{O}_4) = 92 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, M(\text{NO}_2) = 46 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Írjuk fel a bomlás egyenletét.



Számítsuk ki 1 mol gázelegy átlagos moláris tömegét.

$$\bar{M} = V_m \cdot \rho = 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} \cdot 3,46 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3} = 84,77 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Tegyük fel, hogy  $x$  mol  $\text{NO}_2$ -ből és  $(1-x)$  mol  $\text{N}_2\text{O}_4$ -ből áll 1 mol gázelegy.

A tömege:  $84,77 \text{ g} = 46 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot x \text{ mol} + 92 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot (1-x) \text{ mol}$ , ebből  $x = 0,1572$ , vagyis  $0,1572 \text{ mol}$   $\text{NO}_2$  van 1 mol elegyben.

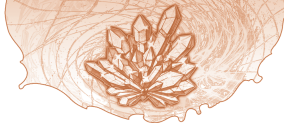
$(1 - 0,1572) \text{ mol} = 0,8428 \text{ mol}$   $\text{N}_2\text{O}_4$  maradt a bomlás után.

A  $0,1572 \text{ mol}$   $\text{NO}_2$   $\frac{0,1572}{2} \text{ mol} = 0,0786 \text{ mol}$   $\text{N}_2\text{O}_4$  bomlásakor keletkezett, tehát eredetileg volt

$$n(\text{N}_2\text{O}_4) = (0,8428 + 0,0786) \text{ mol} = 0,9214 \text{ mol}$$

A bomlás mértéke:  $\alpha\% = \frac{0,0786 \text{ mol}}{0,9214 \text{ mol}} \cdot 100\% = 8,53\%$ .





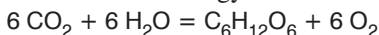
# 1. NEMFÉMES ELEMÉK ÉS VEGYÜLETEIK

## Középszintű feladatok

1. Az ember naponta átlagosan 1,2 kg szén-dioxidot lehel ki. A növények a zöld leveleikben fotoszintézissel a szén-dioxidból glükózt állítanak elő. Hány mól, illetve hány gramm glükóz képződhet ebből a mennyiségből?

### MEGOLDÁS:

A fotoszintézis reakcióegyenlete:



Az  $m(\text{CO}_2) = 1,2 \text{ kg}$   $\text{CO}_2$  anyagmennyisége:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{1200 \text{ g}}{44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 27,27 \text{ mol.}$$

A reakcióegyenletből leolvasható, hogy  $n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{27,27 \text{ mol}}{6} = 4,55 \text{ mol}$  glükóz képződik, amelynek a tömege:

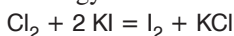
$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 4,55 \text{ mol} \cdot 180 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \mathbf{819 \text{ g.}}$$

2. A  $100 \text{ cm}^3$  térfogatú  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -os és  $0,1 \text{ Pa}$  nyomású hidrogén–klórgáz-elegyet kálium-jodid-oldatba vezetik, a kiváló jód tömege  $0,508 \text{ gramm}$ . Hány térfogatszázalék klórt tartalmaz a gázelegy?

### MEGOLDÁS:

$$M(\text{I}_2) = 254 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

A reakcióegyenlet:



$$\text{Az } m(\text{I}_2) = 0,508 \text{ g jód anyagmennyisége: } n(\text{I}_2) = \frac{m(\text{I}_2)}{M(\text{I}_2)} = \frac{0,508 \text{ g}}{254 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,002 \text{ mol.}$$

A reakcióegyenletből leolvasható, hogy ugyanilyen anyagmennyiségű, azaz  $0,002 \text{ mol}$   $\text{Cl}_2$ -t vezettünk az oldatba, amelynek a térfogata:

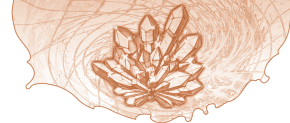
$$V(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \cdot V_m = 0,002 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 0,049 \text{ dm}^3 = 49 \text{ cm}^3, \text{ tehát a kiindulási gázelegy}$$

**49 térfogatszázaléka klór.**

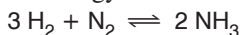
3.  $9 \cdot 10^{22}$  db hidrogénmolekula maradék nélkül reagál  $3 \cdot 10^{22}$  db nitrogénmolekulával. A képződött vegyületet  $0,4 \text{ kg}$  vízben oldjuk.

a) Hány gramm  $5$  tömegszázalékos sósavval lehet az oldatot közömbösíteni?

b) Van-e felesleges adat a példában?

**MEGOLDÁS:**

a) A reakcióegyenlet:



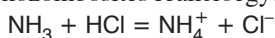
A  $9 \cdot 10^{22}$  db hidrogénmolekula anyagmennyisége:

$$n(\text{H}_2) = \frac{N}{N_A} = \frac{9 \cdot 10^{22}}{6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}} = 0,15 \text{ mol}, \text{ a nitrogén anyagmennyisége:}$$

$$n(\text{N}_2) = \frac{3 \cdot 10^{22}}{6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}} = 0,05 \text{ mol}.$$

A reakcióegyenletből leolvashatjuk, hogy a 0,15 mol  $\text{H}_2$ -ből és a 0,05 mol  $\text{N}_2$ -ből 0,1 mol  $\text{NH}_3$  képződik.

A közömbösítés reakcióegyenlete:



A 0,1 mol ammóniát 0,1 mol HCl közömbösíti, amelynek a tömege:

$$m(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol} \cdot 36,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 3,65 \text{ g}.$$

Ha	100 g oldatban van	5 g HCl,
akkor	$x$ g oldatban	3,65 g HCl.

$$x \text{ g} = \mathbf{73 \text{ g}}$$

Tehát 73 g 5%-os HCl-oldat közömbösíti.

b) Felesleges adat a **víz tömege**.

4.  $50,0 \text{ cm}^3$  térfogatú,  $2,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$  koncentrációjú kénsavoldatunk van.

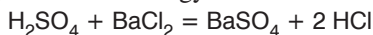
a) Hány gramm bárium-kloridot kell adni az oldathoz, hogy az összes szulfátion csapadékba kerüljön?

b) Mennyi a keletkező csapadék tömege?

**MEGOLDÁS:**

$$M(\text{BaCl}_2) = 208 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, M(\text{BaSO}_4) = 233 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

a) Írjuk fel a reakcióegyenletet.



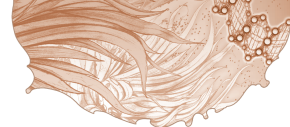
A  $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$  koncentrációjú kénsavoldat  $V(\text{kénsavoldat}) = 50 \text{ cm}^3$ -e

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = c \cdot V = 2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,050 \text{ dm}^3 = 0,1 \text{ mol } \text{H}_2\text{SO}_4\text{-t tartalmaz.}$$

A reakcióegyenletből látjuk, hogy ennek a lecsapódásához 0,1 mol  $\text{BaCl}_2$  szükséges, amelynek tömege:  $m(\text{BaCl}_2) = n(\text{BaCl}_2) \cdot M(\text{BaCl}_2) = 0,1 \text{ mol} \cdot 208 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \mathbf{20,8 \text{ g}}$   $\text{BaCl}_2$  szükséges.

b) A 0,1 mol csapadék tömege:

$$m(\text{BaSO}_4) = n(\text{BaSO}_4) \cdot M(\text{BaSO}_4) = 0,1 \text{ mol} \cdot 233 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \mathbf{23,3 \text{ g}} \text{ BaSO}_4.$$



2. Egy telített szénhidrogén 83,7 tömegszázalék szenet és 16,3 tömegszázalék hidrogént tartalmaz.

- Mi a szénhidrogén molekulaképlete?
- Írd fel a szénhidrogén tökéletes égésének reakcióegyenletét!
- Számítsd ki a gázállapotban elégetett szénhidrogén tökéletes égésének reakcióhőjét, ha tudjuk, hogy a molekulája normális láncú és a víz a reakció végén folyékony halmazállapotban volt jelen! (Számításodhoz használd a négyjegyű függvénytáblázatban található képződéshőket!)
- Mennyi hő szabadult fel a 17,2 g gázállapotú szénhidrogén tökéletes elégetése során, ha megvártuk a vízgőz lecsapódását?

**MEGOLDÁS:**

a) 100 g vegyületből kiindulva: 83,7 g szenet és 16,3 g hidrogént tartalmaz a vegyület.

$$\text{Az anyagmennyiségek: } n(\text{C}) = \frac{83,7 \text{ g}}{12 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 6,975 \text{ mol}; \quad n(\text{H}) = \frac{16,3 \text{ g}}{1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 16,3 \text{ mol.}$$

A vegyület általános képlete:  $\text{C}_x\text{H}_y$ .

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) = x : y = 6,975 : 16,3 = 1 : 2,337 = 3 : 7$$

A tapasztalati képletben a legkisebb pozitív egész számok szerepelnek:  $\text{C}_3\text{H}_7$

A szénhidrogén-molekulákban a hidrogénatomok száma mindig páros, így

$$x : y = 6 : 14$$

Tehát a vegyület molekulaképlete  $\text{C}_6\text{H}_{14}$

b) Az égés egyenlete:  $\text{C}_6\text{H}_{14} + 9,5 \text{ O}_2 = 6 \text{ CO}_2 + 7 \text{ H}_2\text{O}$

c) A négyjegyű függvénytáblázat adatai alapján a hexán felel meg ennek a molekulaképletnek (a lehetséges konstitúciók közül mindig csak egyik normális láncú a telített szénhidrogének esetén):

$$\Delta_{\text{k}}H[\text{C}_6\text{H}_{14}(\text{g})] = -167 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\Delta_{\text{r}}H = 6 \cdot \Delta_{\text{k}}H[\text{CO}_2(\text{g})] + 7 \cdot \Delta_{\text{k}}H[\text{H}_2\text{O}(\text{f})] - \Delta_{\text{k}}H[\text{C}_6\text{H}_{14}(\text{g})]$$

$$\Delta_{\text{r}}H = 6 \cdot \left(-394 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right) + 7 \cdot \left(-286 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right) - \left(-167 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right) = -4199 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$d) M(\text{C}_6\text{H}_{14}) = 86 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$n(\text{C}_6\text{H}_{14}) = \frac{17,2 \text{ g}}{86 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,200 \text{ mol}$$

$$0,20 \text{ mol szénhidrogén elégetésekor: } \Delta H = 0,200 \text{ mol} \cdot \left(-4199 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right) = -839,8 \text{ kJ}$$

Az égetés során **840 kJ** hő szabadult fel.

3. Két, oxigéntartalmú szerves vegyületnek azonos a tömegszázalékos összetétele:

54,5 tömegszázalék szén, 9,10 tömegszázalék hidrogén és 36,4 tömegszázalék oxigén.

- a) Határozd meg a szénvegyületek tapasztalati képletét!
- b) Az egyik vegyületről azt is tudjuk, hogy standardállapotban (25 °C, 10<sup>5</sup> Pa) gáz-halmazállapotú. 880 mg tömegű mintájában a molekulák száma  $1,20 \cdot 10^{22}$ . Számítsd ki a vegyület moláris tömegét! Add meg a molekulaképletét és a nevét!
- c) A másik vegyület moláris tömege az előzőnek duplája, részben ez okozza az avas vaj szagát. Add meg a molekulájának konstitúcióját és nevezd el, ha tudjuk, hogy a normális láncú karbonsavak homológ sorának tagja!

#### MEGOLDÁS:

a) 100 g vegyületben 54,5 g szén, 9,10 g hidrogén és 36,4 g oxigén van.

A vegyület általános képlete:  $C_xH_yO_z$ , amelyben  $x$ ,  $y$ ,  $z$  az anyagmennyiség-arányokat jelenti.

Az anyagmennyiségek:

$$n(\text{C}) = \frac{54,5 \text{ g}}{12 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 4,54 \text{ mol}; \quad n(\text{H}) = \frac{9,10 \text{ g}}{1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 9,10 \text{ mol}; \quad n(\text{O}) = \frac{36,4 \text{ g}}{16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,28 \text{ mol}.$$

$$x : y : z = 4,54 : 9,10 : 2,28 = 2 : 4 : 1,$$

vagyis a vegyület tapasztalati képlete: **C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O**

b) A 880 mg tömegű gáz anyagmennyisége:

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{1,20 \cdot 10^{22}}{6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}} = 0,020 \text{ mol}$$

A vegyület moláris tömege:

$$M = \frac{m}{n} = \frac{0,880 \text{ g}}{0,020 \text{ mol}} = 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$M(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}) = 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ , tehát a vegyület molekulaképlete **C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O**

A vegyület neve: **acetaldehid (etanal)**.

c) Ha a moláris tömege a duplája  $\left(88 \frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)$ , akkor a molekulaképletében minden atom száma kétszer annyi, mint az acetaldehidében, azaz C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>

A megadott jellemzők alapján ez a **vajsav (butánsav)**.

Konstitúciója: **CH<sub>3</sub>—CH<sub>2</sub>—CH<sub>2</sub>—COOH**

4. Egy összetett funkciós csoportot tartalmazó szerves vegyület gőzének azonos állapotú metángázzal vonatkoztatott relatív sűrűsége 3,75. A kellemes illatú, illékony folyadék nem elegyedik a vízzel minden arányban.

A vegyület tömegszázalékos összetétele a következő: 40,00% szén, 6,67% hidrogén, 53,33% oxigén.

- a) Határozd meg a vegyület molekulaképletét!
- b) Írd fel a szerves vegyület konstitúciós képletét, és add meg a nevét!

21. Egy alkán klórozásakor kapott monoklóralkán tömege 59,5%-kal nagyobb, mint a kiindulási anyag tömege.

- Számítással határozd meg az alkán molekulaképletét!
- Add meg a monoklóralkán egy lehetséges konstitúciójának nevét, ha tudjuk, hogy a monoklóralkánnak és az abból eliminációval előállítható alkénnek is létezik térizomere!
- Hány grammot égettünk el a kiindulási alkán és metán 1,00 : 3,00 térfogatarányú keverékéből, ha a tökéletes égéskor 3,43 dm<sup>3</sup>, standardállapotú (25 °C, 10<sup>5</sup> Pa) szén-dioxid-gáz keletkezett?

**MEGOLDÁS:**

a) A reakció egyenlete:  $C_nH_{2n+2} + Cl_2 = C_nH_{2n+1}Cl + HCl$

1 mol alkán reakciójakor a tömegnövekedés 34,5 g, mivel 1 mol H-atom helyébe 1 mol Cl-atom került. Ez felel meg az 59,5%-os növekedésnek, így az alkán moláris tömege:

$$M(C_nH_{2n+2}) = \frac{34,5 \frac{g}{mol}}{59,5} \cdot 100 = 58,0 \frac{g}{mol}$$

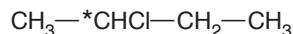
Az alkán moláris tömegére felírhatjuk a következő egyenletet:

$$58,0 \frac{g}{mol} = 12,0 \frac{g}{mol} \cdot n + 1,00 \frac{g}{mol} \cdot (2n + 2)$$

amelyek megoldása:  $n = 4$

Az alkán molekulaképlete: **C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>**

b) A megfelelő konstitúciójú alkán neve: **2-klórbután**, amely királis.

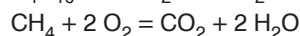
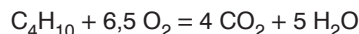


Eliminációjakor but-2-én (CH<sub>3</sub>—CH=CH—CH<sub>3</sub>) keletkezik a Zajcev-szabály miatt. Ennél a molekulánál *cisz-transz* izoméria lép fel.

c) A keverék tökéletes égésekor keletkező szén-dioxid anyagmennyisége:

$$n(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{V_m} = \frac{3,43 \text{ dm}^3}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 0,14 \text{ mol}$$

Az égések egyenletei:



Avogadro törvénye miatt a térfogatarányok megegyeznek az anyagmennyiség-arányokkal.

Ha a keverékben  $x$  mol C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> és  $3x$  mol CH<sub>4</sub> van, akkor a tökéletes égéskor keletkező szén-dioxid anyagmennyisége:  $n(CO_2) = 4x \text{ mol} + 3x \text{ mol} = 7x \text{ mol}$

$$7x \text{ mol} = 0,14 \text{ mol}, \text{ ebből } x = 0,2$$

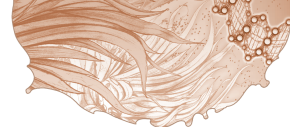
Ezzel a keverék komponenseinek

– anyagmennyisége:  $n(C_4H_{10}) = 0,200 \text{ mol}$ ,  $n(CH_4) = 0,600 \text{ mol}$

– tömege:  $m(C_4H_{10}) = n(C_4H_{10}) \cdot M(C_4H_{10}) = 0,200 \text{ mol} \cdot 58,0 \frac{g}{mol} = 11,6 \text{ g}$

$$m(CH_4) = n(CH_4) \cdot M(CH_4) = 0,600 \text{ mol} \cdot 16,0 \frac{g}{mol} = 9,60 \text{ g}$$

Így a gázkeverék tömege:  $m(\text{keverék}) = m(C_4H_{10}) + m(CH_4) = \mathbf{21,2 \text{ g}}$



## 3. OXIGÉNTARTALMÚ SZERVES VEGYÜLETEK

K

### Középszintű feladatok

1. Egy ittas sofőr véralkoholszintje 0,5 ezrelék, azaz vérének  $1000 \text{ cm}^3$ -ében  $0,5 \text{ cm}^3$  etil-alkohol van.

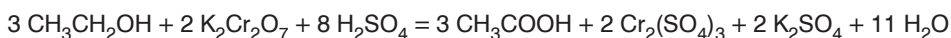
a) Hány  $\frac{\text{mg}}{\text{liter}}$  koncentrációban van jelen az etil-alkohol a sofőr vérében, ha az etil-alkohol sűrűsége  $0,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ?

b) Régen az alkoholszonda működése az etil-alkohol oxidálásán, és az oxidálószer színváltásán alapult (narancssárgáról zöldre változott a szonda).

Hány  $\frac{\text{mg}}{\text{liter}}$  koncentrációban van jelen etil-alkohol az ittas sofőr leheletében, ha a befűjt

1 liter levegő hatására 0,02 mmol zöld színű vegyület ( $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ) keletkezett.

A lejátszódó reakció egyenlete:



#### MEGOLDÁS:

a)  $0,5 \text{ cm}^3$  etanol tömege:

$$m(\text{etanol}) = \rho(\text{etanol}) \cdot V(\text{etanol}) = 0,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 0,5 \text{ cm}^3 = 0,4 \text{ g} = 400 \text{ mg}$$

A sofőr vérében levő alkohol tömegkoncentrációja:  **$400 \frac{\text{mg}}{\text{liter}}$**

b) 0,02 mmol  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  keletkezéséhez szükséges etil-alkohol mennyisége a fenti reakcióegyenlet szerint:

$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{3}{2} \cdot n(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{3}{2} \cdot 0,02 \text{ mmol} = 0,03 \text{ mmol}$$

A szükséges etil-alkohol tömege:

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0,03 \text{ mmol} \cdot 46 \frac{\text{mg}}{\text{mmol}} = 1,38 \text{ mg}$$

A sofőr leheletében levő alkohol tömegkoncentrációja:  **$1,38 \frac{\text{mg}}{\text{liter}}$**

2. A metil-alkoholt tüzemanyagként használó autók hatékonyabban működnek a benzines társaiknál. Ennek oka a metil-alkohol benzinnél nagyobb oktánszáma és égési sebessége. Számítsd ki, hogy 1,00 liter benzin elégetésekor felszabaduló 31,4 MJ hő mekkora térfogatú metanol égésekor keletkezik! (Az égés során a víz gőz állapotban képződik.)

$$\Delta_k H[\text{metanol}(f)] = -239 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}; \quad \rho(\text{metanol}) = 0,791 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}; \quad \Delta_k H[\text{CO}_2(\text{g})] = -394 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}};$$

$$\Delta_k H[\text{vízgőz}(\text{g})] = -242 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

#### MEGOLDÁS:

A metanol tökéletes égésének termokémiai egyenlete:



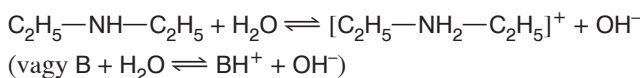
## Emelt szintű feladatok

4. A dietil-amin  $0,105 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$  koncentrációjú vizes oldatának pH-ja 12,04.
- a) Számítsd ki a dietil-amin bázisállandóját és a disszociációfokot az oldatban!
- b) Mekkora lesz a pH, ha a kiindulási oldatot 59,0-szeres térfogatúra hígítjuk?

## MEGOLDÁS:

- a)  $\text{pH} = 12,04$ , ebből  $\text{pOH} = 14,00 - \text{pH} = 1,96$

A dietil-amin vízzel való reakciója:



A pOH-ból a dietil-amin-oldat hidroxidion-koncentrációja:

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 0,0110 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Az egyensúlyi koncentrációk:

$$[\text{BH}^+]_e = [\text{OH}^-]_e = 0,011 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \quad [\text{B}]_e = c - [\text{BH}^+]_e = (0,105 - 0,011) \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 0,094 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

A dietil-amin bázisállandója:

$$K_b = \frac{[\text{BH}^+]_e \cdot [\text{OH}^-]_e}{[\text{B}]_e} = \frac{\left(0,011 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2}{0,094 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}} = 1,29 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

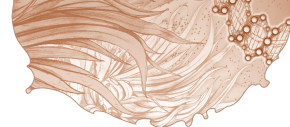
A disszociációfok:  $\alpha = \frac{[\text{BH}^+]_e}{c} = \frac{0,011 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}{0,105 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}} = 0,105$

- b) Az 59,0-szeres hígítás miatt az új bemérési koncentráció:

$$c_{\text{új}} = \frac{c}{59,0} = \frac{0,105 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}{59,0} = 1,78 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Koncentrációk $\left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)$	B	BH <sup>+</sup>	OH <sup>-</sup>
kiindulási	$1,78 \cdot 10^{-3}$	—	—
változás	-x	+x	+x
egyensúlyi	$1,78 \cdot 10^{-3} - x$	x	x

ahol  $x \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$  a protonálódott dietil-amin-molekulák koncentrációja.



A bázisállandó a hígítással nem változik.

$$1,29 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = \frac{x^2}{1,78 \cdot 10^{-3} - x} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

A kapott másodfokú egyenletnek a (kémiaailag értelmezhető) megoldása:  $x = 1,00 \cdot 10^{-3}$

A hígított oldatban a hidroxidionok koncentrációja:  $[\text{OH}^-]_e = 1,00 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$

A hígított oldat pOH-ja:  $\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-]_e = 3,00$

A hígított oldat pH-ja: **pH = 14,00 – pOH = 11,00**

**5.** Egy propán és dimetil-amint tartalmazó gázelegyet oxigéngázban tökéletesen elégetve a keletkező füstgáz szén-dioxidot, vízgőzt, nitrogént és oxigént tartalmaz.

a) Határozd meg a kiindulási gázelegy anyagmennyiség-százalékos összetételét, ha a tökéletes égés során  $\frac{46}{7}$ -szer annyi szén-dioxid-molekula keletkezik, mint nitrogénmolekula!

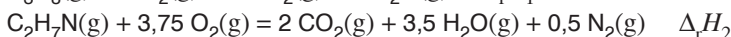
b) Mennyi hő szabadul fel  $9,80 \text{ dm}^3$  standardállapotú ( $25,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $10^5 \text{ Pa}$ ) gázelegy tökéletes elégetésekor?

$$\Delta_k H[\text{CO}_2(\text{g})] = -394 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}, \quad \Delta_k H[\text{H}_2\text{O}(\text{g})] = -242 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}, \quad \Delta_k H[\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})] = -105 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}},$$

$$\Delta_k H[\text{C}_2\text{H}_7\text{N}(\text{g})] = -19,0 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

#### MEGOLDÁS:

a) A két szénvegyület tökéletes égésének termokémiai egyenlete:



Vegyünk 1 mol gázelegyet, ebben legyen  $x$  mol propán és  $(1 - x)$  mol amin.

A propán égésekor keletkező

– szén-dioxid anyagmennyisége:  $3x$  mol

– nitrogén anyagmennyisége: 0 mol

Az amin égésekor keletkező

– szén-dioxid anyagmennyisége:  $2 \cdot (1 - x)$  mol

– nitrogén anyagmennyisége:  $0,5 \cdot (1 - x)$  mol

A gázelegy égésekor keletkező

– szén-dioxid anyagmennyisége:  $n(\text{CO}_2) = 3x \text{ mol} + 2 \cdot (1 - x) \text{ mol} = (2 + x) \text{ mol}$

– nitrogén anyagmennyisége:  $n(\text{N}_2) = 0 \text{ mol} + 0,5 \cdot (1 - x) \text{ mol} = (0,5 - 0,5x) \text{ mol}$

A szén-dioxid- és a nitrogénmolekulák arányára felírhatjuk a következő egyenletet:

$$\frac{2 + x}{0,5 - 0,5x} = \frac{46}{7}$$

$$\text{ebből } x = 0,300$$

A gázelegy anyagmennyiség-százalékos összetétele:

$$x\%(\text{C}_3\text{H}_8) = \frac{0,300 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100\% = \mathbf{30,0\%}$$

$$x\%(\text{C}_2\text{H}_7\text{N}) = \frac{0,700 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} \cdot 100\% = \mathbf{70,0\%}$$



- b) Avogadro törvénye miatt a térfogatarányok megegyeznek az anyagmennyiség-arányokkal.  
( $\varphi\% = x\%$ )

A gázelegyben lévő propán

$$\text{– térfogata: } V(\text{C}_3\text{H}_8) = \frac{9,80 \text{ dm}^3}{100} \cdot 30,0 = 2,94 \text{ dm}^3$$

$$\text{– anyagmennyisége: } n(\text{C}_3\text{H}_8) = \frac{V(\text{C}_3\text{H}_8)}{V_m} = \frac{2,94 \text{ dm}^3}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 0,120 \text{ mol}$$

A gázelegyben levő dimetil-amin

$$\text{– térfogata: } V(\text{C}_2\text{H}_7\text{N}) = \frac{9,80 \text{ dm}^3}{100} \cdot 70,0 = 6,86 \text{ dm}^3$$

$$\text{– anyagmennyisége: } n(\text{C}_2\text{H}_7\text{N}) = \frac{V(\text{C}_2\text{H}_7\text{N})}{V_m} = \frac{6,86 \text{ dm}^3}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 0,280 \text{ mol}$$

A propán tökéletes égésének reakcióhője:

$$\Delta_r H_1 = 3 \cdot \left(-394 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right) + 4 \cdot \left(-242 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right) - \left(-105 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right) = -2045 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

0,12 mol propán égését kísérő hőváltozás:

$$\Delta H_1 = n(\text{C}_3\text{H}_8) \cdot \Delta_r H_1 = 0,12 \text{ mol} \cdot \left(-2045 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right) = -245,4 \text{ kJ}$$

A dimetil-amin tökéletes égésének reakcióhője:

$$\Delta_r H_2 = 2 \cdot \left(-394 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right) + 3,5 \cdot \left(-242 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right) - \left(-19 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right) = -1616 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

0,28 mol dimetil-amin égését kísérő hőváltozás:

$$\Delta H_2 = n(\text{C}_2\text{H}_7\text{N}) \cdot \Delta_r H_2 = 0,28 \text{ mol} \cdot \left(-1616 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right) = -452,5 \text{ kJ}$$

A gázelegy égését kísérő hőváltozás:  $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 = -697,9 \text{ kJ}$

9,80 dm<sup>3</sup> standardállapotú (25,0 °C, 10<sup>5</sup> Pa) gázelegy tökéletes elégetésekor **698 kJ** hő szabadul fel.

6. Egy telített, nyílt láncú, primer amin (alkil-amin) és egy azonos szénatomszámú alkén moláris tömegének összege  $129 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ .

a) Határozd meg az alkil-amin és az alkén molekulaképletét!

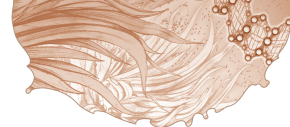
b) Rajzold fel mindkét vegyület lehetséges félkonstitúciós képletét (képleteit) és add meg azok nevét!

#### MEGOLDÁS:

a) Az általános összegképletek

– alkének:  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ ,

– alkil-aminok:  $\text{C}_n\text{H}_{2n+3}\text{N}$



Ezek moláris tömegére felírhatjuk a következő egyenletet:

$$M(C_nH_{2n+3}N) + M(C_nH_{2n}) = 129 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$12n \frac{\text{g}}{\text{mol}} + (2n + 3) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 14 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 12n \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2n \frac{\text{g}}{\text{mol}} =$$

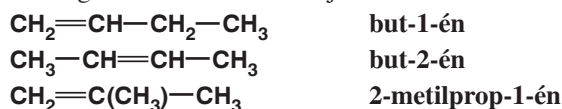
$$= 14n \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 17 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 14n \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 129 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

amelyek megoldása:  $n = 4$

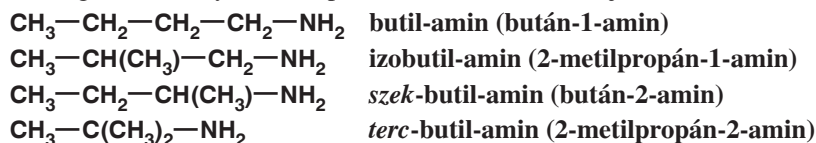
Az alkén molekulaképlete: **C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>**

Az alkil-amin molekulaképlete: **C<sub>4</sub>H<sub>11</sub>N**

b) A lehetséges alkének konstitúciója:



A lehetséges telített, nyílt láncú, primer aminok konstitúciója:



7. Egy egyértékű amint sztöchiometrikus mennyiségű oxigéngázban tökéletesen elégettünk. A forró füstgázt a kiindulási hőmérsékletre hűtve a kicsapódó vízgőz tömege 1,26 g volt. A maradék 1225 cm<sup>3</sup> 25,0 °C-os, standard nyomású füstgázt fölös mennyiségű tömény kálium-hidroxid-oldaton átvezetve, a térfogata az egyötödére csökkent.

- Határozd meg az amin molekulaképletét, ha tudjuk, hogy az amin kizárólag szenet, hidrogént és nitrogént tartalmaz!
- Add meg az amin nevét, ha a vizsgált amin a vele azonos összegképletű aminok közül a legnagyobb rendűségű!
- Számítsd ki a vizsgált amin bázisállandóját, ha tudjuk, hogy az amin 0,205  $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$  koncentrációjú oldatában a pH = 12,0!

#### MEGOLDÁS:

a) Az amin égésekor keletkező víz anyagmennyisége:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{1,26 \text{ g}}{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,07 \text{ mol}$$

ebben  $n(\text{H}) = 0,14$  mol hidrogénatom van.

A lúgoldaton való átvezetés után a füstgáz nitrogéntartalma marad meg, így az amin égésekor keletkező nitrogén

– térfogata:  $V(\text{N}_2) = \frac{1}{5} \cdot 1225 \text{ cm}^3 = 245 \text{ cm}^3$

– anyagmennyisége:  $n(\text{N}_2) = \frac{V(\text{N}_2)}{V_m} = \frac{0,245 \text{ dm}^3}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 0,01 \text{ mol}$

ebben  $n(\text{N}) = 0,02$  mol nitrogénatom van.