

### Zadanie 1

Obliczamy zawartość poszczególnych składników w 10 m<sup>3</sup> koncentratu:

Ca:

46 g Ca - 1 dm<sup>3</sup> roztworu  
x g Ca - 10000 dm<sup>3</sup> roztworu

$$x = 460000 \text{ g Ca}$$

analogicznie: P – 170000 g, K – 2120000 g, N – 1120000 g i Mg – 10000 g.

**a.** Jedynym źródłem fosforu jest Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · x H<sub>2</sub>O.

$$M(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 252 \text{ g/mol}$$

obliczamy masę soli:

2 x 31 g P - 252 g Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O  
170000 g P - x g Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O

$$x = 690,968 \text{ kg Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$$

**b.** Wapń pochodzi z dwóch związków: Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O i Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

$$M(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 164 \text{ g/mol}$$

Obliczamy zawartość Ca w 690,968 kg Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O:

40 g Ca - 252 g Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O  
x g Ca - 690968 g Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O

$$x = 109677 \text{ g Ca}$$

należy zatem dodać 460000 - 109677 g = 350323 g wapnia.

Ilość ta zawarta jest w:

40 g Ca - 1 mol Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>  
350323 Ca - x mol Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

$$x = 8758 \text{ mol Ca}(\text{NO}_3)_2$$

stanowi to:

1 mol Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> - 164 g Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>  
8758 mol Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> - x g Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

$$x = 1436312 \text{ g tej soli}$$

a zarazem:

$$\begin{array}{l} 5 \text{ mol Ca(NO}_3)_2 \quad - \quad 1 \text{ dm}^3 \text{ roztworu} \\ 8758 \text{ mol Ca(NO}_3)_2 \quad - \quad x \text{ dm}^3 \text{ roztworu} \end{array}$$

$x = 1751,6 \text{ dm}^3$  roztworu azotanu(V) wapnia o stężeniu 5 M, znając gęstość obliczamy masę tego roztworu:

$$\begin{array}{l} 1,31 \text{ g} \quad - \quad 1 \text{ cm}^3 \\ x \text{ g} \quad - \quad 1751600 \text{ cm}^3 \end{array}$$

$x = 2294,596 \text{ kg}$  roztworu  $\text{Ca(NO}_3)_2$  o stężeniu 5 M.

c. Potas w koncentracji pochodzi wyłącznie z  $\text{KNO}_3$ . Obliczamy masę  $\text{KNO}_3$  potrzebną do przygotowania pożywki:

$$M(\text{KNO}_3) = 101 \text{ g/mol}$$

$$\begin{array}{l} 2120000 \text{ g K} \quad - \quad x \text{ g KNO}_3 \\ 39 \text{ g K} \quad - \quad 101 \text{ g KNO}_3 \end{array}$$

$x = 5490256 \text{ g KNO}_3$ , ponieważ dostępna sól zawiera 10% nierozpuszczalnych zanieczyszczeń, masa technicznego azotanu(V) potasu, potrzebna do produkcji wynosi:

$$\begin{array}{l} 5490256 \text{ g} \quad - \quad 90\% \\ x \text{ g} \quad - \quad 100\% \end{array}$$

$x = 6100,284 \text{ kg}$  technicznej saletry potasowej.

d. Jedyнным używanym w produkcji źródłem magnezu jest uwodniony  $\text{MgSO}_4$ . Obliczamy ilość moli wody (n) przypadających na 1 mol  $\text{MgSO}_4$ . Wiemy, że uwodniona sól zawiera 71,54% tlenu.

$$M(\text{MgSO}_4) = 120 \text{ g/mol}$$

$$0,7154 = (4 \cdot 16 + 16 \cdot n) / (120 + 18 \cdot n)$$

rozwiązując powyższe równanie uzyskujemy  $n = 7$ . Dostępna sól jest zatem heptahydratem. Obliczamy potrzebną ilość  $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$ :

$$M(\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}) = 246 \text{ g/mol}$$

$$\begin{array}{l} 24 \text{ g Mg} \quad - \quad 246 \text{ g MgSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O} \\ 10000 \text{ g Mg} \quad - \quad x \text{ g MgSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O} \end{array}$$

$x = 102,500 \text{ kg MgSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$

e. Azot w pożywnce pochodzi z  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{KNO}_3$  i  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Obliczamy ilość azotu pochodzącą z użytego  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ :

$$\begin{array}{rcl} 164 \text{ g } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 & - & 2 \cdot 14 \text{ g N} \\ 1436312 \text{ Ca}(\text{NO}_3)_2 & - & x \text{ g N} \end{array}$$

$$x = 245224 \text{ g N}$$

oraz z  $\text{KNO}_3$ :

$$\begin{array}{rcl} 101 \text{ g } \text{KNO}_3 & - & 14 \text{ g N} \\ 5490256 \text{ g } \text{KNO}_3 & - & x \text{ g N} \end{array}$$

$$x = 761026 \text{ g N}$$

Musimy dodać azotan(V) amonu, zawierający  $1120000 - (245224 + 761026) = 113750 \text{ g}$  azotu.

$$M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 80 \text{ g/mol}$$

$$\begin{array}{rcl} 80 \text{ g } \text{NH}_4\text{NO}_3 & - & 28 \text{ g N} \\ x \text{ g} & - & 113750 \text{ g N} \end{array}$$

$$x = 325,000 \text{ kg } \text{NH}_4\text{NO}_3$$

f. Całkowita masa roztworu wynosi  $10000000 \cdot 1,46 = 14600000 \text{ g}$ .

Do produkcji użyto  $325,000 + 102,500 + 5490,256 + 2294,596 + 690,967 = 8903,320 \text{ kg}$  składników rozpuszczalnych.

Należy zatem dodać  $14600,000 - 8903,320 = 5696,680 \text{ kg}$  wody.

#### **PUNKTACJA:**

- za obliczenie potrzebnych ilości każdej z soli – po 2 pkt.
- za obliczenie masy wody – 3 pkt.

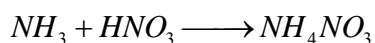
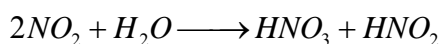
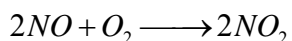
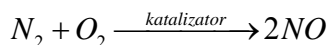
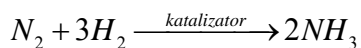
#### **Najczęstsze błędy:**

- wliczanie do końcowej masy roztworu nierozpuszczalnych składników technicznego  $\text{KNO}_3$ ;
- błędny zapis wzoru diwodorofosforanu(V) wapnia;
- nieuwzględnianie wody hydratacyjnej w obliczeniach.

## Zadanie 2

Akceptowano dowolną, merytorycznie poprawną, drogę syntezy, spełniającą warunki zadania:

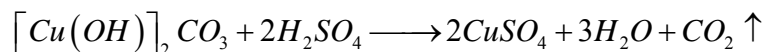
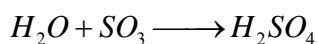
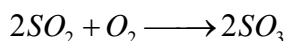
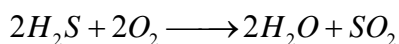
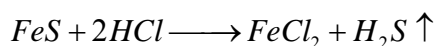
a.



### Najczęstsze błędy:

- otrzymywanie  $N_2O_5$  w reakcji  $N_2$  z  $O_2$

b.



### Najczęstsze błędy:

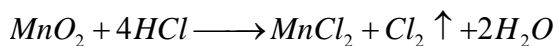
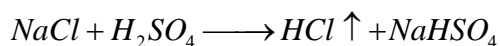
- termiczny rozkład FeS na Fe i S;

- utlenianie FeS do Fe i  $SO_2$  (lub FeO i S);

- stosowanie kwasu utleniającego ( $HNO_3$ ) do wydzielania  $H_2S$  z siarczku żelaza;

- błędny zapis wzoru węglanu hydroksomiedzi(II)

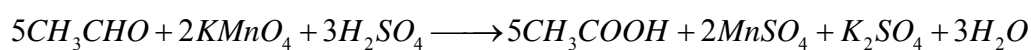
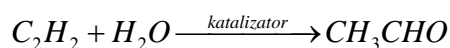
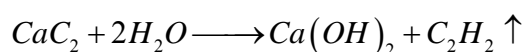
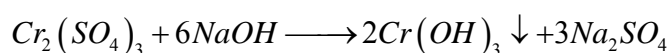
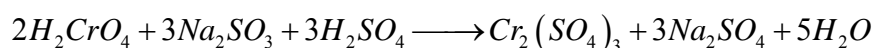
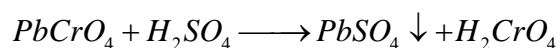
c.



### Najczęstsze błędy:

- redukcja  $Mn^{IV}$  do  $Mn^{II}$  bez jednoczesnego utlenienia innego atomu

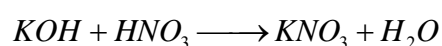
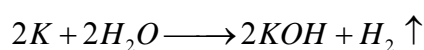
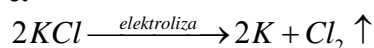
d.



#### Najczęstsze błędy:

- redukcja  $Cr^{IV}$  do  $Cr^{III}$  za pomocą  $H_2O_2$ ;
- brak współczynników w reakcjach otrzymywania kwasu octowego lub zapis reagentów w postaci [O];
- rozpuszczanie  $Cr_2O_3$  lub  $Cr$  w kwasie octowym.

e.

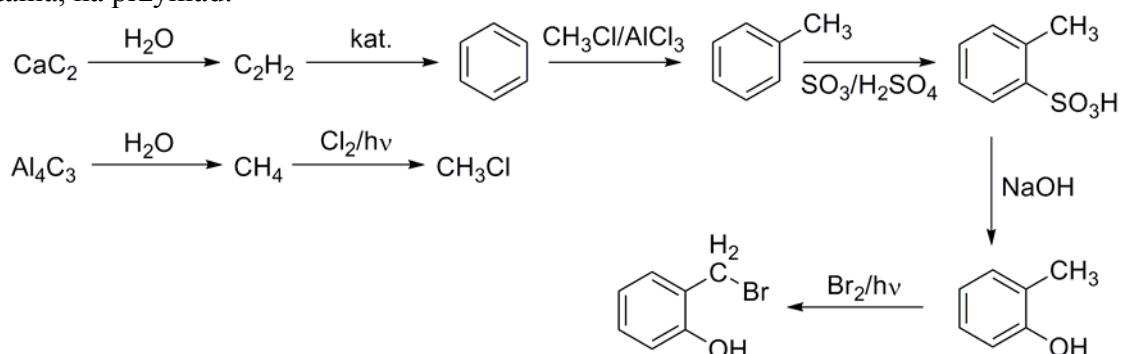


#### Najczęstsze błędy:

- wypieranie  $HCl$  z  $KCl$  za pomocą kwasu azotowego(V).

### Zadanie 3

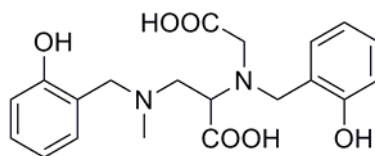
a. Akceptowano dowolną, merytorycznie poprawną, drogę syntezy, spełniającą warunki zadania, na przykład:



#### Najczęstsze błędy:

- niewłaściwa kolejność reakcji, na przykład wprowadzenie grupy  $Ar-OH$  w reakcji z  $NaOH$  w związku, zawierającym już ugrupowanie  $CH_2Br$

b. Akceptowano dowolny związek spełniający warunki zadania, na przykład:

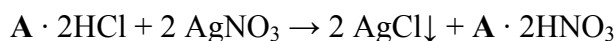


c. Związek **A** reaguje z NaOH w stosunku 1:4 (reakcji ulegają grupy karboksylowe i fenolowe). Zużyto  $0,0128 \cdot 1,01 = 0,012928$  mol NaOH. Przereagowało zatem  $0,012928/4 = 0,003232$  mol **A**. Stężenie molowe roztworu związku **A** wynosi  $0,003232/0,01 = 0,3232$  M.

**Najczęstsze błędy:**

- zakładanie błędnej stechiometrii reakcji (1:2)

d. Równanie reakcji:



$$M(\text{AgCl}) = 143,5 \text{ g/mol}$$

$$\begin{array}{rcl} 0,5950 \text{ g AgCl} & - & x \text{ mol} \\ 143,5 \text{ g AgCl} & - & 1 \text{ mol} \end{array}$$

$$x = 0,004146 \text{ mol AgCl}$$

Ilość moli **A** wynosi  $0,004146/2 = 0,002073$  mol

$$M(\mathbf{A}) = 388 \text{ g/mol}$$

$$M(\mathbf{A} \cdot 2\text{HCl}) = 461 \text{ g/mol}$$

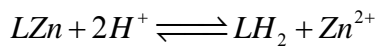
W 1 g  $\mathbf{A} \cdot 2\text{HCl} \cdot n\text{H}_2\text{O}$  zawartych jest  $0,002073 \cdot 461 = 0,95565$  g  $\mathbf{A} \cdot 2\text{HCl}$ ; resztę, czyli  $1 - 0,95565 = 0,04435$  g stanowi woda. Ilość moli wody w 1 g wodzianu wynosi  $0,04435/18 = 0,002464$  mol. Na jeden mol cząsteczek **A** przypada zatem 1,2 mola cząsteczek wody.

**PUNKTACJA:**

- 20 pkt
- 2 pkt.
- 5 pkt.
- 8 pkt.

#### Zadanie 4

Zapiszmy równanie reakcji w postaci skróconej:



Wyrażenie na stałą równowagi ma postać:

$$K = \frac{[Zn^{2+}][LH_2]}{[LZn][H^+]^2}$$

$$M(LZn) = 275 \text{ g/mol}$$

Początkowe stężenie cynkotoksu  $[LZn]_0$  wynosi  $0,01/275 = 3,63 \cdot 10^{-5}$  M. Ponieważ pH pożywki wynosi 5, stężenie jonów wodorowych w stanie równowagi wynosi  $10^{-5}$  M. Z równania reakcji wynika, że stężenia  $[Zn^{2+}]$  i  $[LH_2]$  są równe, zatem:

$$K = \frac{[Zn^{2+}][LH_2]}{[LZn][H^+]^2} = \frac{[Zn^{2+}]^2}{([LZn]_0 - [Zn^{2+}]][H^+]^2} = \frac{[Zn^{2+}]^2}{(3,64 \cdot 10^{-5} - [Zn^{2+}]) \cdot 10^{-10}} = 10^{-4}$$

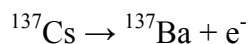
$$[Zn^{2+}]^2 + 10^{-14} \cdot [Zn^{2+}] - 3,64 \cdot 10^{-19} = 0$$

Po rozwiązaniu równania kwadratowego otrzymujemy  $[Zn^{2+}] = 6 \cdot 10^{-10}$  M.

#### Najczęstsze błędy:

- przyjmowanie  $[LZn] = [LZn]_0$  bez uzasadnienia, tj. udowodnienia że  $[Zn^{2+}] \ll [LZn]_0$ ;
- przyjmowanie  $[H^+] = 10^{-5} - [Zn^{2+}]$ ;
- pomijanie potęgi przy  $[H^+]$ .

#### Zadanie 5



Wyrażenie na kinetykę rozpadu promieniotwórczego ma postać:

$$\frac{N}{N_0} = 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$$

ponieważ aktywność wynosi 1400 Bq, czyli 1400 rozpadów na sekundę oznacza to, że w czasie 1 s ubywa 1400 atomów cezu-137, zatem  $N = N_0 - 1400$ .

$$T_{1/2} = 30 \text{ a} = 946728000 \text{ s}$$

$$N_0 - 1400 = N_0 \cdot 2^{\frac{1}{946728000}} = 0,99999999927 \cdot N_0$$

$$1400 = N_0 (1 - 0,99999999927) = 7,3 \cdot 10^{-10} N_0$$

zatem  $N_0 = 1,92 \cdot 10^{12}$  atomów  $^{137}\text{Cs}$ .

## Zadanie 6

Obliczamy masę molową **F**:

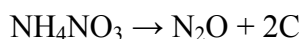
$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ m}^3 & - & 758,5 \text{ g} \\ 0,0224 \text{ m}^3 & - & x \text{ g} \end{array}$$

$$x = 17 \text{ g}$$

Masa molowa **F** wynosi zatem 17 g/mol. Ponieważ **F** zawiera azot, pozostałe atomy wchodzące w skład tej cząsteczki wnoszą 3 g/mol. Mogą to być tylko 3 atomy wodoru, zatem **F** to amoniak (azan) –  $\text{NH}_3$ .

Związek **B** zawiera 63,65% N i 36,35% O. Stosunek liczby atomów N do O ma się zatem jak  $63,65/14 : 36,35/16 = 4,5464 : 2,2719$  czyli 2:1. Zatem wzór empiryczny związku **B** ma postać  $\text{N}_2\text{O}$ . Z pierwszego równania rozkładu azotanu(V) amonu ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) wynika, że z 1 mola tej soli powstaje 1 mol **B**. Wzór empiryczny jest zatem wzorem rzeczywistym; **B** to tlenek azotu(I) –  $\text{N}_2\text{O}$ .

W wyniku reakcji:



powstają 2 cząsteczki **C**. W ich skład wchodzi w sumie 4 atomy wodoru i 2 atomy tlenu. **C** to zatem woda ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

Obliczamy masę molową związku **H**:

W 100 g roztworu 10% znajduje się 10 g substancji **H**. Roztwór ten zajmuje  $100/1,054 = 94,88 \text{ cm}^3$ . W  $1 \text{ dm}^3$  znajduje się zatem:

$$\begin{array}{rcl} 10 \text{ g H} & - & 94,88 \text{ cm}^3 \text{ roztworu} \\ x \text{ g H} & - & 1000 \text{ cm}^3 \end{array}$$

$$x = 105,4 \text{ g, zatem:}$$

$$\begin{array}{rcl} 105,4 \text{ g H} & - & 1,673 \text{ mol} \\ x \text{ g H} & - & 1 \text{ mol} \end{array}$$

$$x = 63 \text{ g}$$

Masa molowa związku **H** wynosi 63 g/mol. Możemy zatem, wykorzystując informacje zawarte w zadaniu, zidentyfikować **H** jako kwas azotowy(V) –  $\text{HNO}_3$ .

Związek **D** to zatem  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_4$  lub  $\text{N}_2\text{O}_3$ , przy czym tylko pierwszy (tlenek azotu(IV)) spełnia warunki zadania.

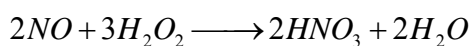
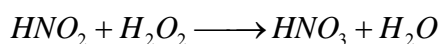
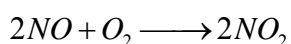
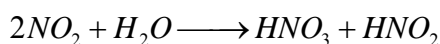
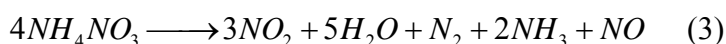
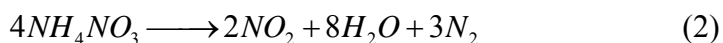
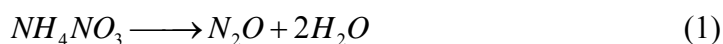
W reakcji  $\text{NO}_2$  z wodą tworzy się  $\text{HNO}_3$  i  $\text{HNO}_2$ . Możemy zatem zidentyfikować **I** jako kwas azotowy(III).



Ponieważ **G** ma mniejszą masę molową niż **D**, co wynika z informacji o gęstości tych związków oraz, utleniany tlenem z powietrza, tworzy  $\text{NO}_2$ , identyfikujemy **G** jako tlenek azotu(II) –  $\text{NO}$ .

Na podstawie charakterystyki **E** oraz bilansu równań rozkładu azotanu(V) amonu można zidentyfikować **E** jako azot cząsteczkowy –  $\text{N}_2$ .

Równania reakcji o których mowa w zadaniu:



$$M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 80 \text{ g/mol}$$

Obliczamy skład mieszaniny gazowej powstałej w wyniku rozkładu 10 g, czyli  $10/80 = 0,125$  mola  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ :

- w wyniku rozkładu  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  powstało:

$$n = pV/RT = (1362768 \cdot 0,001)/(8,314 \cdot 423) = 0,3875 \text{ mola produktów gazowych}$$

- bezwodny chlorek wapnia pochłania wodę obecną w produktach reakcji; zmiana masy odpowiada związaniu:

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

$$n = 3,8250/18 = \mathbf{0,2125 \text{ mola H}_2\text{O}}$$

- po adsorpcji mieszanina gazowa zawierała w sumie:

$$22,4 \quad - \quad 1 \text{ mol}$$

$$3,9225 \quad - \quad x \text{ mol}$$

$$x = 0,1750 \text{ mola składników}$$

W kwasie fosforowym związaniu ulega amoniak. Zmiana objętości o  $3,9225 - 3,3621 = 0,5604 \text{ dm}^3$  odpowiada sorpcji  $0,5604/22,4 = \mathbf{0,025 \text{ mola NH}_3}$ .

- w wyniku przepuszczenia przez wodę rozpuszczeniu ulegają  $\text{NO}_2$  i  $\text{NO}$ . W wyniku reakcji tworzy się roztwór zawierający  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$  i  $\text{NO}$ . Dysocjację  $\text{HNO}_2$  zanedbujemy. Obliczamy stężenie jonów  $\text{H}^+$ :

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = 1,90$$
$$[\text{H}^+] = 10^{-1,90} = 0,01259 \text{ M}$$

ilość moli jonów  $\text{H}^+$ :

$$\begin{array}{l} 1 \text{ dm}^3 \quad - \quad 0,01259 \text{ mol} \\ 2,5 \text{ dm}^3 \quad - \quad x \text{ mol} \end{array}$$

$$x = 0,03147 \text{ mol H}^+$$

Wszystkie jony  $\text{H}^+$  pochodzą z dysocjacji  $\text{HNO}_3$ , powstałego w wyniku dysproporcjonowania  $\text{NO}_2$  w reakcji z wodą. Znając stechiometrię tej reakcji obliczamy ilość moli  $\text{NO}_2$  w mieszaninie:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol HNO}_3 \quad - \quad 2 \text{ mol NO}_2 \\ 0,03147 \text{ mol} \quad - \quad x \text{ mol NO}_2 \end{array}$$

$$x = \mathbf{0,06295 \text{ mol NO}_2}$$

- po dodaniu do roztworu zawierającego  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$  i  $\text{NO}$  nadmiaru nadtlenu wodoru otrzymujemy roztwór  $\text{HNO}_3$ . Wiedząc, że całkowita ilość jonów  $\text{H}^+$  po tym procesie wynosi  $4,5165 \cdot 10^{22}$ , obliczamy ilość moli  $\text{NO}$ .

$$\begin{array}{l} 6,022 \cdot 10^{23} \quad - \quad 1 \text{ mol} \\ 4,5165 \cdot 10^{22} \quad - \quad x \text{ mol} \end{array}$$

$$x = 0,075 \text{ mol H}^+$$

Ponieważ  $0,06295 \text{ mol H}^+$  powstało w wyniku reakcji  $\text{NO}_2$  z wodą ( $0,03147 \text{ mol}$  w pierwszym etapie, kolejne  $0,03147 \text{ mol}$  po utlenianiu  $\text{HNO}_2$  nadtlaniem wodoru), ilość moli  $\text{NO}$  w mieszaninie gazowej wynosiła  $0,075 - 0,06295 = \mathbf{0,01205 \text{ mol NO}}$ .

- różnica:  $0,3875 - (0,2125 + 0,0250 + 0,06295 + 0,01205) = 0,0753 \text{ mol}$  to mieszanina  $\text{N}_2$  i  $\text{N}_2\text{O}$ . Skład tej mieszaniny obliczyć można na kilka sposobów. Wystarczy wykonać bilans tlenu w omawianym procesie.

W  $0,3875 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3$  zawartych jest  $3 \cdot 0,125 \text{ mol O} = 0,375 \text{ mol O}$

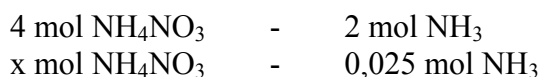
W produktach reakcji ilość moli  $\text{O}$  wynosi:  $n(\text{H}_2\text{O}) + n(\text{NO}) + 2 \cdot n(\text{NO}_2) + n(\text{N}_2\text{O}) = 0,375 \text{ mol}$ , zatem  $\mathbf{n(\text{N}_2\text{O}) = 0,025 \text{ mol}}$ .

Ilość moli azotu w mieszaninie to  $0,0753 - 0,025 = \mathbf{0,0503 \text{ mol N}_2}$ .

Znając skład mieszaniny gazowej, możemy obliczyć ilości moli  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ulegające rozkładowi w poszczególnych reakcjach.

Ponieważ w mieszaninie gazowej obecnych jest  $0,025 \text{ mol N}_2\text{O}$ , zatem w reakcji (1) rozkładowi ulega  $0,025 \text{ mol}$  azotanu(V) amonu.

Znając ilość powstałego  $\text{NH}_3$  możemy obliczyć udział reakcji (3) w procesie rozkładu:

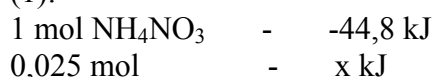


$$x = 0,05 \text{ mol } \text{NH}_4\text{NO}_3$$

Pozostała część  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ :  $0,125 - 0,025 - 0,05 = 0,05$  mol ulega rozkładowi w reakcji (2).

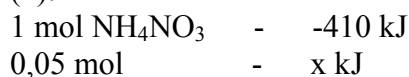
Obliczamy efekty energetyczne reakcji:

(1):



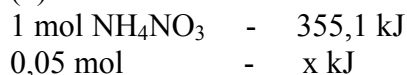
$$x_1 = -1,12 \text{ kJ}$$

(2):



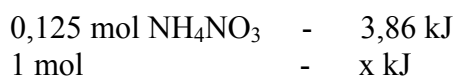
$$x_2 = -20,50 \text{ kJ}$$

(3):



$$x_3 = 17,76 \text{ kJ}$$

Całkowity efekt energetyczny rozkładu 0,125 mola  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  wynosi więc  $-1,12 + -20,5 + 17,76 = -3,86$  kJ. W wyniku rozkładu 1 mola  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  w podanych warunkach wydzielili się:



$$x = 30,88 \text{ kJ.}$$

### **PUNKTACJA:**

- za każdą nazwę i wzór związków B-I – po 1 pkt.
- za każde równanie reakcji – po 1 pkt.
- za obliczenie składu mieszaniny gazowej:  $\text{H}_2\text{O}$  i  $\text{NH}_3$  – po 2 pkt.;  $\text{NO}$  i  $\text{NO}_2$  – po 3 pkt.;  $\text{N}_2\text{O}$  i  $\text{N}_2$  – po 4 pkt.;
- za obliczenie efektu energetycznego rozkładu 1 mola  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  – 2 pkt.

### **Najczęstsze błędy:**

- podawanie nazw zwyczajowych (np.: podtlenek azotu);
- podawanie nazwy cząsteczka azotu zamiast azot lub azot cząsteczkowy dla  $\text{N}_2$ ;
- identyfikacja związków D i G jako  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$  lub  $\text{N}_2\text{O}_4$ .