

### III Podkarpacki Konkurs Chemiczny – 2010/11

ETAP II – 28.12.2010 r.

Godz. 10.00-12.00



#### Zadanie 1 (13 pkt.)

Wskaż poprawne odpowiedzi (poprawną odpowiedź) w poniższych pytaniach.

1. Masa 1 dm<sup>3</sup> gazowego węglowodoru w warunkach normalnych wynosi około 1,34 g. Węglowodorem tym jest:

- a)  etan
- b)  propan
- c)  pentan
- d)  heksan

2. Do zobojętnienia 200 cm<sup>3</sup> 2,5-molowego roztworu KOH należy użyć 2-molowego roztworu kwasu siarkowego(VI) w ilości:

- a)  100 cm<sup>3</sup>
- b)  125 cm<sup>3</sup>
- c)  150 cm<sup>3</sup>
- d)  175 cm<sup>3</sup>

3. W roztworze wodnym przeprowadzono następującą reakcję:



W reakcji wzięły udział:

- a)  wszystkie jony znajdujące się w roztworze
- b)  tylko jony  $\text{I}^-$ ,  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{H}^+$
- c)  tylko jony  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$
- d)  tylko jony  $\text{K}^+$ ,  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$

4. Szybkość reakcji przebiegającej według równania kinetycznego:  $v = k[\text{A}][\text{B}]^2$  po dwukrotnym zwiększeniu stężenia substancji A i dwukrotnym zmniejszeniu stężenia substancji B:

- a)  nie zmieni się
- b)  wzrośnie dwa razy
- c)  wzrośnie cztery razy
- d)  zmaleje dwa razy

5. Katalizator to substancja, która:

- a)  nie ma wpływu na energię aktywacji, ale zwiększa szybkość reakcji
- b)  podwyższa energię aktywacji i zwiększa szybkość reakcji
- c)  obniża energię aktywacji i zmniejsza szybkość reakcji
- d)  obniża energię aktywacji i zwiększa szybkość reakcji

6. Które poniższe zestawy zawierają substancje mogące pełnić rolę kwasów według teorii Brönsteda:

- a)   $\text{H}_2\text{O}, \text{HS}^-, \text{Br}^-$   
 b)   $\text{H}_2\text{S}, \text{NH}_3, \text{H}_3\text{O}^+$   
 c)   $\text{NH}_4^+, \text{H}_2\text{O}, \text{HCO}_3^-$   
 d)   $\text{HCl}, \text{H}_2\text{O}, \text{HS}^-$

7. Wskaźnik pH to:

- a)  substancja organiczna o skomplikowanej budowie, mająca charakter mocnego kwasu lub mocnej zasady, która po wprowadzeniu do roztworu zmienia stężenie jonów  $\text{H}^+$  w roztworze  
 b)  substancja organiczna o skomplikowanej budowie, mająca charakter słabego kwasu lub słabej zasady, która po wprowadzeniu do roztworu zmienia barwę w zależności od stężenia jonów  $\text{H}^+$  w roztworze  
 c)  substancja nieorganiczna o skomplikowanej budowie, mająca charakter słabego kwasu lub słabej zasady, która po wprowadzeniu do roztworu zmienia barwę w zależności od stężenia jonów  $\text{OH}^-$  w roztworze  
 d)  substancja organiczna o skomplikowanej budowie, mająca charakter mocnego kwasu lub mocnej zasady, która po wprowadzeniu do roztworu zmienia barwę w zależności od stężenia jonów  $\text{H}^+$  w roztworze

8. Stan równowagi chemicznej reakcji dysocjacji słabego elektrolitu charakteryzuje stała dysocjacji K. Wskaż prawdziwe stwierdzenie:

- a)  stała K jest charakterystyczna dla danego elektrolitu, jej wartość zależy od stężenia roztworu i od temperatury.  
 b)  stała K jest charakterystyczna dla grupy elektrolitów, jej wartość nie zależy od stężenia roztworu, zależy od temperatury.  
 c)  stała K jest charakterystyczna dla danego elektrolitu, jej wartość nie zależy od stężenia roztworu, zależy od temperatury.  
 d)  stała K nie jest charakterystyczna dla danego elektrolitu, ale jej wartość zależy od stężenia roztworu i od temperatury.

9. Dokonaj oceny właściwości tlenków wpisując w poniższej tabeli znak „+” jeżeli reakcja zachodzi lub znak „-” przy braku reakcji.

	$\text{SO}_2$	$\text{NO}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{N}_2\text{O}_5$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	$\text{Rb}_2\text{O}$
kwas	-	-	+	-	+	-	+
zasada	+	-	-	+	+	+	-
woda	+	-	+	+	-	-	+

10. Aminy uszeregowane według wzrastającej zasadowości zawiera zestaw:

- a)  anilina, metyloamina, dimetyloamina  
 b)  propyloamina, metyloamina, etyloamina  
 c)  N,N-dietyloanilina, N-etyloanilina, anilina  
 d)  propyloamina, izopropyloamina, butyloamina

11. Z wodotlenkiem sodu reagują:

- a)  alkohole i fenole
- b)  fenole i kwasy karboksylowe
- c)  alkohole i kwasy karboksylowe
- d)  etery i fenole

12. Próbie Tollensa ulegają:

- a)  aldehydy i ketony
- b)  aldehydy i metyloketony
- c)  aldehydy i kwas mrówkowy
- d)  aldehydy i wyższe kwasy tłuszczowe

Suma punktów: 13 pkt

### Zadanie 2 (40 pkt)

Związek **A** to bezbarwna, palna ciecz o charakterystycznym zapachu, była znana już w starożytności. Ma duże zastosowanie w gospodarstwie i przemyśle. W wodzie rozpuszcza się bez ograniczeń z wydzielaniem ciepła, krzepnie w temperaturze  $16,6^{\circ}\text{C}$  tworząc kryształy podobne do lodu. Przez wieki substancję **A** otrzymywano w procesie fermentacji przy udziale bakterii, np. *Acetobacter sp.* (zachodzi wówczas reakcja wyjaśniająca proces kwaśnienia wina, **reakcja 1**). Metoda ta jest stosowana do dziś w produkcji związku **A** w przemyśle spożywczym.

Związek **A** reaguje z głównym składnikiem wapieni dając między innymi nierozpuszczalny związek **B** (**reakcja 2**).

Podczas ogrzewania związku **B** powstają dwie substancje, z których jedna to związek **C** - izomer propanalu (**reakcja 3**). Jest to ciecz lotna, o charakterystycznym zapachu, która występuje m.in. w moczu chorych na cukrzycę. Zakwaszenie związku **C** kwasem siarkowym(VI) i dodanie manganianu(VII) potasu powoduje otrzymanie mieszaniny związków, w tym związku **A** (**reakcja 4**).

- a). Zidentyfikuj związki **A**, **B** i **C**. Podaj ich wzory, nazwy systematyczne i nazwy zwyczajowe.
- b). Zapisz zbilansowane cząsteczkowe równania reakcji, o których mowa w tekście (**reakcje 1-4**).
- c). Oblicz, ile razy zmieni się stopień dysocjacji związku **A**, jeżeli jego stężenie zmaleje z  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  do  $0,01 \text{ mol/dm}^3$  w roztworze wodnym (stała dysocjacji:  $K_a = 1,75 \cdot 10^{-5}$ ).
- d). W naczyniu otwartym ogrzewano 31,6 g związku **B**. Po przerwaniu ogrzewania stwierdzono, że masa mieszaniny reakcyjnej w naczyniu wynosi 25,8 g. Oblicz, ile procent związku **B** uległo rozkładowi?
- e). Oblicz, jaką objętość powietrza odcmierzonego w temp.  $27^{\circ}\text{C}$  i pod ciśnieniem 1030 hPa zużyje się do spalenia  $50 \text{ cm}^3$  związku **C** ( $d = 0,8 \text{ g/cm}^3$ ).
- f). W stanie gazowym 85,9 g związku **A** ulega częściowej dimeryzacji. Oblicz zawartość dimeru w % obj. wiedząc, że gęstość par tego związku (*stan gazowy*) w temperaturze 420 K i pod ciśnieniem  $p = 1013,25 \text{ hPa}$  wynosi  $2,49 \text{ g/dm}^3$ .
- g). Przeprowadzono elektrolizę wodnego roztworu soli, która powstaje w wyniku reakcji związku **A** z pewnym metalem. Kationy tej soli barwią płomień na kolor żółty. Przy katodzie pH jest większe od 10.
  - (i). Podaj wzór sumaryczny i nazwę soli. Wyjaśnij zmianę pH przy katodzie.
  - (ii). Oblicz masę soli (g) ulegającej elektrolizie wiedząc, że wydzielono  $67,2 \text{ dm}^3$  ditlenku węgla (warunki normalne).

- (iii). Wiedząc, że sól poddana elektrolizie występuje w postaci hydratu zawierającego 39,7% H<sub>2</sub>O, ustal wzór sumaryczny tego hydratu.

**Przykładowe rozwiązanie**

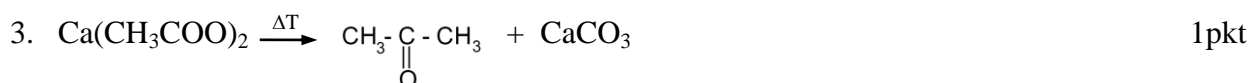
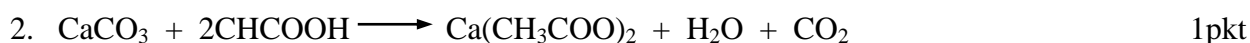
ad.a.

związek A: CH<sub>3</sub>COOH, kwas etanowy, kwas octowy 1pkt

związek B: Ca(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>, etanian wapnia, octan wapnia 1pkt

związek C:  $\text{CH}_3\text{-}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{-CH}_3$ , propanon, aceton, keton dimetylowy 1pkt

ad.b.



ad.c.

$$c_1/K_a = 0,1/1,75 \cdot 10^{-5} > 400$$

$$\alpha_1 = \sqrt{\frac{K_a}{c_1}} = \sqrt{\frac{1,75 \cdot 10^{-5}}{0,1}} = 0,013 \quad \text{1pkt}$$

$$c_2/K_2 = 0,01/1,75 \cdot 10^{-5} > 400$$

$$\alpha_2 = \sqrt{\frac{K_2}{c_2}} = \sqrt{\frac{1,75 \cdot 10^{-5}}{0,01}} = 0,042 \quad \text{1pkt}$$

$$\frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{0,042}{0,013} = 3,23 \quad - \quad \alpha \quad \text{wzrośnie 3,2 razy} \quad \text{1pkt}$$

ad.d.

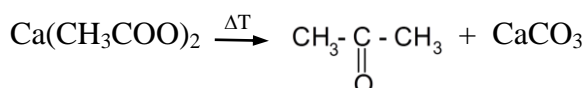
**wariant 1**

Masa wyjściowa związku **B** – 31,6 g

Rozkładowi ulega **x** (g) związku **B**. W tym czasie powstaje **y** (g) acetonu (*lotny w warunkach reakcji*) oraz **z** (g) CaCO<sub>3</sub>. Masa mieszaniny reakcyjnej po przerwaniu ogrzewania:

$$(31,6 - x) + z = 25,8 \text{ g} \quad \text{1pkt}$$

Obliczenia:



158 g octanu wapnia - 58 g acetonu - 100 g węglanu wapnia

$x$  (g) octanu wapnia -  $y$  (g) acetonu -  $z$  (g) węglanu wapnia

Równanie 1.  $158 \cdot y = 58 \cdot x$

Równanie 2.  $158 \cdot z = 100 \cdot x$

Równanie 3.  $(31,6 - x) + z = 25,8 \text{ g}$

1,5pkt

Wyniki obliczeń:

$x = 15,8 \text{ g}$  ( masa rozłożonego związku B)

0,5pkt

$y = 5,8 \text{ g}$  ( masa powstałego acetonu)

0,5pkt

$z = 10,0 \text{ g}$  ( masa powstałego węglanu wapnia)

0,5pkt

Wydajność reakcji rozkładu związku **B** (octanu wapnia) wynosi:

$\eta = (x/m_{\text{początkowe}}) \cdot 100\% = (15,8/31,6) \cdot 100\% = 50,0\%$

1pkt

### warian 2

Masa mieszaniny po zaprzestaniu ogrzewania wynosi 25,8 g. Masa acetonu (lotny w warunkach reakcji) wydzielonego podczas reakcji wynosi:

$31,6 \text{ g} - 25,8 \text{ g} = 5,8 \text{ g}$

1pkt

Masa rozłożonego octanu wapnia wynosi:

158 g octanu wapnia - 58 g acetonu

$x \text{ g octanu wapnia} - 5,8 \text{ g acetonu}$

2pkt

$x = 15,8 \text{ g}$

% rozkładu związku **B**:

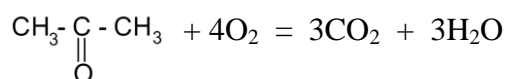
$\% \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = (15,8 \text{ g}/31,6 \text{ g}) \cdot 100\% = 50,0\%$

2pkt

ad.e.

$m_{\text{aceton}} = 50 \text{ cm}^3 \cdot 0,8 \text{ g/cm}^3 = 40 \text{ g}$

1pkt



1pkt

Zużycie tlenu w reakcji spalania acetonu w warunkach normalnych:

$58 \text{ g CH}_3\text{COCH}_3 - 4 \cdot 22,4 \text{ dm}^3 \text{ O}_2$

$40 \text{ g CH}_3\text{COCH}_3 - x \text{ dm}^3 \text{ O}_2$

2pkt

$x = 61,8 \text{ dm}^3 \text{ O}_2$

Objętość powietrza (dla zawartości tlenu 21%), warunki normalne:

$V_{\text{pow.}} = 61,8 \text{ dm}^3 \cdot 4,76 = 294 \text{ dm}^3$

1pkt

Dla temperatury  $t = 27^\circ\text{C}$  i  $p = 1030 \text{ hPa}$  objętość powietrza wynosi:

$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1}$$

1pkt

$$V_1 = \frac{p_0 \cdot V_0 \cdot T_1}{p_1 \cdot T_0} = \frac{1013 \text{ hPa} \cdot 294 \text{ dm}^3 \cdot 300\text{K}}{1030 \text{ hPa} \cdot 273\text{K}} = 318 \text{ dm}^3$$

1pkt

lub

Objętość powietrza (dla zawartości tlenu 20%), warunki normalne:

$$V_{\text{pow.}} = 61,8 \text{ dm}^3 \cdot 5 = 309 \text{ dm}^3.$$

Dla temperatury  $t = 27^\circ\text{C}$  i  $p = 1030 \text{ hPa}$ :

$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1}$$

$$V_1 = \frac{p_0 \cdot V_0 \cdot T_1}{p_1 \cdot T_0} = \frac{1013 \text{ hPa} \cdot 309 \text{ dm}^3 \cdot 300\text{K}}{1030 \text{ hPa} \cdot 273\text{K}} = 334 \text{ dm}^3$$

ad.f.

Związek A:  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $M_{\text{monomer}} = 60 \text{ g/mol}$ ,  $M_{\text{dimer}} = 2 \cdot 60 \text{ g/mol} = 120 \text{ g/mol}$

Dla mieszaniny monomeru i dimeru:

$$d = m/V$$

1 pkt

$$V = \frac{85,9 \text{ g}}{2,49 \text{ g/dm}^3} = 35,5 \text{ dm}^3$$

1pkt

Gęstości par monomeru i dimeru kwasu octowego wynoszą:

$$d_{\text{monomer}} = \frac{60 \text{ g/mol}}{34,5 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 1,74 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$$

1pkt

$$d_{\text{dimeru}} = \frac{120 \text{ g/mol}}{34,5 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 3,48 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$$

1pkt

Dla mieszaniny zawierającej  $x$  (% obj.) monomeru oraz  $(100-x)$ (% obj.) dimeru:

$$d_{\text{mieszaniny}} = (x/100) \cdot d_{\text{monomer}} + ((1-x)/100) \cdot d_{\text{dimer}}$$

2pkt

$$2,49 = (x \cdot 1,74)/100 + [(1-x) \cdot 3,48]/100$$

$$x = 56,9\% \text{ obj. (monomer) oraz } 43,1\% \text{ obj. (dimer)}$$

1pkt

ad.g.

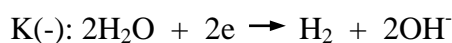
(i). Octan sodu,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .

1,5pkt

W reakcji katodowej powstają jony  $\text{OH}^-$  alkalizujące środowisko przy katodzie

1,5pkt

(ii).



1pkt



2·82 g  $\text{CH}_3\text{COONa}$  - 2·22,4  $\text{dm}^3$   $\text{CO}_2$

$$\frac{x \text{ g} - 67,2 \text{ dm}^3 \text{ CO}_2}{x = 246 \text{ g CH}_3\text{COONa}} \quad 1\text{pkt}$$

(iii).

Zawartość octanu sodu ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) w hydracie: 60,3% 1pkt

Masa molowa hydratu:

60,3% - 82 g

$$\frac{100\% - x}{x = 136 \text{ g (M = 136 g/mol)}} \quad 1\text{pkt}$$

x = 136 g (M = 136 g/mol)

Masa i liczba moli wody w hydracie:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 136 \text{ g} - 82 \text{ g} = 54 \text{ g} \quad 1\text{pkt}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{54 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 3 \text{ mol}$$

Wzór hydratu:  $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  1pkt

Suma punktów: 40 pkt

### Zadanie 3 (12 pkt)

Na próbkę stopu żelaza i miedzi o masie 5 g podzielano rozcieńczonym roztworem kwasu siarkowego(VI). Roztwór kwasu użyto w niewielkim nadmiarze. Otrzymaną mieszaninę przesączono. Następnie przesącz miareczkowano roztworem manganianu(VII) potasu o stężeniu 0,1  $\text{mol/dm}^3$ , zużywając 36  $\text{cm}^3$  tego roztworu.

a). Napisz cząsteczkowe równania reakcji jakie zaszły podczas opisanego doświadczenia (współczynniki reakcji z kwasem oraz reakcji z manganianem(VII) potasu w środowisku kwaśnym dobierz, stosując metodę bilansu elektronowego).

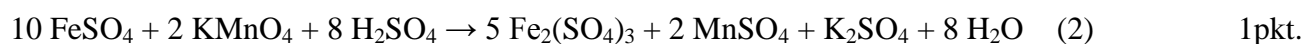
b). Podaj wzory substancji, które pełnią rolę utleniacza i reduktora w reakcji z udziałem manganianu(VII) potasu.

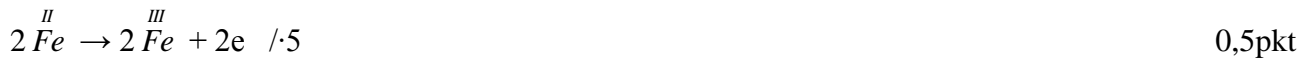
c). Oblicz skład procentowy stopu.

d). Oblicz objętość ( $\text{dm}^3$ ) zebranego gazu w temp.  $55^\circ\text{C}$  i pod ciśnieniem  $p = 1020 \text{ hPa}$ , jeżeli podczas reakcji roztwarzania stopu 20% gazu ucieka do atmosfery (stała gazowa  $R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ ).

#### Przykładowe rozwiązanie

ad.a.





ad.b.

Utleniacz:  $\text{KMnO}_4$  (lub  $\text{MnO}_4^-$ ) 0,5pkt

Reduktor:  $\text{FeSO}_4$  (lub  $\text{Fe}^{2+}$ ) 0,5pkt

ad.c.

Liczba moli zużytego titranta:

$$n = c \cdot V = 0,1 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,036 \text{ dm}^3 = 0,0036 \text{ mol KMnO}_4 \quad 1\text{pkt}$$

Z równania reakcji (2):

2 mol  $\text{KMnO}_4$  – 10 mol  $\text{FeSO}_4$

0,0036 mol – x 1pkt

$$\frac{0,0036 \text{ mol}}{2} = \frac{x}{10} \quad x = 0,018 \text{ mol FeSO}_4$$

Masa żelaza:

w 0,018 mol  $\text{FeSO}_4$  zawarte jest  $0,018 \text{ mol} \cdot 56 \text{ g/mol} = 1,008 \text{ g Fe}$

Skład stopu:

$$\% \text{Fe} = 1,008 \text{ g} \cdot 100\% / 5 \text{ g} = 20,16\% \quad 1\text{pkt}$$

$$\% \text{Cu} = (100 - 20,16)\% = 79,84\% \quad 1\text{pkt}$$

ad.d.

Z równania (1):

liczba moli powstałego  $\text{FeSO}_4$  równa się liczbie moli wydzielonego w reakcji wodoru, tzn.

$$n_{\text{FeSO}_4} = n_{\text{H}_2} = 0,018 \text{ mol} \quad 0,5\text{pkt}$$

Objętość **wydzielonego** gazu ( $\text{H}_2$ ) w reakcji (1):

$$V = nRT/p = (0,018 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 328 \text{ K}) / 1,02 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 4,81 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 0,481 \text{ dm}^3 \quad 2 \text{ pkt}$$

$$\text{Objętość zebranego gazu: } V_{\text{H}_2} = 0,8 \cdot 0,481 \text{ dm}^3 = 0,385 \text{ dm}^3 \quad 0,5\text{pkt}$$

Suma punktów: 12 pkt