

# IX Podkarpacki Konkurs Chemiczny – 2016/2017

ETAPI – 10.11.2016 r.      Godz. 10.00-12.00



**Uwaga!** Masy molowe pierwiastków podano na końcu zestawu.

## Zadanie 1 (11 pkt)

1. Liczba elektronów walencyjnych w atomach bromu ( $_{35}\text{Br}$ ) i manganu ( $_{25}\text{Mn}$ ) jest odpowiednio równa:
 

a)	<input type="checkbox"/>	7 i 2	
b)	<input checked="" type="checkbox"/>	7 i 7	1 pkt
c)	<input type="checkbox"/>	1 i 2	
d)	<input type="checkbox"/>	2 i 7	
  
2. Pewien tlenek zawiera 46,7% azotu, jest to:
 

a)	<input type="checkbox"/>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Masy molowe tlenków i zawartości procentowe azotu w tlenkach: M <sub>N<sub>2</sub>O<sub>5</sub></sub> = 108 g/mol; %N = (28 g/108 g)·100 = 25,9% M <sub>NO<sub>2</sub></sub> = 46 g/mol;    %N = (14 g/46 g)·100 = 30,4% M <sub>NO</sub> = 30 g/mol;      %N = (14 g/30 g)·100 = 46,7% M <sub>N<sub>2</sub>O</sub> = 44 g/mol;    %N = (28 g/44 g)·100 = 63,6%	
b)	<input type="checkbox"/>	NO <sub>2</sub>		
c)	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		
d)	<input type="checkbox"/>	N <sub>2</sub> O		
				1 pkt
  
3. 17,4 g MnO<sub>2</sub> ulega rozpuszczeniu po dodaniu roztworu:
 

a)	<input type="checkbox"/>	80 cm <sup>3</sup> HCl o stężeniu 1 mol/dm <sup>3</sup>	Reakcja rozpuszczania tlenku: $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$ Liczba moli tlenku: $n_{\text{MnO}_2} = 17,4 \text{ g} / 87 \text{ g/mol} = 0,2 \text{ mol}$ Liczba moli HCl: a) $n_{\text{HCl}} = 80 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot 1 \text{ mol/dm}^3 = 0,08 \text{ mol}$ b) $n_{\text{HCl}} = 80 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot 5 \text{ mol/dm}^3 = 0,4 \text{ mol}$ c) $n_{\text{HCl}} = 80 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot 10 \text{ mol/dm}^3 = 0,8 \text{ mol}$ d) $n_{\text{HCl}} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot 1 \text{ mol/dm}^3 = 0,008 \text{ mol}$	
b)	<input type="checkbox"/>	80 cm <sup>3</sup> HCl o stężeniu 5 mol/dm <sup>3</sup>		
c)	<input checked="" type="checkbox"/>	80 cm <sup>3</sup> HCl o stężeniu 10 mol/dm <sup>3</sup>		
d)	<input type="checkbox"/>	8 cm <sup>3</sup> HCl o stężeniu 1 mol/dm <sup>3</sup>		
				1 pkt
  
4. Stopień utlenienia azotu odpowiednio w amoniaku i kationie amonowym wynosi:
 

a)	<input type="checkbox"/>	-III i IV	
b)	<input type="checkbox"/>	-III i 0	
c)	<input type="checkbox"/>	-IV i -III	
d)	<input checked="" type="checkbox"/>	-III i -III	
  
5. W którą stronę przesunie się równowaga reakcji:
 
$$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons{\text{kat.}} 2\text{H}_2\text{O}$$

gdy: I – odtleni się układ, II – odwodni się układ, III – usunie się katalizator, IV – zwiększy się stężenia reagentów?

a)	<input checked="" type="checkbox"/>	I – w lewo, II – w prawo, III – bez zmian, IV – bez zmian	
b)	<input type="checkbox"/>	I – w prawo, II – w lewo, III – bez zmian, IV – bez zmian	1 pkt
c)	<input type="checkbox"/>	I – w lewo, II – w prawo, III – w prawo, IV – w lewo	
d)	<input type="checkbox"/>	I – w prawo, II – w prawo, III – w lewo, IV – w prawo	
  
6. Ile gramów ołowiu otrzymano w reakcji redukcji tlenku ołowiu(IV) wodorem jeżeli otrzymano 5,04 g wody?
 

a)	<input type="checkbox"/>	115,00 g	Reakcja redukcji tlenku ołowiu(IV): $\text{PbO}_2 + 2\text{H}_2 \longrightarrow \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{O}$ Liczba moli wydzielonej wody: $n_{\text{H}_2\text{O}} = 5,04 \text{ g} / 18 \text{ g} = 0,28 \text{ mol}$ Liczba mol wydzielonego ołowiu: $n_{\text{Pb}} = 0,28 \text{ mol} / 2 = 0,14 \text{ mol}$ Liczba gram wydzielonego ołowiu: $m_{\text{Pb}} = 0,14 \text{ mol} \cdot 207 \text{ g/mol} = 28,98 \text{ g}$	
b)	<input type="checkbox"/>	14,38 g		
c)	<input type="checkbox"/>	57,50 g		
d)	<input checked="" type="checkbox"/>	28,98 g		1 pkt

7. W zlewce znajduje się woda i lód. Powstały układ jest:
- homogeniczny i dwuskładnikowy
  - heterogeniczny i dwuskładnikowy
  - jednoskładnikowy i heterogeniczny
  - jednofazowy i homogeniczny
- 1 pkt
8. Które z poniższych stwierdzeń jest niepoprawne?  
Ozon jest:
- cięższy od powietrza
  - jest trwały
  - w wodzie rozpuszcza się lepiej od  $O_2$
  - w stanie gazowym jest niebieskawy, a w ciekłym – ciemnoniebieski
- 1 pkt
9. Produktem elektrolizy wodnego roztworu NaCl na katodzie rtęciowej jest:
- Na
  - $O_2$
  - $H_2$
  - $Cl_2$
- 1 pkt
10. Miedź o bardzo dużej czystości otrzymuje się w wyniku elektrorafinacji stosując jako elektrolit roztwór  $CuSO_4$ . Które z poniższych stwierdzeń są prawdziwe?
- Masa katody wzrasta w czasie elektrolizy
  - Jako anodę stosuje się zanieczyszczoną miedź
  - Masa katody maleje w czasie elektrolizy
  - Masa elektrod nie zmienia się w czasie elektrolizy
- 2 pkt

**Łącznie zadanie 1: 11 pkt**

### Zadanie 2 (24 pkt)

Rozpuszczalność substancji chemicznej (stałej, ciekłej, gazowej) jest wyrażana najczęściej jako maksymalna jej ilość (w gramach, molach lub ich pod- i nad-wielokrotnościach) rozpuszczoną w określonej masie lub objętości rozpuszczalnika/roztworu w ściśle określonych warunkach temperatury i ciśnienia. W przypadku trudno rozpuszczalnych substancji jonowych do określania rozpuszczalności stosuje się najczęściej iloczyn rozpuszczalności.

- A).**
- Po odparowaniu do sucha  $60 \text{ cm}^3$  nasyconego roztworu o gęstości  $1,22 \text{ g/cm}^3$  ( $20^\circ\text{C}$ ), otrzymano  $4,85 \text{ g}$  substancji. Obliczyć rozpuszczalność ( $\text{g}/100 \text{ g}$  wody) tej substancji w  $20^\circ\text{C}$ .
  - Rozpuszczalność chlorku amonu wynosi odpowiednio:  $33,3$  ( $10^\circ\text{C}$ ) i  $55,2$  ( $60^\circ\text{C}$ )  $\text{g}/100 \text{ g}$  wody. Zmieszano ze sobą w temp.  $40^\circ\text{C}$  dwa roztwory  $NH_4Cl$ :  $300 \text{ g}$   $25\%$ -go oraz  $200 \text{ g}$   $30\%$ -go uzyskując roztwór (3). Oblicz dla otrzymanego roztworu:
    - masę ( $\text{g}$ ) wydzielonego  $NH_4Cl$  po osiągnięciu przez roztwór końcowy temp.  $10^\circ\text{C}$ .
    - masę ( $\text{g}$ )  $NH_4Cl$  który można dodatkowo rozpuścić w roztworze (3) w temperaturze  $60^\circ\text{C}$ .
  - Rozpuszczalność ( $\text{g}$  postaci bezwodnej/ $100 \text{ g}$   $H_2O$ ) chlorku kobaltu(II) w temp.  $20^\circ\text{C}$  wynosi  $52,9$ . Obliczyć ile ( $\text{g}$ ) heksahydratu chlorku kobaltu(II) należy rozpuścić w wodzie, aby otrzymać  $200 \text{ cm}^3$  roztworu nasyconego w podanej temperaturze (gęstość  $r$ -ru  $1 \text{ g/cm}^3$ ). Wynik podać z dokładnością do jednego miejsca po przecinku.

B).

W tabeli podano wartości iloczynów rozpuszczalności czterech substancji w temperaturze 25°C.

Substancja	Ir
AgCl	$1,6 \cdot 10^{-10}$
MnS	$5,6 \cdot 10^{-16}$
Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	$4,1 \cdot 10^{-12}$
MgNH <sub>4</sub> PO <sub>4</sub>	$2,5 \cdot 10^{-13}$

- Zapisz równania wyrażające iloczyny rozpuszczalności tych substancji.
- Oblicz stężenie molowe nasyconego roztworu AgCl w temperaturze 25°C.
- Odpowiedz na pytania (**TAK/NIE**)
  - Czy porównując jedynie wartości iloczynów rozpuszczalności AgCl i MnS można jednoznacznie określić, która substancja jest lepiej rozpuszczalna?
  - Czy porównując jedynie wartości iloczynów rozpuszczalności Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> i MgNH<sub>4</sub>PO<sub>4</sub> można jednoznacznie określić, która substancja jest lepiej rozpuszczalna?
- Wykonując obliczenia ustal, czy w wyniku zmieszania ze sobą równych objętości roztworów: AgNO<sub>3</sub> o stężeniu 0,0001 mol/dm<sup>3</sup> i K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> o stężeniu 0,0002 mol/dm<sup>3</sup> nastąpi wytrącenie osadu.
- Oblicz rozpuszczalność [wyrażoną w g/dm<sup>3</sup>] MgNH<sub>4</sub>PO<sub>4</sub> w temperaturze 25°C.

Przykładowe rozwiązanie:

A).

- 60 cm<sup>3</sup> r-ru (gęstość 1,22 g/cm<sup>3</sup>) – 73,20 g r-ru – 4,85 g substancji rozpuszczonej – 68,35 g H<sub>2</sub>O  
x [g] substancji rozpuszczonej – 100 g H<sub>2</sub>O  

---

**x = 7,096 g substancji rozpuszczonej**      2 pkt

- Roztwory wyjściowe (40°C)

$$\begin{array}{l} \text{R-r (1): } 100 \text{ g r-ru} - 25 \text{ g NH}_4\text{Cl} \\ 300 \text{ g r-ru} - x \\ \hline x = 75 \text{ g NH}_4\text{Cl,} \quad \text{masa wody w roztworze: } 300 \text{ g} - 75 \text{ g} = 225 \text{ g.} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{R-r (2): } 100 \text{ g r-ru} - 30 \text{ g NH}_4\text{Cl} \\ 200 \text{ g r-ru} - x \\ \hline x = 60 \text{ g NH}_4\text{Cl,} \quad \text{masa wody w roztworze: } 200 \text{ g} - 60 \text{ g} = 140 \text{ g.} \end{array}$$

Roztwór końcowy

R-r (3) po zmieszaniu:

$$\text{masa NH}_4\text{Cl} = 75 \text{ g} + 60 \text{ g} = 135 \text{ g; masa wody} = 225 \text{ g} + 140 \text{ g} = 365 \text{ g} \quad 1 \text{ pkt}$$

- Ochłodzenie roztworu (3) do temp. 10°C:

$$\begin{array}{l} 33,3 \text{ g NH}_4\text{Cl} - 100 \text{ g H}_2\text{O} \\ x \quad \quad \quad - 365 \text{ g H}_2\text{O} \\ \hline x = 121,55 \text{ g NH}_4\text{Cl; } \text{masa wydzielonego NH}_4\text{Cl: } m = 135 \text{ g} - 121,55 \text{ g} = \mathbf{13,45 \text{ g}} \quad 2 \text{ pkt} \end{array}$$

- Podgrzanie roztworu (3) do temp. 60°C:

$$\begin{array}{l} 55,2 \text{ g NH}_4\text{Cl} - 100 \text{ g H}_2\text{O} \\ x \quad \quad \quad - 365 \text{ g H}_2\text{O} \\ \hline x = 201,48 \text{ g NH}_4\text{Cl; } \text{masa dodatkowo rozpuszczonego NH}_4\text{Cl: } m = 201,48 \text{ g} - 135 \text{ g} = \mathbf{66,48 \text{ g NH}_4\text{Cl}} \quad 2 \text{ pkt} \end{array}$$

- c. Rozpuszczalność bezwodnej soli:  $s = 52,9 \text{ g CoCl}_2/100 \text{ g H}_2\text{O}$ . Z rozpuszczalności soli wynika, że:

$$\frac{52,9 \text{ g CoCl}_2 - 100 \text{ g H}_2\text{O} - 152,9 \text{ g r-ru } (d = 1/\text{g/cm}^3) - 152,9 \text{ cm}^3 \text{ r-ru}}{x \text{ g CoCl}_2 - \quad \quad \quad 200 \text{ cm}^3 \text{ r-ru}}$$

$$x = 69,2 \text{ g CoCl}_2$$

1 pkt

Ze stechiometrii wzoru rozpuszczanej substancji ( $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) wynika, że:

$$\frac{1 \text{ mol CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} - 129,9 \text{ g CoCl}_2 - 237,9 \text{ g CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}}{69,2 \text{ g CoCl}_2 - \quad \quad \quad x \text{ g CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}}$$

$$x = 126,7 \text{ g CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$$

3 pkt

**B).**

a.  $I_{\text{AgCl}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$

0,5 pkt

$$I_{\text{MnS}} = [\text{Mn}^{2+}][\text{S}^{2-}]$$

0,5 pkt

$$I_{\text{Ag}_2\text{CrO}_4} = [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}]$$

1 pkt

$$I_{\text{MgNH}_4\text{PO}_4} = [\text{Mg}^{2+}][\text{NH}_4^+][\text{PO}_4^{3-}]$$

1 pkt

b.  $I_{\text{AgCl}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] \quad [\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-] = x$

1 pkt

$$x^2 = 1,6 \cdot 10^{-10} \quad \text{stad: } x = \sqrt{1,6 \cdot 10^{-10}} = 1,27 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

1 pkt

Uzyskany wynik jest równocześnie stężeniem molowym nasyconego r-ru AgCl

- c. Poprawne określenia:

c1 – **TAK**

1 pkt

c2 – **NIE**

1 pkt

- d. Po zmieszaniu roztworów maksymalnie możliwe stężenia jonów  $\text{Ag}^+$  i  $\text{CrO}_4^{2-}$

wyniosą odpowiednio:  $c_{\text{Ag}^+} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$ ,  $c_{\text{CrO}_4^{2-}} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$

1 pkt

$$I_{\text{Ag}_2\text{CrO}_4} = [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}]$$

$$c_{\text{Ag}^+}^2 \cdot c_{\text{CrO}_4^{2-}} = (5 \cdot 10^{-5})^2 \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 2,5 \cdot 10^{-13}$$

1 pkt

$$2,5 \cdot 10^{-13} < I_{\text{Ag}_2\text{CrO}_4}$$

**Osad  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  się nie wytrąci**

1 pkt

e.  $I_{\text{MgNH}_4\text{PO}_4} = [\text{Mg}^{2+}][\text{NH}_4^+][\text{PO}_4^{3-}] \quad [\text{Mg}^{2+}] = [\text{NH}_4^+] = [\text{PO}_4^{3-}] = x$

1 pkt

$$x^3 = 2,5 \cdot 10^{-13} \quad \text{stad: } x = \sqrt[3]{2,5 \cdot 10^{-13}} = 6,30 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

1 pkt

$$M_{\text{MgNH}_4\text{PO}_4} = 137,3 \text{ g/mol}$$

$$\text{stad: } r_{\text{MgNH}_4\text{PO}_4/25^\circ\text{C}} = 137,3 \text{ g/mol} \cdot 6,30 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 = 8,65 \cdot 10^{-3} \text{ g/dm}^3$$

1 pkt

**Łącznie zadanie 2: 24 pkt**

### Zadanie 3 (10 pkt)

1,25 g mieszaniny siarczków kadmu i manganu przeprowadzono w siarczany(VI) tych metali, których łączna masa po wyprażeniu w temperaturze 400°C wynosiła 2,08 g. Oblicz zawartość procentową siarczku kadmu i siarczku manganu w mieszaninie. Wynik obliczeń należy zaokrąglić do jednego miejsca po przecinku.

Przykładowe rozwiązanie:

Reakcje prażenia siarczków:



x – masa CdS w mieszaninie siarczków,

(1,25 g – x) — masa MnS w mieszaninie siarczków

- $m_{\text{CdSO}_4}$  – masa siarczanu(VI) kadmu w mieszaninie siarczanów(VI):

$$M_{\text{CdS}} \text{ — } M_{\text{CdSO}_4}$$

$$x \text{ — } m_{\text{CdSO}_4}$$

$$m_{\text{CdSO}_4} = x \cdot M_{\text{CdSO}_4} / M_{\text{CdS}} = x \cdot 208,4 \text{ g} / 144,4 \text{ g} = 1,44 \cdot x \quad 2 \text{ pkt}$$

- masa siarczanu(VI) manganu ( $m_{\text{MnSO}_4}$ ) w mieszaninie siarczanów(VI):

$$M_{\text{MnS}} \text{ — } M_{\text{MnSO}_4}$$

$$(1,25 \text{ g} - x) \text{ — } m_{\text{MnSO}_4}$$

$$m_{\text{MnSO}_4} = (1,25 \text{ g} - x) M_{\text{MnSO}_4} / M_{\text{MnS}} = 1,25 \text{ g} \cdot (151 \text{ g} / 87 \text{ g}) - x \cdot (151 \text{ g} / 87 \text{ g}) = 2,17 \text{ g} - 1,74 \cdot x \quad 2 \text{ pkt}$$

- suma siarczanów(VI) kadmu i manganu w mieszaninie:

$$m_{\text{CdSO}_4} + m_{\text{MnSO}_4} = 2,08 \text{ g} = 1,44 \cdot x + 2,17 \text{ g} - 1,74 \cdot x =, \text{ stąd } 0,3 \cdot x = 0,09 \text{ g}$$

masa siarczku kadmu (x) w mieszaninie siarczków:

$$x = 0,09 \text{ g} / 0,3 = 0,3 \text{ g} \quad 1 \text{ pkt}$$

$$\text{masa siarczku manganu: } 1,25 \text{ g} - 0,3 \text{ g} = 0,95 \text{ g} \quad 1 \text{ pkt}$$

Zawartość procentowa siarczków:

$$\% \text{CdS} = (0,3 \text{ g} / 1,25 \text{ g}) \cdot 100\% = \mathbf{24,0\%} \quad 1 \text{ pkt}$$

$$\% \text{MnS} = (0,95 \text{ g} / 1,25 \text{ g}) \cdot 100\% = \mathbf{76,0\%} \quad 1 \text{ pkt}$$

**Łącznie zadanie 3: 10 pkt**

**Masy molowe (g/mol): H - 1; O - 16; N - 14; Mg - 24,3; P - 31; S - 32; Mn - 55; Cd - 112,4; Pb - 207.**