

II Podkarpacki Konkurs Chemiczny – 2009/10

ETAP III – 6.03.2010 r. Godz. 10.00-13.00



Zadanie 1 (10 pkt.)

1. Wskaż szereg w którym związki ułożone są według wzrastającej polarności wiązania: 1 pkt
- a) SiBr₄, SiCl₄, SnCl₄, SnBr₄
b) SiBr₄, SiCl₄, SnBr₄, SnCl₄
c) SnCl₄, SnBr₄, SiCl₄, SiBr₄
d) SnBr₄, SnCl₄, SiBr₄, SiCl₄
2. Fenoloftaleina, która jest słabym kwasem (HInd , $K_a = 8 \cdot 10^{-10}$) ma fioletowe zabarwienie w roztworze o $\text{pH} > 10$, ponieważ: 1 pkt
- a) jest słabo zdysocjowana
b) uległa hydrolizie
c) stosunek stężeń formy zdysocjowanej do niezdisocjowanej jest mniejszy od 8
d) stosunek stężeń formy zdysocjowanej do niezdisocjowanej jest większy od 8
3. Heksaokso disiarczan potasu (*nazwa niepełna*) - $\text{K}_2\text{S}_4\text{O}_6$, posiadający m.in. wiązania S-S nosi także nazwę tetratianianu potasu. Stopnie utlenienia siarki w tym związku są równe: 1 pkt
- a) II i IV
b) 0 i III
c) 0 i V
d) II i III
4. Zobjętnienie stechiometryczne 0,02 mola kwasu szczawowego wymaga zużycia: 1 pkt
- a) 0,01 mol NaOH
b) 0,02 mol NaOH
c) 0,02 mol $\text{Ca}(\text{OH})_2$
d) 0,02 mol $\text{Fe}(\text{OH})_3$
5. Gęstość gazowego węglowodoru w warunkach normalnych wynosi $0,00134 \text{ g/cm}^3$. Analizowanym węglowodorem jest: 1 pkt
- a) metan
b) etan
c) propan
d) butan

6. Etanolan sodu i fenolan sodu:

1 pkt

- a) są słabymi elektrolitami
- b) są solami alkoholi
- c) są homologami
- d) żadne powyższe stwierdzenie nie jest prawdziwe

7. Im silniejsze wiązanie tym wyższa częstość oscylacji związanych z nim atomów. Dla którego związku oscylacja wiązania karbonylowego będzie wykazywała najwyższą częstość: 1 pkt

- a) chlorku acetylu
- b) jodku acetylu
- c) bromku acetylu
- d) wszystkie odpowiedzi poprawne

8. Przez 3 elektrolizery połączone szeregowo, zawierające sole kwasów tlenowych i metali, odpowiednio Co(II) Ag(I) i Cr(III) przepuszczono prąd stały. Po zakończeniu elektrolizy stwierdzono, że łączna objętość gazu wydzielonego na anodach wyniosła 224 cm³ w warunkach normalnych. Masy metali wydzielonych na katodach wyniosły odpowiednio: 1 pkt

- a) 1,18g Co; 2,16g Ag; 0,69g Cr
- b) 0,59g Co; 2,16g Ag; 0,35g Cr
- c) 1,18g Co; 4,32g Ag; 0,69g Cr
- d) 0,69g Co; 4,32g Ag; 1,18g Cr

9. Na podstawie dyfrakcji elektronów oraz badań spektroskopowych stwierdzono, że długość wiązania C-C w cząsteczce etenu wynosi 0,134 nm zaś w cząsteczce etanu 0,153 nm. Mając na uwadze powyższe dane można przewidywać że długość wiązania węgiel-węgiel w cząsteczce benzenu wynosi: 1 pkt

- a) około 0,139 nm
- b) około 0,130 nm
- c) około 0,160 nm
- d) nie można tego określić

10. W reakcji etylobenzenu z bromem w obecności światła powstaje głównie:

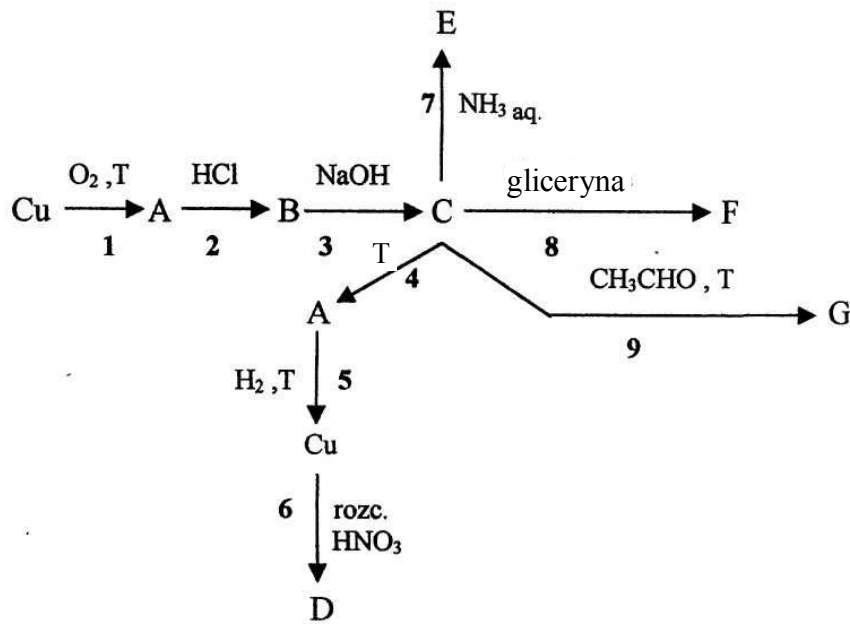
1 pkt

- a) o-bromoetylobenzen
- b) p-bromoetylobenzen
- c) 1-bromo-1-fenyletan
- d) 1-bromo-2-fenyletan

Suma punktów: 10 pkt

Zadanie 2 (16 pkt)

Przeanalizuj poniższy schemat reakcji i udziel odpowiedzi.



- Zapisz i zbilansuj równania cząsteczkowe reakcji z udziałem miedzi i jej związków przedstawionych na schemacie (*uwaga: *- w równaniu 8 zastosuj wzory półstrukturalne gliceryny i produkty jej reakcji, **- dla reakcji 9 zapisz dodatkowo równania połówkowe*).
- Napisz skróconą konfigurację elektronową atomu miedzi oraz jonu Cu^{2+} .
- Podaj nazwy systematyczne związków miedzi ukrytych pod literami A - G.
- Określ charakter chemiczny związku ukrytego pod literą C i uzasadnij swoją odpowiedź za pomocą odpowiednich równań jonowych.
- Wskaż odczyn wodnego roztworu substancji B zapisując odpowiednie jonowe równania reakcji.

Rozwiązanie:

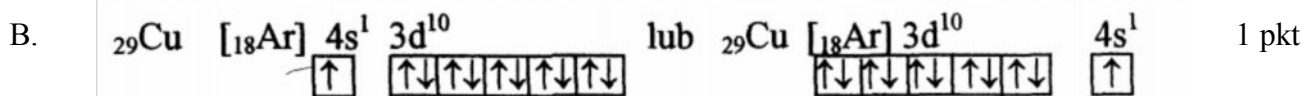
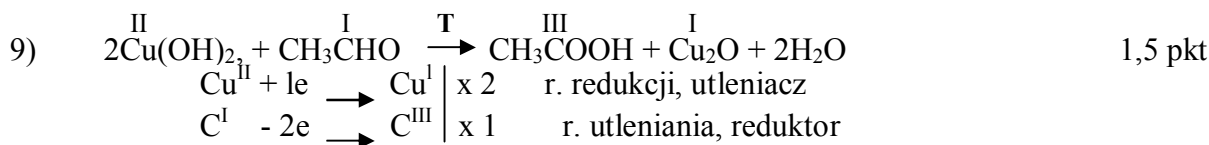
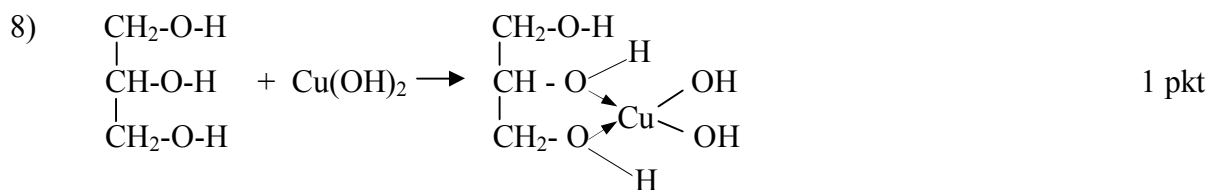
A.

- $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{T}} 2\text{CuO}$ 0,5 pkt
- $\text{CuO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 0,5 pkt
- $\text{CuCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 + 2\text{NaCl}$ 0,5 pkt
- $\text{Cu(OH)}_2 \xrightarrow{\text{T}} \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$ 0,5 pkt
- $\text{CuO} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{T}} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ 0,5 pkt
- $$3 \overset{0}{\text{Cu}} + 8 \overset{\text{V}}{\text{HNO}_3} \text{ rozc.} \rightarrow 3 \overset{\text{II}}{\text{Cu(NO}_3)_2} + 2 \overset{\text{II}}{\text{NO}} + 4\text{H}_2\text{O}$$

$\text{Cu}^0 - 2e \rightarrow \text{Cu}^{\text{II}}$	·3	r. utleniania, reduktor
$\text{N}^{\text{V}} + 3e \rightarrow \text{N}^{\text{II}}$		

0,5 pkt
- $\text{Cu(OH)}_2 + 4\text{NH}_{3\text{aq}} \rightarrow [\text{Cu(NH}_3)_4](\text{OH})_2$ 0,5 pkt

(ew. powstanie $[Cu(NH_3)_6](OH)_2$)



- C. A - tlenek miedzi(II) E - wodorotlenek tetraamina miedzi(II) (ew. wodorotlenek heksaamina miedzi(II))
 B - chlorek miedzi(II)
 C - wodorotlenek miedzi(II) F - glicerynian miedzi(II) (zw. kompleksowy) 7x0,5 pkt
 D - azotan(V) miedzi(II) G - tlenek miedzi(I)

D. $Cu(OH)_2$ ma charakter amfoteryczny, tzn. reaguje z mocnymi kwasami i mocnymi zasadami.

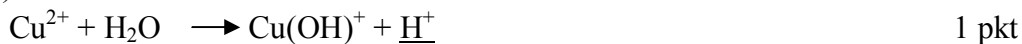
W obecności mocnych kwasów zachowuje się jak słaba zasada:



W obecności mocnych zasad zachowuje się jak słaby kwas:



E. Odczyn wodnego roztworu $CuCl_2$ - kwasowy, ponieważ jon Cu^{2+} ulega hydrolizie (dwuetapowej): 0,5 pkt



Sumarycznie



Suma punktów: 16 pkt

Zadanie 3 (10 pkt)

Szybkość reakcji chemicznej jest podstawowym pojęciem kinetyki chemicznej. Miarą szybkości reakcji jest zmiana stężenia wybranego reagenta w czasie. Zależność szybkości reakcji od stężenia

reagentów, zwana równaniem kinetycznym uwarunkowana jest mechanizmem reakcji i bywa niekiedy bardzo złożona.

Dla jednoetapowej reakcji $A \rightarrow \text{produkty}$, równanie kinetyczne ma postać $v = k \cdot c_A$.

Z kolei dla jednoetapowej reakcji $2A \rightarrow \text{produkty}$, równanie przybiera postać $v = k \cdot c_A^2$.

W tym przypadku zmiana stężenia substratu w czasie opisana jest zależnością $\frac{1}{c} - \frac{1}{c_0} = kt$

I. Stała szybkości reakcji termicznego rozkładu tlenku azotu(V): $2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$, przebiegającej w fazie gazowej w temperaturze 298 K wynosi $3,4 \times 10^{-5} [s^{-1}]$.

- określ rząd reakcji,
- zapisz równanie kinetyczne reakcji termicznego rozkładu N_2O_5 ,
- oblicz szybkość reakcji w temperaturze 298 K, jeżeli stężenie N_2O_5 wynosi $0,1 \text{ mol/dm}^3$,
- oblicz jak zmieni się szybkość reakcji (ile razy wzrośnie bądź zmaleje), jeżeli stężenie N_2O_5 zmaleje z $0,9 \text{ mol/dm}^3$ do $0,1 \text{ mol/dm}^3$.

II. Pewna reakcja typu $A + B \rightarrow \text{produkty}$ zachodząca pomiędzy dwoma substratami o jednakowych stężeniach początkowych jest reakcją drugiego rzędu.

- podaj wymiar (jednostkę) stałej szybkości tej reakcji,
- oblicz czas [s] prowadzenia reakcji, w którym przereaguje 50% substratów, jeżeli w ciągu 600 s przereagowało 37,5% substratów.

Rozwiązanie:

I).

a) rząd reakcji „I” („pierwszy”) 1 pkt.

b) równanie kinetyczne $v = k \cdot c_{N_2O_5}$ 1 pkt.

za poprawny należy uznać zapis w postaci $v = k[N_2O_5]$

c) obliczenie szybkości reakcji:

$v = 3,4 \times 10^{-5} [s^{-1}] \cdot 0,1 [mol/dm^3] = 3,4 \times 10^{-6} \left[\frac{mol}{dm^3 \cdot s} \right]$ 1 pkt.

błędne podanie jednostki bądź jej brak powoduje utratę punktu.

d) obliczenie zmiany szybkości reakcji, 2 pkt.

np. $\frac{0,9 mol / dm^3}{0,1 mol / dm^3} = 9$, tzn. stężenie zmaleło 9 krotnie więc szybkość reakcji zmaleje również 9 razy gdyż reakcja jest I rzędu.

Za poprawny należy uznać dowolny inny sposób prowadzący do poprawnego wyniku.

Brak stwierdzenia „szybkość zmaleje” powoduje utratę punktu.

II).

e) podanie (wyprowadzenie) jednostki stałej szybkości reakcji 1 pkt.

$$\left[\frac{dm^3}{mol \cdot s} \right]$$

f) obliczenie czasu trwania reakcji 4 pkt.

Przykładowe rozwiązanie

Metoda 1 pkt.
Ponieważ stężenia obu substratów są jednakowe można wykorzystać wzór podany w informacji wstępnej

$$\frac{1}{c} - \frac{1}{c_0} = kt$$

Przyjmując założenie, że stężenia początkowe obu substratów wynosiły 1 mol/dm^3 otrzymuje się:

$$1 \text{ mol/dm}^3 - 0,375 \text{ mol/dm}^3 = 0,625 \text{ mol/dm}^3$$

Obliczenia 2 pkt.

- dla stopnia przereagowania substratów 37,5%:

$$\frac{1}{0,625 \text{ mol/dm}^3} - \frac{1}{1 \text{ mol/dm}^3} = k600s$$

stąd:

$$k = 0,001 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol} \cdot s}$$

- dla stopnia przereagowania substratów 50%:

$$\frac{1}{0,5 \text{ mol/dm}^3} - \frac{1}{1 \text{ mol/dm}^3} = 0,001 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol} \cdot s} t$$

stąd (wynik z jednostką):

$$t = 1000 \text{ s}$$

1 pkt.

Suma punktów: 10 pkt

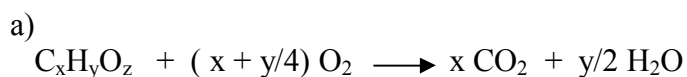
Zadanie 4 (12 pkt)

Spalono 1,76 g pewnego estru pochodzącego od kwasu alkanowego i alkanolu, otrzymując $1,792 \text{ dm}^3$ tlenku węgla(IV) w przeliczeniu na warunki normalne i 1,44 g wody. Do zmydlenia próbki estru o masie 4,4 g zużyto 50 cm^3 1-molowego roztworu NaOH.

Ustal:

- wzór najprostszy estru,
- wzór rzeczywisty estru,
- wzory półstrukturalne i nazwy trzech izomerycznych estrów spełniających warunki zadania,
- wzór półstrukturalny i nazwę izomerycznego związku nie należącego do estrów.

Rozwiązanie :



$$\begin{array}{l} 18 \text{ g H}_2\text{O} - 2 \text{ g H} \\ 1,44 \text{ g H}_2\text{O} - m_{\text{H}} \end{array} \quad 1 \text{ pkt.}$$

$$m_{\text{H}} = 0,16 \text{ g}$$

$$\begin{array}{l} 22,4 \text{ dm}^3 \text{ CO}_2 - 12 \text{ g C} \\ 1,792 \text{ dm}^3 \text{ CO}_2 - m_{\text{C}} \end{array} \quad 1 \text{ pkt.}$$

$$m_{\text{C}} = 0,96 \text{ g}$$

$$m_{\text{O}} = (1,76 - 0,96 - 0,16) \text{ g} = 0,64 \text{ g} \quad 1 \text{ pkt.}$$

$$12x : 1y : 16z = 0,96 : 0,16 : 0,64 \quad 1 \text{ pkt.}$$

$$x : y : z = 0,08 : 0,16 : 0,04$$

$$x : y : z = 2 : 4 : 1$$

$$\text{C}_2\text{H}_4\text{O} - \text{wz\u00f3r najprostszy} \quad M_{\text{C}_2\text{H}_4\text{O}} = 44 \text{ g/mol} \quad 1 \text{ pkt.}$$

b)

$$n_{\text{NaOH}} = 0,05 \text{ dm}^3 \cdot 1 \text{ mol/dm}^3 = 0,05 \text{ mol} \quad 1 \text{ pkt.}$$

ester + zasada \longrightarrow s\u00f3l + alkohol

$$1 \text{ mol}_{\text{estru}} - 1 \text{ mol}_{\text{zasady}}$$

$$n_{\text{estru}} - 0,05 \text{ mol}_{\text{zasady}}$$

$$n_{\text{estru}} = 0,05 \text{ mol}$$

$$M_{\text{estru}} = m_{\text{estru}} : n_{\text{estru}} = 4,4 \text{ g} : 0,05 \text{ mol} = 88 \text{ g/mol} \quad 1 \text{ pkt.}$$

$(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_n$ - wz\u00f3r rzeczywisty

$$n = 88 \text{ g/mol} : 44 \text{ g/mol} = 2$$

$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ - wz\u00f3r rzeczywisty 1 pkt.

c)

$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—COO—CH}_3$
0,5 pkt.) propanian metylu
lub propionian metylu

(ka\u017cda poprawna odpowied\u017c (wz\u00f3r lub nazwa) -

6 poprawnych wzor\u00f3w i nazw 3 pkt.

$\text{H—COO—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$
metanian 1-propylu
lub mr\u00f3wczan propylu

5 poprawnych wzor\u00f3w i nazw 2 pkt.

H—COO—CH—CH_3
|
 CH_3

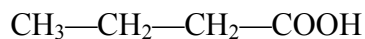
metanian 2-propylu
lub mr\u00f3wczan izopropylu

4 lub 3 poprawne wzory i nazwy 1 pkt.

$\text{CH}_3\text{—COO—CH}_2\text{—CH}_3$
etanian etylu

lub octan etylu

d)



kwas butanowy

lub kwas masłowy

1 pkt.

lub



kwas metylopropanowy

lub kwas izomasłowy

Suma punktów: 12 pkt.

Zadanie 5 (12 pkt)

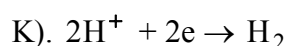
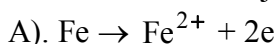
Proces elektrochemicznego oczyszczania ścieków chromowych z zastosowaniem rozpuszczalnych anod stalowych polega na tym, że w procesie redukcji jonów CrO_4^{2-} do jonów Cr^{3+} reduktorem są jony Fe^{2+} , powstające w wyniku elektrochemicznego utleniania anody stalowej. W wannie o pojemności 1 m^3 , napełnionej kwaśnymi ściekami chromowymi, zawierającymi 120 mg/dm^3 Cr(VI) w postaci jonów CrO_4^{2-} , umieszczono anodę stalową o powierzchni równej 1 m^2 .

1. Napisz równania reakcji elektrodowych oraz jonowe równanie reakcji zachodzącej w roztworze.
2. Jak długo należy prowadzić elektrolizę prądem o gęstości 2 A/dm^2 , aby stężenie Cr(VI) zmniejszyło się do wartości $0,05 \text{ mg/dm}^3$, przy założeniu 85% wydajności prądowej?
3. Jaki był ubytek masy anody [g] w czasie elektrolizy?

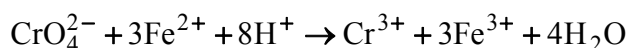
W obliczeniach należy pominąć możliwość udziału wydzielanego wodoru w procesie redukcji Cr(VI) oraz przyjąć wartość $F = 96500 \text{ C/mol}$. Wyniki obliczeń zaokrąglić do jednego miejsca po przecinku. Masy molowe [g/mol]: $\text{Cr} - 52,0$; $\text{Fe} - 55,9$.

Rozwiązanie:

1. Równania reakcji:



1 pkt.



1 pkt.

2. Obliczenie liczby moli Cr(VI) , który należy zredukować:

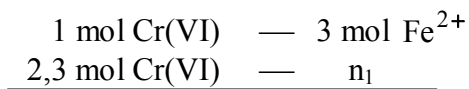
W 1 m^3 ścieków znajduje się : przed elektrolizą - 120 g Cr(VI)

po elektrolizie - $0,05 \text{ g Cr(VI)}$

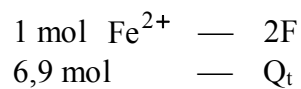
liczba moli Cr(VI) : $n = (120\text{g} - 0,05\text{g})/52\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} = 2,3 \text{ mol}$

2 pkt.

3. Obliczenie ładunku teoretycznego



$$n_1 = 6,9 \text{ mol Fe}^{2+}$$



$$Q_t = 1331700 \text{ C}$$

2 pkt.

4. Obliczenie ładunku rzeczywistego, który należy przepuścić przez elektrolizer

$$\text{Wydajność prądowa } \eta = \frac{Q_t}{Q_{rz}} \cdot 100\%$$

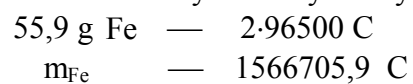
$$Q_{rz} = (1331700 \text{ C} \cdot 100\%) / 85\% = 1566705,9 \text{ C}$$

2 pkt.

5. Obliczenie czasu elektrolizy

$$Q = I \cdot t = i \cdot S \cdot t, \quad \text{stąd} \quad t = \frac{1566705,9 \text{ C}}{2 \text{ A/dm}^2 \cdot 100 \text{ dm}^2} = 7833 \text{ s} = 2 \text{ godz. } 10 \text{ min } 33 \text{ s} \quad 2 \text{ pkt.}$$

6. Obliczenie ubytku masy anody



$$m_{\text{Fe}} = 453,8 \text{ g}$$

2 pkt.

Suma punktów: 12 pkt.