

VII Podkarpacki Konkurs Chemiczny – 2014/2015

ETAP I – 12.11.2014 r. Godz. 10.00-12.00



Uwaga! Masy molowe pierwiastków podano na końcu zestawu.

Zadanie 1

1. Który z podanych zestawów zawiera wyłącznie bezwodniki kwasowe?

- a) SO₂, Fe₂O₃, CO₂
b) SO₂, BaO, N₂O₅
c) K₂O, P₂O₅, N₂O₅
d) SO₂, P₂O₅, BaO
e) CO₂, P₂O₅, N₂O₅

2. Liczba masowa pewnego nuklidu wynosi 65, natomiast liczba elektronów w jego powłokach jest równa 30. Skład jądra atomu jest następujący:

- a) 31p 33n
b) 30p 35n
c) 29p 36n
d) 35p 30n

3. Jaki jest skład izotopowy (%) miedzi posiadającej masę atomową 63,55 u, jeżeli w jej skład wchodzi nuklidy ⁶³Cu oraz ⁶⁵Cu?

- a) 50,2% ⁶³Cu oraz 49,8% ⁶⁵Cu
b) 32,5% ⁶³Cu oraz 67,5% ⁶⁵Cu
c) 45% ⁶³Cu oraz 55% ⁶⁵Cu
d) 72,5% ⁶³Cu oraz 27,5% ⁶⁵Cu

Rozwiązanie
Masa atomowa miedzi (63,55 u) uwzględnia masy atomowe nuklidów tworzących ten pierwiastek.
Jeżeli: x-udział procentowy nuklidu ⁶³Cu w pierwiastku,
wówczas: $x \cdot 63 + (100-x) \cdot 65 = 100 \cdot 63,55$, stąd $x = 72,5\%$ (⁶³Cu) i 27,5% ⁶⁵Cu.

4. Zmiana entalpii reakcji w układzie zamkniętym jest ciepłem reakcji ($\Delta H = Q$), jeżeli proces zachodzi:

- a) w stałej temperaturze
b) przy stałej objętości
c) pod stałym ciśnieniem
d) w warunkach równowagi

5. Płytkę Cu o masie 15 g zanurzono do roztworu AgNO₃. Po reakcji masa płytki wzrosła o 0,15 g. Masa Cu, która „przeszła” do roztworu wynosi:

- a) 0,063 g
b) 1,543 g
c) 2,409 g
d) 0,679 g

Rozwiązanie
 $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ = \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$
Dla reakcji 1 mola Cu przyrost masy płytki wynosi:
 $\Delta m = 2 \cdot 107,87 \text{ g (Ag)} - 63,55 \text{ g (Cu)} = 152,19 \text{ g}$
Dla $\Delta m = 0,15 \text{ g}$, masa Cu = 0,063 g.

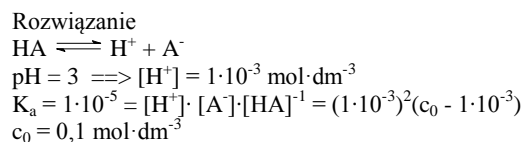
6. W siarczku wapnia stosunek masowy wapnia do siarki wynosi 5:4. Ile gramów wapnia, oraz ile gramów siarki zawierała mieszanina jeżeli po jej ogrzaniu otrzymano 5,49 g CaS?

- a) 3,05 g Ca i 2,44 g S
b) 1,49 g Ca i 4,00 g S
c) 6,10 g Ca i 4,88 g S
d) 2,44 g Ca i 3,05 g S

Rozwiązanie
Stosunek masy pierwiastków w CaS wskazuje, że
 $5 \text{ g Ca} - 4 \text{ g S} - 9 \text{ g CaS}$
 $\frac{x}{y} = \frac{5}{4} \Rightarrow \frac{x}{5,49 \text{ g CaS}} = \frac{5}{9}$
 $x = 3,05 \text{ g Ca}; y = 2,44 \text{ g S}$ (lub $m_S = 5,44 \text{ g} - m_{Ca}$).

7. Stężenie molowe wodnego roztworu słabego kwasu HA o stałej dysocjacji równej 10^{-5} i pH równym 3 wynosi:

- a) 1
b) 0,1
c) 0,01
d) 0,001



8. Konfigurację elektronową pierwiastka X można zapisać: $1s^2 2s^2 2p^3$. Pierwiastek o podobnych właściwościach będzie miał konfigurację:

- a) $1s^2 2s^2 2p^4$
b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
d) $1s^2 2s^2 2p^2$

9. Wskaż zbiór pierwiastków posiadających odmiany alotropowe:

- a) wapń, tlen, siarka, sód
b) tlen, siarka, wapń, fosfor
c) węgiel, tlen, beryl, siarka
d) siarka, węgiel, tlen, fosfor

10. Metaliczna miedź wrzucona do rozcieńczonego kwasu azotowego(V):

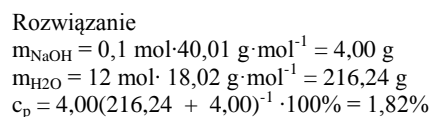
- a) nie reaguje, bo miedź jest mało aktywna
b) roztwarza się z wydzieleniem wodoru
c) roztwarza się z wydzieleniem tlenku azotu(II)
d) roztwarza się z wydzieleniem tlenku azotu(IV)

11. W celu otrzymania jonów chromianowych(VI) do roztworu dichromianu(VI) należy dodać:

- a) reduktor
b) utleniacz
c) zasadę
d) kwas

12. 0,1 mola wodorotlenku sodu rozpuszczono w 12 molach wody. Stężenie procentowe otrzymanego roztworu wynosi:

- a) 1,95%
b) 0,83%
c) 1,82%
d) 18,18%



Łącznie zadanie 1: 12 pkt

Zadanie 2

Stała równowagi reakcji $C + O_2 \rightleftharpoons CO_2$ w temperaturze 1750 K wynosi 0,3. Obliczyć stężenie molowe CO_2 i O_2 w stanie równowagi, jeżeli do zamkniętego reaktora o objętości 20 dm^3 wprowadzono 10 moli tlenu i 20 moli węgla.

Przykładowe rozwiązanie

Zgodnie z równaniem reakcji: $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)}$ 1 pkt
stała równowagi opisana jest równaniem:

$$K_c = \frac{[CO_2]}{[O_2]} \quad 2 \text{ pkt}$$

Z równania stechiometrycznego wynika, że 1 mol C reaguje z 1 molem O_2 i powstaje 1 mol CO_2 . Liczba moli reagentów w układzie wynosi:

	$C_{(s)}$	$O_{2(g)}$	$CO_{2(g)}$
Liczba moli początkowa	20	10	
Liczba moli które przereagowały	x	x	
Liczba moli w stanie równowagi	20-x	10-x	x

2 pkt

Stężenia molowe reagentów w stanie równowagi wynoszą:

$$[CO_2] = \frac{x}{V}, \quad [O_2] = \frac{10-x}{V} \quad 1 \text{ pkt}$$

Podstawiając do równania na stałą równowagi otrzymuje się:

$$K_c = \frac{[CO_2]}{[O_2]} = \frac{\frac{x}{V}}{\frac{10-x}{V}} = \frac{x}{10-x} = 0,3$$

oraz:

$$\frac{x}{10-x} = 0,3, \text{ stąd } x = 2,3 \text{ mol } CO_2 \quad 2 \text{ pkt}$$

Stężenia równowagowe szukanych reagentów wynoszą:

$$[CO_2] = \frac{x}{V} = \frac{2,3 \text{ mol}}{20 \text{ dm}^3} = 0,115 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$
$$[O_2] = \frac{10-x}{V} = \frac{(10-2,3) \text{ mol}}{20 \text{ dm}^3} = 0,385 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \quad 2 \text{ pkt}$$

Łącznie zadanie 2: 10 pkt

Zadanie 3

- A. Na mieszaninę tlenków MgO i BaO o łącznej masie 9,68 g podzielano kwasem azotowym(V). Do całkowitego rozpuszczenia tlenków zużyto 100 cm^3 kwasu o stężeniu $2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Obliczyć procentową zawartość tlenków w mieszaninie.
- B. Poniżej podano kilka informacji na temat pierwiastka E i jego związku z wodorem.
- Jednowartościowy pierwiastek E tworzy z wodorem związek o budowie jonowej, trwały do 720 K.
 - Podczas elektrolizy stopionego wodoru na anodzie wydziela się wodór.

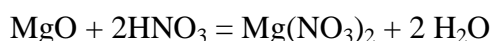
(iii). W wyniku energicznej reakcji próbki wodoru o masie 0,795 g ze 100 cm³ wody wydziela się 2240 cm³ wodoru odmierzonego w warunkach normalnych, a roztwór poreakcyjny zabarwia się pod wpływem fenoloftaleiny na malinowo.

Polecenia:

- Zapisz cząsteczkowe równanie reakcji wodoru pierwiastka **E** z wodą, a następnie na podstawie obliczeń ustal jego masę molową oraz wiedząc, że szukany pierwiastek **E** jest w zbiorze: węgiel, ołów, mangan, lit, chlor, krzem, podaj jego nazwę i symbol.
- Oblicz stężenie procentowe roztworu poreakcyjnego zawierającego produkt reakcji wodoru pierwiastka **E** z wodą.
- Ile cm³ 1-molowego HCl potrzeba na zobojętnienie roztworu poreakcyjnego?
- Napisz równania reakcji elektrodowych zachodzących podczas elektrolizy stopionego wodoru.
- Oblicz, ile sekund powinna trwać elektroliza stopionego wodoru prądem o natężeniu 5A aby otrzymać 1 g pierwiastka **E**. W obliczeniach przyjmij wartość stałej Faradaya równą 96500 C·mol⁻¹.

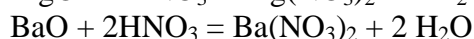
Przykładowe rozwiązanie

ad. A)



reakcja (1)

1 pkt



reakcja (2)

1 pkt

Masa tlenków i liczba moli zużytego HNO₃:

$$m_{\text{MgO}} + m_{\text{BaO}} = 9,68 \text{ g}$$

0,5 pkt

$$n_{\text{HNO}_3} = 0,1 \text{ dm}^3 \cdot 2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,2 \text{ mol}$$

0,5 pkt

Oznaczając przez:

x - masę MgO w mieszaninie,

(9,68 - x) - masę BaO w mieszaninie,

n₁ - ilość moli HNO₃ na rozpuszczenie MgO zgodnie z reakcją (1),

n₂ - ilość moli HNO₃ na rozpuszczenie BaO zgodnie z reakcją (2)

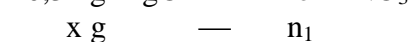
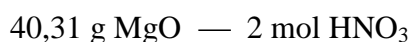
2 pkt

otrzymujemy zależność: n₁ + n₂ = 0,2 mol

(równanie 3)

1 pkt

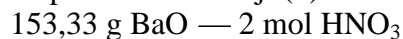
- na podstawie reakcji (1)



$$n_1 = 2x/40,31$$

1 pkt

- na podstawie reakcji (2)



$$n_2 = 2(9,68 - x)/153,33$$

1 pkt

Uwzględniając wyrażenia na n₁ i n₂, równanie (3) przyjmie postać:

$$2x/40,31 + 2(9,68 - x)/153,33 = 0,2$$

skąd:

$$x = m_{\text{MgO}} = 2,02 \text{ g, oraz } m_{\text{BaO}} = 9,68 - 2,02 = 7,66 \text{ g}$$

2 pkt

Procentowa zawartość tlenków w mieszaninie wynosi odpowiednio:

$$\% \text{ MgO} = (2,02/9,68)100\% = 20,83\%,$$

$$\% \text{ BaO} = (100\% - 20,83\%) = 79,17\%.$$

2 pkt

ad. B)**ad. a.** Symbol i nazwa pierwiastkaRównanie reakcji wodorku pierwiastka **E** z wodą:

Z równania reakcji (1):

$$\begin{array}{r} 1 \text{ mol EH} - m \text{ g EH} - 1 \text{ mol EOH} - 22,4 \text{ dm}^3 \text{ H}_2 \text{ (2 g)} \\ 0,795 \text{ g} - n_{\text{EOH}} - 2,24 \text{ dm}^3 \text{ H}_2 \text{ (0,2 g)} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} m_{\text{EH}} = 7,95 \text{ g} \Rightarrow M_{\text{EH}} = 7,95 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad 1 \text{ pkt} \\ M_{\text{EH}} = M_{\text{E}} + M_{\text{H}} = 7,95 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}, \text{ stąd } M_{\text{E}} = 6,94 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \Rightarrow \text{Lit (Li)} \quad 3 \text{ pkt} \end{array}$$

ad. b. Stężenie procentowe roztworu poreakcyjnego (roztwór wodorku litu)

Liczba moli i masa wodorotlenku litu

$$n_{\text{LiOH}} = 0,1 \text{ mol} \quad (M_{\text{LiOH}} = 23,95 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) \quad 1 \text{ pkt}$$

$$m_{\text{LiOH}} = n_{\text{LiOH}} \cdot M_{\text{LiOH}} = 0,1 \text{ mol} \cdot 23,95 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2,395 \text{ g} \quad 1 \text{ pkt}$$

Masa roztworu i stężenie procentowe LiOH:

$$m_r = m_{\text{wody}} + m_{\text{EH}} - m_{\text{H}_2}$$

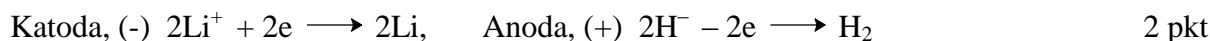
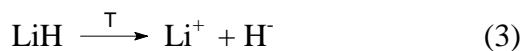
$$m_r = (100 + 0,795 - 0,2) \text{ g} = 100,595 \text{ g} \quad 1 \text{ pkt}$$

$$c_p = (2,395 : 100,595) \cdot 100\% = 2,38\% \quad 1 \text{ pkt}$$

ad. c. Objętość roztworu HCl zużyta na zobojętnienie roztworu poreakcyjnego

$$n_{\text{HCl}} = n_{\text{LiOH}} = 0,1 \text{ mol} \quad 1 \text{ pkt}$$

$$c_m = n/V, \Rightarrow V = n / c_m = 100 \text{ cm}^3 \text{ roztworu HCl} \quad 1 \text{ pkt}$$

ad. d. Równania reakcji elektrodowych**ad. e.** Czas trwania elektrolizy stopionego wodorku

$$m = k \cdot I \cdot t = (M/z \cdot F) \cdot I \cdot t \quad \Rightarrow \quad t = m \cdot z \cdot F \cdot M^{-1} \cdot I^{-1} \quad 1 \text{ pkt}$$

Dla: $m = 1 \text{ g}$, $M_{\text{Li}} = 6,94 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $z = 1$ (ładunek jonu), $F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$, $I = 5 \text{ A}$,czas trwania elektrolizy wynosi: $t = 2781 \text{ s}$ 1 pkt**Łącznie zadanie 3: 28 pkt**

Masy molowe ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$): H - 1,01; O - 16,00; Na - 23,00; Cu - 63,55; Ag - 107,87; MgO - 40,31;
BaO - 153,33; HNO_3 - 63,02.