

.....
Nazwisko, imię.....
Szkoła, miejscowość

Tabela wyników					
	Zad.1	Zad.2	Zad.3	Suma	Wynik końcowy
Rec.I					
Rec. II					

Zadanie 1 (13 pkt.)1. Ile atomów znajduje się w $2,5 \cdot 10^{-5}$ mol cyny?

- a) $1,6 \cdot 10^{20}$
 b) $1,5 \cdot 10^{23}$
 c) $2,0 \cdot 10^{22}$
 d) $1,5 \cdot 10^{19}$

2. Fenole wykazują charakter:

- a) kwasowy
 b) zasadowy
 c) obojętny
 d) amfoteryczny

3. Zmieszano 100 cm^3 0,03-molowego wodnego roztworu wodorotlenku wapnia i 100 cm^3 0,02 – molowego roztworu kwasu solnego. Oblicz, jakie pH i pOH ma roztwór, który powstał.

- a) pH = 13,1 i pOH = 0,9
 b) pH = 3 i pOH = 11
 c) pH = 12,3 i pOH = 1,7
 d) pH = 2 i pOH = 13

4. Hydrogenacja propenu jest reakcją:

- a) addycji
 b) substytucji
 c) eliminacji
 d) podstawienia

5. Które stwierdzenie jest prawdziwe?

- a) $\Delta G < 0$ reakcja nie jest samorzutna
 b) $\Delta G = 0$ reakcja osiągnęła stan równowagi
 c) $\Delta G > 0$ reakcja zachodzi samorzutnie
 d) $\Delta G = 0$ reakcja jest nieodwracalna

6. Chlorowanie toluenu w obecności światła, jest przykładem reakcji:

- a) substytucji elektrofilowej
 b) zobojętniania
 c) addycji
 d) substytucji rodnikowej

7. Glukozę od fruktozy można rozróżnić za pomocą reakcji:

- a) z bromem
 b) Tollensa
 c) Trommera
 d) z kwasem solnym

8. Szybkość reakcji $2\text{NO} + \text{H}_2 \longrightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ przebiegającej w fazie gazowej: według równania kinetycznego $v = [\text{NO}]^2 \cdot [\text{H}_2]$ wzrosła 9 razy przy stałym stężeniu wodoru. Jak zmieniło się stężenie tlenu azotu(II)?

- a) wzrosło 3 razy
 b) zmalało 3 razy
 c) wzrosło 9 razy
 d) zmalało 9 razy

Rozwiązanie :

$$v_k = 9v_o$$

$$k \cdot [\text{N}_2\text{O}]_k^2 \cdot [\text{H}_2]_k = 9k \cdot [\text{N}_2\text{O}]_o^2 \cdot [\text{H}_2]_o$$

$$[\text{H}_2]_k = [\text{H}_2]_o$$

$$[\text{N}_2\text{O}]_k = 3[\text{N}_2\text{O}]_o$$

9. Mocznik należy do grupy:

- a) amin
 b) aminokwasów
 c) estrów
 d) amidów

10. W reakcji z wodorotlenkiem sodu uczestniczą:

- a) fenol, etanol, woda
 b) fenol, kwas octowy, o-krezol
 c) propan-1-ol, o-krezol, propan-2-ol
 d) etanol, o-krezol, propan-1-ol

11. Wskaż poprawne współczynniki stechiometryczne w równaniu: $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

	Cl_2	KOH	KCl	KClO_3	H_2O
a)	1	2	1	1	1
b)	<input checked="" type="checkbox"/> 3	6	5	1	3
c)	2	4	1	3	2
d)	1	3	1	2	1

12. Kwas octowy można otrzymać w wyniku utleniania:

- a) propanalu, etanu
 b) etanolu, propanolu
 c) propanalu, etanal
 d) etanolu, etanal

13. Trzeciorzędowy atom węgla występuje w cząsteczce:

- a) butan-2-olu, 2,2-dimetylopropanu
 b) etylobenzenu, 2-metylopropanu
 c) 2-metylopropanu, metylocykloheksanu
 d) 2-metylobutanu, octanu etylu

Suma punktów: 13 pkt

Zadanie 2 (28 pkt)

- Pierwiastek [E] jest metalem o ujemnym potencjale standardowym. W obecności stężonego kwasu azotowego(V) ulega pasywacji. Tworzy kilka tlenków. W tlenku [A] stosunek masowy metalu do tlenu wynosi 13:6. Metal [E] otrzymuje się z tlenku [A] w reakcji w której 1,08 g glinu przechodząc w Al_2O_3 powoduje wydzielenie 2,08 g metalu (metoda aluminotermiczna).
- W reakcji z kwasem solnym bez dostępu tlenu 2,08 g metalu [E] roztwarza się wypierając 0,886 dm³ wodoru odmierzonego w temperaturze 20°C i pod ciśnieniem 1100 hPa, tworząc roztwór soli [B].
- Pierwiastek [E] w związkach chemicznych przyjmuje różne stopnie utlenienia, tworząc proste i złożone jony barwne.
- W reakcji z chlorem pierwiastek [E] tworzy związek [C], na tym samym stopniu utlenienia co w tlenku [A] użytym w reakcji aluminotermicznej.
- Związek [C] można utlenić nadtlentkiem wodoru w środowisku zasadowym do związku [D], który w środowisku kwasu siarkowego(VI) zmienia barwę tworząc związek [F].
- W reakcji stężonego kwasu solnego ze związkiem [F], jednym z produktów reakcji jest chlor.
- Próbkę stali o masie 2 g roztopiono w 100 cm³ 1-molowego roztworu kwasu solnego i na tak otrzymany roztwór soli [G] działano (miareczkowano) roztworem soli [F] o stężeniu 0,2 mol/dm³. Zmiana zabarwienia podczas miareczkowania nastąpiła po dodaniu 25 cm³ roztworu soli [F].

Polecenia

- Na podstawie obliczeń ustal masę molową pierwiastka [E], podaj jego wzór i nazwę oraz wzór tlenku [A] użytego do aluminotermii.
- Wykonując obliczenia ustal wzór soli [B] otrzymanej w reakcji metalu z kwasem solnym.
- Podaj pełną konfigurację elektronową pierwiastka [E] w zapisie podpowłokowym.
- Wymień typowe stopnie utlenienia pierwiastka [E] w związkach oraz podaj wzory i barwy jonów.
- Napisz w formie cząsteczkowej i zbilansuj równania reakcji opisanych w treści zadania, tj.:

	<i>Reakcja</i>	<i>Równanie reakcji</i>
(I)	otrzymywania [E] metodą aluminotermiczną	
(II)	tworzenia soli [B] (reakcja [E] z kwasem solnym bez dostępu tlenu)	
(III)	tworzenia związku [C] w reakcji [E] z chlorem	
(IV)	utleniania związku [C] nadtlentkiem wodoru w środowisku zasadowym do związku [D]	
(V)	przejścia związku [D] w związek [F]	

	w środowisku kwasu siarkowego(VI)	
(VI)	stężonego kwasu solnego ze związkiem [F]	
(VII)	żelaza (stali) z roztworem kwasu solnego i tworzenie soli [G]	

- f). Napisz w formie jonowej skróconej równanie reakcji zachodzącej podczas miareczkowania roztworu żelaza(II) (uzyskanego po rozтворzeniu próbki stali w kwasie solnym) roztworem soli F.
- g). Oblicz procentową zawartość żelaza w próbce stali.

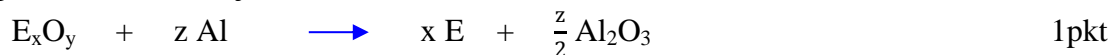
Uwaga!

Symbole i wzory związków ustalone w trakcie rozwiązywania zadania zapisz wg poniższego wykazu:

ECr
 A.....Cr₂O₃
 B.....CrCl₂
 C.....CrCl₃
 D.....K₂CrO₄
 F.....K₂Cr₂O₇
 G.....FeCl₂

Przykładowe rozwiązanie

a). Ogólny zapis równania reakcji:



W reakcji 1,08 g Al wypiera - 2,08 g E
 27 g (1 mol Al) wypiera - x g E

x = 52 g (masa metalu wyparta przez 1 mol Al). 1 pkt

Ustalenie wzoru tlenku E_xO_y ze stosunku masowego xM_E : yM_O = 13:6

Hipotetyczne (możliwe) wzory tlenków	Masa tlenu [g] w 1 mol E _x O _y	Masa [g] 1 mola E w tlenku E _x O _y	Weryfikacja masy molowej metalu E z masami molowymi wg. układu okresowego i ustalenie symbolu
E ₂ O	16	17,3	<i>nie</i>
EO	16	34,7	<i>nie</i>
E ₂ O ₃	48	52,0	<i>tak</i> (Cr)
EO ₂	32	69,3	(Ga?), <i>nie</i> (Ga nie tworzy tlenku typu EO ₂)
EO ₃	48	104	<i>nie</i>

Masa molowa pierwiastka [E]: **52 g/mol**, Nazwa i symbol pierwiastka [E]: **chrom, Cr** 2 pkt

Wzór tlenku [A]: **Cr₂O₃** 1 pkt

b). Przebieg reakcji pierwiastka E z kwasem solnym:



Liczba moli wodoru wyparta przez 2,08g metalu:

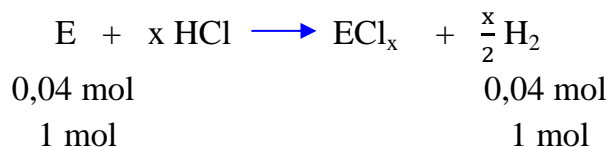
$$pV = nRT$$

$$n_{H_2} = \frac{110000 \text{ Pa} \cdot 0,886 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 293 \text{ K}} = 0,04 \text{ mol } H_2 \quad 1 \text{ pkt}$$

Liczba moli E biorąca udział w reakcji:

$$n_E = \frac{2,08 \text{ g}}{\frac{52 \text{ g}}{\text{mol}}} = 0,04 \text{ mol} \quad 1 \text{ pkt}$$

A więc,



Uwzględniając wartościowość wodoru, wynika że tworzącym się związkem jest ECl_2 , tzn. **CrCl₂** 1 pkt

c).

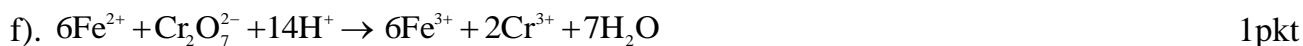


d).

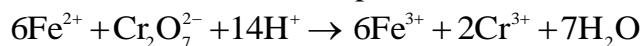
	+II, +III, +VI	1 pkt
	Cr ²⁺ barwa niebieska	1 pkt
	Cr ³⁺ barwa zielona (lub fioletowa lub zielononiebieska)	1 pkt
	CrO ₄ ²⁻ barwa żółta	1 pkt
	Cr ₂ O ₇ ²⁻ barwa pomarańczowa	1 pkt

e).

	<i>Reakcja</i>	<i>Równanie reakcji</i>	
(I)	otrzymywania [E] metodą aluminotermiczną	$\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \longrightarrow 2\text{Cr} + \text{Al}_2\text{O}_3$	1 pkt
(II)	tworzenia soli [B] (reakcja [E] z kwasem solnym bez dostępu tlenu)	$\text{Cr} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CrCl}_2 + \text{H}_2$	1 pkt
(III)	tworzenia związku [C] w reakcji [E] z chlorem	$2\text{Cr} + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{CrCl}_3$	1 pkt
(IV)	utleniania związku [C] nadtlenkiem wodoru w środowisku zasadowym do związku [D]	$2\text{CrCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 10\text{KOH} \longrightarrow 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 6\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cr}^{\text{III}} - 3e \longrightarrow \text{Cr}^{\text{VI}} / \cdot 2$ $2\text{O}^{-\text{I}} + 2e \longrightarrow 2\text{O}^{-\text{II}} / \cdot 3$	1,5 pkt
(V)	przejścia związku [D] w związek [F] w środowisku kwasu siarkowego(VI)	$2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	1 pkt
(VI)	reakcji stężonego kwasu solnego ze związkiem [F]	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HCl} \longrightarrow 2\text{KCl} + 2\text{CrCl}_3 + 3\text{Cl}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$ $2\text{Cr}^{\text{VI}} + 6e \longrightarrow 2\text{Cr}^{\text{III}}$ $2\text{Cl}^{-\text{I}} - 2e \longrightarrow \text{Cl}_2^0 / \cdot 3$	1,5 pkt
(VII)	reakcja żelaza (stali) z roztworem kwasu solnego i tworzenie soli [G]	$\text{Fe} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$	1 pkt



g). Równanie reakcji zachodzącej podczas miareczkowania roztworu żelaza(II) – sól G, roztworem dichromianu(VI) potasu – sól F:



Liczba moli jonów soli [F], która wzięła udział w reakcji wynosi:

$$n = 0,2 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,25 \text{ dm}^3 = 0,005 \text{ mol Cr}_2\text{O}_7^{2-}$$
 1pkt

Masa żelaza Fe(II) w roztworze:

$$\begin{array}{rcl} 6 \cdot 55,85 \text{ g Fe}^{2+} & - & 1 \text{ mol Cr}_2\text{O}_7^{2-} \\ x & - & 0,005 \text{ mol Cr}_2\text{O}_7^{2-} \end{array}$$

$$x = 1,676 \text{ g Fe}$$
 1pkt

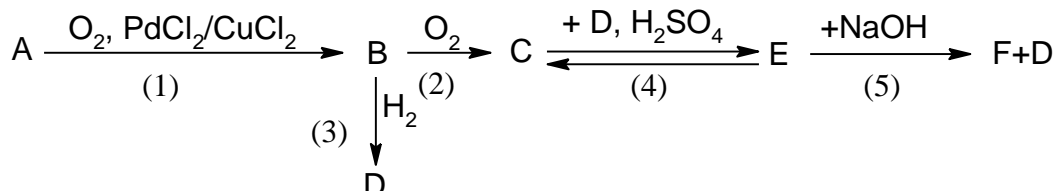
Procentowa zawartość Fe w próbce stali:

$$\% \text{ Fe} = \frac{1,676 \text{ g}}{2 \text{ g}} \cdot 100\% = 83,8\%$$
 1pkt

Suma punktów: 28 pkt

Zadanie 3 (24 pkt)

Związek [A] ulega reakcjom (1) – (5) zgodnie z poniższym schematem.



- Podaj wzór rzeczywisty związku A, wiedząc, że w wyniku całkowitego spalania tej substancji otrzymano 0,733 g CO₂ i 0,304 g H₂O. Masa cząsteczkowa związku A wynosi 28,054 u.
- Zapisz równania reakcji (1) - (5) zachodzących według schematu.

Nr reakcji	Równanie reakcji
(1)	
(2)	
(3)	
(4)	
(5)	

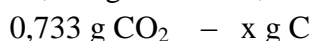
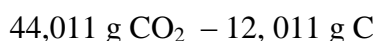
3. Podaj nazwy systematyczne i zwyczajowe związków A, B, C, D, E, F oraz określ ich przynależność do odpowiednich szeregów homologicznych.

Związek	Nazwa systematyczna	Nazwa zwyczajowa	Szereg homologiczny
A			
B			
C			
D			
E			
F			

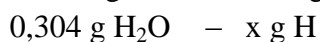
4. Określ odczyn wodnego roztworu związku F. Odpowiedź uzasadnij pisząc odpowiednie równania reakcji cząsteczkowo i jonowo.
5. W wyniku utlenienia związku A z wydajnością 70% otrzymano w temperaturze 25°C i pod ciśnieniem 0,1 MPa związek B o objętości $5,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$. Wiedząc, że związek B w tych warunkach jest gazem oblicz, jaką objętość (w dm^3) zajmie związek A wykorzystany do reakcji, jeśli znajdzie się w temperaturze 100°C i pod ciśnieniem 0,1 MPa.
6. 1/5 z całkowitej ilości związku B, podanej w punkcie 5, utleniono ze 100% wydajnością do związku C. Oblicz stopień dysocjacji i stałą dysocjacji związku C, po wykorzystaniu otrzymanej ilości związku C do sporządzenia 5 dm^3 wodnego roztworu, wiedząc że pH otrzymanego roztworu wynosi 3,41.

Przykładowe rozwiązanie

1. Obliczamy masę węgla i wodoru w próbce:



$$x = \frac{0,733 \cdot 12,011}{44,011} = 0,200 \text{ g C} \quad \text{1 pkt}$$



$$x = \frac{0,304 \cdot 2,016}{18,016} = 0,034 \text{ g H} \quad \text{1pkt}$$

$$n_{\text{C}} = \frac{0,200}{12,011} = 0,017 \text{ mola C} \quad \text{0,5 pkt}$$

$$n_{\text{H}} = \frac{0,034}{1,008} = 0,034 \text{ mola H} \quad \text{0,5 pkt}$$

Stosunek masy molowej węgla do wodoru w związku A

$$n_{\text{C}} : n_{\text{H}} = 0,017 : 0,034 = 1 : 2$$

Wzór empiryczny związku A i jego masa molowa:

$$\text{CH}_2; M_{\text{CH}_2} = 1 \cdot 12,011 + 2 \cdot 1,008 = \mathbf{14,027 \text{ g/mol}} \quad \text{1 pkt}$$

Ponieważ masa molowa związku A wynosi 28,054 g/mol,
zatem $28,054/14,027 = 2$, czyli wzór rzeczywisty związku A: C_2H_4 .

1 pkt

2.

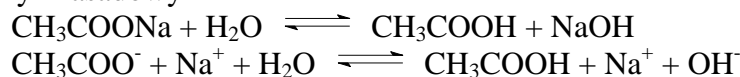
Nr reakcji	Równanie reakcji	
(1)	$CH_2=CH_2 + 1/2 O_2 \xrightarrow{PdCl_2/CuCl_2} CH_3CHO$	1 pkt
(2)	$CH_3CHO + 1/2 O_2 \xrightarrow{kat.} CH_3COOH$ lub ew. $CH_3CHO + 2Cu(OH)_2 \xrightarrow{temp.} CH_3COOH + Cu_2O + 2 H_2O$	1 pkt
(3)	$CH_3CHO + H_2 \xrightarrow{kat.} CH_3CH_2OH$ (nie odejmować punktów przy braku zaznaczenia katalizatora na strzałce)	1 pkt
(4)	$CH_3COOH + CH_3CH_2OH \xrightleftharpoons{H_2SO_4} CH_3COOCH_2CH_3 + H_2O$ (za brak strzałki podwójnej odjąć połowę punktów za reakcję)	1 pkt
(5)	$CH_3COOCH_2CH_3 \xrightarrow{+NaOH} CH_3COONa + CH_3CH_2OH$	1 pkt

3.

Związek	Nazwa systematyczna	Nazwa zwyczajowa	Szereg homologiczny	
A	Eten	Etylen	Akeny	0,75 pkt
B	Etanal	Aldehyd octowy	Aldehydy	0,75 pkt
C	Kwas etanowy	Kwas octowy	Kwasy monokarboksyłowe	0,75 pkt
D	Etanol/alkohol etylowy	brak	Alkohole monohydroksylowe	0,75 pkt
E	Etanian etylu	Octan etylu	Estry	0,75 pkt
F	Etanian sodu	Octan sodu	Sole kwasów karboksylowych	0,75 pkt

Za każdą poprawną nazwę: 0,25 pkt

4. Odczyn zasadowy



2 pkt

5. Produktem reakcji jest aldehyd octowy (związek B).

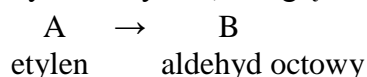
Obliczenie liczby moli aldehydu octowego (dla wydajności reakcji 70%):

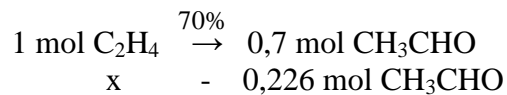
$$pV = nRT$$

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{0,1 \cdot 10^6 Pa \cdot 5,6 \cdot 10^{-3} m^3}{8,314 \frac{J}{mol \cdot K} \cdot 298 K} = 0,226 \text{ mol}$$

1 pkt

Obliczenie liczby moli etylenu, uwzględniając 70% wydajność reakcji:





$$x = \frac{0,226}{0,7} = 0,32 \text{ mola C}_2\text{H}_4 \quad 2,5 \text{ pkt}$$

Objętość etylenu w temperaturze 100°C i pod ciśnieniem 0,1 MPa:

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{0,32 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 373 \text{ K}}{0,1 \cdot 10^6 \text{ Pa}} = 9,92 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = \mathbf{9,92 \text{ dm}^3} \quad 1 \text{ pkt}$$

7. Produktem reakcji jest kwas octowy.

Obliczenie ilości moli kwasu octowego:

$$n_{\text{kwasu}} = 1/5 \cdot 0,226 = 0,045 \text{ mol} \quad 0,5 \text{ pkt}$$

$$V_r = 5 \text{ dm}^3$$

Stężenie molowe kwasu:

$$c_m = 0,045 \text{ mola} : 5 \text{ dm}^3 = 0,009 \text{ mol/dm}^3 \quad 0,5 \text{ pkt}$$

Wiedząc, że

$$\text{pH} = 3,41$$

$$\text{tzn. } [\text{H}^+] = 10^{-3,41} = 3,87 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \quad 1 \text{ pkt}$$

Stożenie dysocjacji kwasu:

$$\alpha = [\text{H}^+] : c_m = 3,87 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 : 0,009 \text{ mol/dm}^3 = \mathbf{0,043} \quad 1 \text{ pkt}$$

Stała dysocjacji kwasu:

Ponieważ $\alpha < 5\%$, z prawa rozcieńczeń Ostwalda:

$$K = c_m \cdot \alpha^2$$

$$K = 0,009 \cdot (0,043)^2 = \mathbf{1,66 \cdot 10^{-5}} \quad 1 \text{ pkt}$$

Suma punktów: 25 pkt