

ETAP III – 5.03.2011 r. Godz. 10.00-13.00

Zadanie 1 (12 pkt.)

1. Produktami rozkładu termicznego dichromianu(VI) amonu są:

- a) NH_3 , H_2 , Cr
b) N_2O , H_2O , $\text{Cr}(\text{OH})_3$
c) Cr_2O_3 , N_2 , H_2O
d) NH_4NO_3 , Cr

2. W warunkach normalnych 1 dm^3 gazowego węglowodoru ma masę 1,965 g. Jest to:

- a) propan
b) etan
c) metan
d) oktan

3. Dane są związki: A-kwas mrówkowy, B-glukoza, C-propanal, D-butanon. Pozytywny wynik próby Tollensa dają:

- a) A, B, C
b) A, D
c) D
d) B, D

4. Wskaż węglowódz, z którego w reakcji z wodnym roztworem KMnO_4 powstanie 4-metylopentano-2,3-diol.

- a) pentan
b) 3-metylobutan
c) 2-metylopent-4-en
d) 4-metylopent-2-en

5. 3 g monokarboksylowego kwasu zobojętniono 2,8 g wodorotlenku potasu. Był to kwas:

- a) kwas mrówkowy
b) kwas stearynowy
c) kwas octowy
d) kwas malonowy

6. Oblicz stężenie procentowe węglanu sodu w roztworze otrzymanym w wyniku rozpuszczenia 71,5 g dziesięciowodnego węglanu sodu w 128,5 g wody.

- a) 13,25%
b) 1,10%
c) 8,25%
d) 7,10%

7. Wskaż zestaw zawierający wyłącznie tlenki obojętne.

- a) NO, CO, N_2O , SiO
b) MgO, CO_2 , Al_2O_3 , K_2O

- c) NO, CO, SO₃, CO₂
 d) K₂O, SO₂, SO₃, P₄O₁₀

8. Iloczyn rozpuszczalności $K_{so,AgCl}=1,58 \cdot 10^{-10}$, zaś $K_{so,CaCO_3}=4,7 \cdot 10^{-9}$. W wodzie słabiej rozpuszcza/rozpuszczają się:

- a) AgCl
 b) CaCO₃
 c) obie sole rozpuszczają się tak samo trudno
 d) obie sole rozpuszczają się tak samo dobrze

9. Wodór samorzutnie reaguje z:

- a) bromem
 b) fluorem
 c) jodem
 d) chlorem

10. Mieszaninę NaF i NaBr rozpuszczono w wodzie. Do otrzymanego roztworu dodano w nadmiarze Cl_{2,aq}. Jaka substancja lub substancje wchodzi w skład otrzymanego roztworu?

- a) NaF
 b) NaCl
 c) NaF, NaCl
 d) NaCl, NaBr

11. W kolbie miarowej o pojemności 1 dm³ umieszczono 1cm³ roztworu HCl o pH = 5. Próbkę kwasu rozcieńczono wodą destylowaną (pH = 7) do objętości 1000 cm³. pH otrzymanego roztworu wynosi:

- a) 6
 b) około 6,5
 c) około 7
 d) 8

Uzasadnienie:

I) *przed rozcieńczeniem roztworu*

$$pH = 5$$

$$-\log[H^+] = 5$$

$$V_{r-r} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$$

$$\text{stąd: } [H^+] = 1 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{stąd: } n_{H^+} = 1 \cdot 10^{-8} \text{ mola}$$

II) *woda destylowana (pH=7)*

$$[H^+] \cdot [OH^-] = 1 \cdot 10^{-14}$$

$$V_{H_2O} = 999 \text{ cm}^3$$

$$\text{stąd: } [H^+] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{stąd: } n_{H^+} \cong 1 \cdot 10^{-7} \text{ mola}$$

III) *po rozcieńczeniu roztworu*

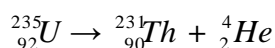
$$n_{H^+} \cong 1,1 \cdot 10^{-7} \text{ mola}$$

$$V_{r-r} = 1 \text{ dm}^3$$

$$\text{stąd: } [H^+] = 1,1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$$

$$pH = -\log[H^+] \text{ stąd: } pH = 6,96$$

12. Rozpad izotopu uranu ${}^{235}_{92}\text{U}$ ulegającego przemianie α opisany równaniem:



zaliczamy do reakcji:

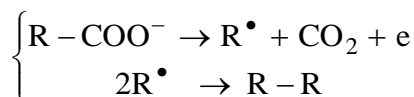
- a) I rzędu gdyż jej szybkość zależy jedynie od aktualnej liczby jąder i stałej rozpadu k (λ),
 b) II rzędu gdyż w wyniku przemiany powstają dwa różne izotopy

- c) III rzędu gdyż w równaniu występują trzy różne indywidua chemiczne
d) termojądrowych

Suma punktów: 12 pkt

Zadanie 2 (14 pkt)

Elektrochemicznemu utlenianiu anionów karboksylanowych wyższych kwasów tłuszczowych towarzyszy proces dekarboksylacji, prowadzący do powstania odpowiednich rodników alkilowych, a w wyniku ich rekombinacji powstają węglowodory. Proces ten można zapisać równaniami:

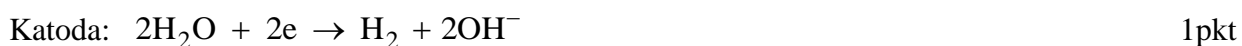
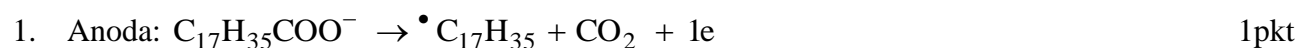


Wodno-alkoholowy roztwór zawierający 10 g stearynianu sodu (sól sodowa kwasu oktadekanowego) poddano elektrolizie, stosując anodę platynową o powierzchni 10 cm². Elektrolizę prowadzono przez 1 godz. utrzymując stałą gęstość prądu, równą 0,6 A/cm². Masa produktu organicznego wyizolowanego po elektrolizie wynosiła 2,5 g.

- Zapisać równania reakcji zachodzących na elektrodach.
- Zapisać równanie reakcji otrzymywania i nazwę systematyczną wydzielonego organicznego produktu elektrolizy. W równaniu zastosuj wzory sumaryczne substratu i produktu.
- Obliczyć wydajność (%) materiałową procesu, przy założeniu, że przereagowało 75% substratu.
- Obliczyć wydajność (%) prądową procesu.
- Produkty gazowe elektrolizy przepuszczono przez płuczkę, napełnioną wodą wapienną. Obliczyć o ile wzrosła masa płuczki [g] po elektrolizie i uzasadnić, dlaczego.
- Elektrolizie poddano roztwór zawierający mieszaninę stearynianu i palmitynianu potasu (sól potasowa kwasu heksadekanowego). Zapisać:
 - równania reakcji otrzymywania rodników,
 - równania reakcji otrzymywania węglowodorów z rodników,
 - wzory sumaryczne i nazwy systematyczne powstałych węglowodorów.

W obliczeniach przyjąć wartość stałej Farada'ya $F = 96485 \text{ C/mol}$.

Przykładowe rozwiązanie:



3. $W_m = \frac{m_{rz}}{m_t} \cdot 100\%$

gdzie: m_{rz} - masa wydzielonego produktu ($m_{rz} = 2,5 \text{ g}$), m_t - teoretyczna masa produktu.

Masa przereagowanego substratu = $(10 \cdot 0,75) \text{ g} = 7,5 \text{ g}$ 1pkt

2 mole $C_{17}H_{35}COONa$	-	1 mol $C_{34}H_{70}$
2·306 g	-	478 g
7,5 g	-	m_t

$$m_t = 5,86 \text{ g} \quad 1\text{pkt}$$

$$W_m = (2,5/5,86) \cdot 100\% = 42,7\% \quad 1\text{pkt}$$

$$4. \quad W_p = \frac{Q_{rz}}{Q_t} \cdot 100\%$$

gdzie: Q_{rz} - ładunek potrzebny do otrzymania produktu
 Q_t - ładunek, który przepłynął przez elektrolizer

$$\text{Prąd elektrolizy } I = i \cdot S = 0,6 \text{ A/cm}^2 \cdot 10 \text{ cm}^2 = 6 \text{ A} \quad 0,5\text{pkt}$$

$$Q_t = I \cdot t = 6 \text{ A} \cdot 3600 \text{ s} = 21600 \text{ C} \quad 0,5\text{pkt}$$

1 mol $C_{34}H_{70} \equiv 478 \text{ g}$	-	2·96485 C
2,5 g	-	Q_{rz}

$$Q_{rz} = 1009,3 \text{ C} \quad 1\text{pkt}$$

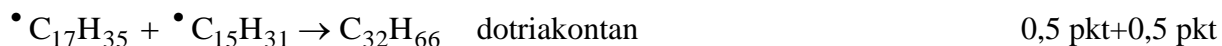
$$W_p = (1009,3/21600) \cdot 100\% = 4,7\% \quad 1\text{pkt}$$

5. Wskutek reakcji CO_2 z wodą wapienną nastąpi wzrost masy płuczki o masę zaabsorbowanego dwutlenku węgla. 1pkt

1 mol $C_{17}H_{35}COONa$	-	1 mol CO_2
306 g	-	44 g
7,5 g	-	x g

$$x = 1,08 \text{ g} \quad 1\text{pkt}$$

6. Za poprawną odpowiedź 3 pkt. (po punkcie za niepowtarzające się reakcje i nazwy)



Suma punktów: 14 pkt

Zadanie 3 (17 pkt)

Metan może ulegać utlenianiu.

a) Zapisz równania reakcji utleniania metanu w zależności od warunków reakcji.

b) 100 cm³ mieszaniny metanu i azotu zmieszano z tlenem, a następnie spalono. Produkty oziębiono do temp. 25⁰ C, a pozostałe substancje gazowe przepuszczono przez wodny roztwór wodorotlenku potasu. Objętość gazu zmniejszyła się o 95 cm³ w stosunku do objętości wyjściowej. Jaki procent objętościowy azotu znajdował się w użytym metanie? Napisz równania przebiegających procesów chemicznych.

Masy molowe (g/mol): H = 1, O = 16, C = 12.

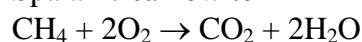
c) Oblicz entalpię swobodną [kJ·mol⁻¹] reakcji: CO_{2(g)} + 4 H_{2(g)} = CH_{4(g)} + 2 H_{2O(g)} w warunkach standardowych mając dane standardowe entalpie tworzenia reagentów oraz ich entropie. Wynik podaj z dokładnością do 1 miejsca po przecinku.

$$\begin{aligned} \Delta H^{\circ}_{\text{tw.CH4(g)}} &= -74,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} & S^{\circ}_{\text{CH4(g)}} &= 186,1 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} \\ \Delta H^{\circ}_{\text{tw.H2O(g)}} &= -241,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} & S^{\circ}_{\text{H2O(g)}} &= 188,7 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} \\ \Delta H^{\circ}_{\text{tw.CO2(g)}} &= -393,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} & S^{\circ}_{\text{CO2(g)}} &= 213,6 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} \\ & & S^{\circ}_{\text{H2(g)}} &= 130,6 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

Przykładowe rozwiązanie

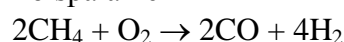
ad.a)

Spalanie całkowite



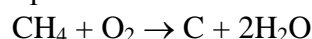
1 pkt

Półspalanie

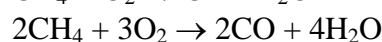


1 pkt

Spalanie niecałkowite

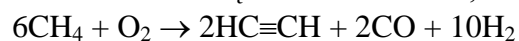


1 pkt



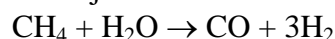
1 pkt

Kontrolowane częściowe utlenianie, temp. 1500^o C



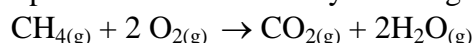
2 pkt

Reakcja wobec katalizatora Ni w temp. 850^o C



2 pkt

ad.b) Spalanie metanu zanieczyszczonego azotem:



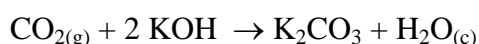
1 pkt

Oziębienie produktów spalania metanu zanieczyszczonego azotem spowodowało skroplenie wody.

W postaci w gazowej pozostał ditlenek węgla oraz azot.

1 pkt

W wyniku przepuszczenia tej mieszaniny gazów (CO₂, N₂) przez wodny roztwór wodorotlenku potasu zaszła reakcja:



2 pkt

Początkowa objętość gazu: 100 cm³

Gaz, który przereagował z wodorotlenkiem potasu to CO₂; jego objętość wynosi 95 cm³.

Gaz, który nie przereagował to azot; jego objętość wynosi: 100 cm³ - 95 cm³ = 5 cm³

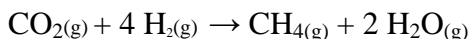
100 cm³ – 100% objętości mieszaniny gazów (metan + azot)

5 cm³ – x (% objętościowy azotu w mieszaninie gazów)

x = 5% (zawartość azotu w mieszaninie gazów)

2 pkt

ad.c) Dla reakcji opisanej równaniem:



Standardowa entalpia reakcji:

$$\Delta H^0_{\text{reakcji}} = \Delta H^0_{\text{tw.CH}_4} + 2 \Delta H^0_{\text{tw.H}_2\text{O}(\text{g})} - (\Delta H^0_{\text{tw.CO}_2(\text{g})} + 4 \Delta H^0_{\text{tw.H}_2(\text{g})})$$

$$\Delta H^0_{\text{reakcji}} = -74,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} + 2(-241,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}) - (-393,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}) = -164,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \quad 1 \text{ pkt}$$

Standardowa entropia reakcji:

$$\Delta S^0_{\text{reakcji}} = S^0_{\text{CH}_4(\text{g})} + 2 \cdot S^0_{\text{H}_2\text{O}(\text{g})} - (S^0_{\text{CO}_2(\text{g})} + 4 \cdot S^0_{\text{H}_2(\text{g})}) = 186,1 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} + 2 \cdot 188,7 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} - (213,6 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} + 4 \cdot 130,6 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}) = -172,5 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} \quad 1 \text{ pkt}$$

Standardowa entalpia swobodna reakcji:

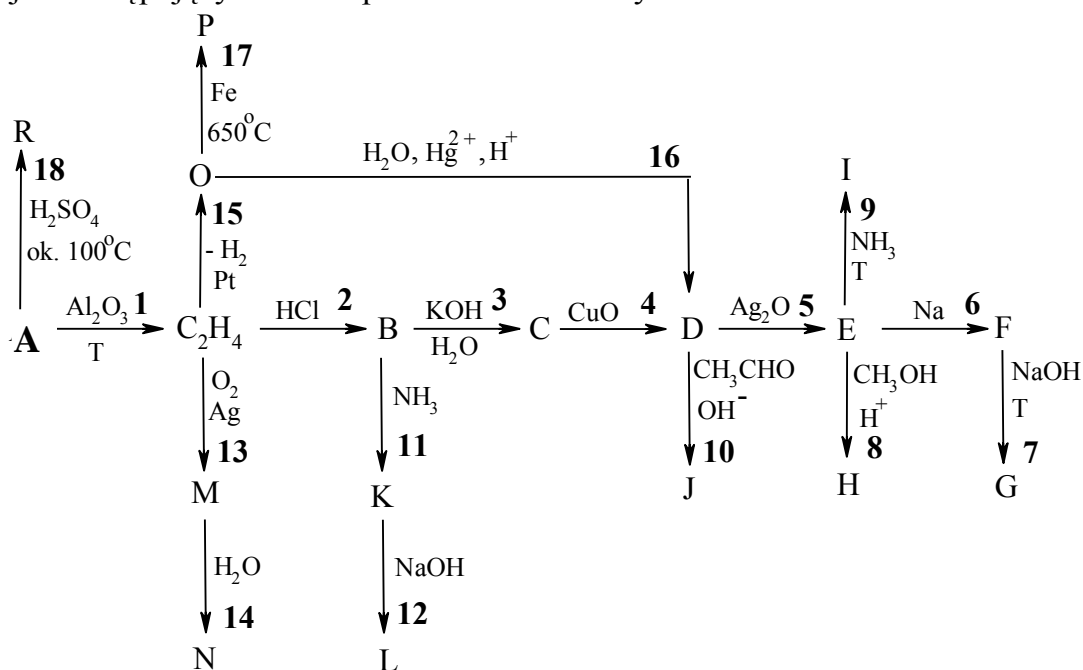
$$\Delta G^0_{\text{reakcji}} = \Delta H^0_{\text{reakcji}} - T \Delta S^0_{\text{reakcji}}$$

$$\Delta G^0_{\text{reakcji}} = -164,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} - 298 \text{ K} (-172,5 \cdot 10^{-3}) \text{ kJ}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = -113,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \quad 1 \text{ pkt}$$

Suma punktów: 17 pkt

Zadanie 4 (28 pkt)

Podany jest następujący schemat przemian chemicznych:



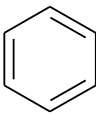
a). Podaj wzory (półstrukturalne, grupowe) i nazwy systematyczne wszystkich związków organicznych występujących w powyższym schemacie.

b). Określ typ reakcji 2, 5, 8, 10 wg terminologii chemii organicznej i przedstaw mechanizm reakcji 2-giej.

c). Oblicz, a następnie porównaj (ustaw w szereg malejący) zawartość % węgla w substancjach C₂H₄, E i L.

Przykładowe rozwiązanie

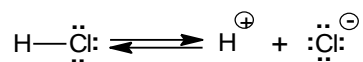
ad.a)

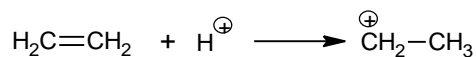
<i>Symbol związku</i>	<i>Wzór</i>	<i>Nazwa systematyczna</i>	
A	CH ₃ -CH ₂ -OH	<i>etanol (alkohol etylowy)</i>	0,5 pkt + 0,5pkt
B	CH ₃ -CH ₂ -Cl	<i>chloroetan</i>	0,5 pkt + 0,5pkt
C	CH ₃ -CH ₂ -OH	<i>etanol (alkohol etylowy)</i>	0,5 pkt + 0,5pkt
D	CH ₃ CHO	<i>etanal (acetaldehyd)</i>	0,5 pkt + 0,5pkt
E	CH ₃ -COOH	<i>kwas etanowy</i>	0,5 pkt + 0,5pkt
F	CH ₃ -COONa	<i>etanian sodu</i>	0,5 pkt + 0,5pkt
G	CH ₄	<i>metan</i>	0,5 pkt + 0,5pkt
H	CH ₃ -COOCH ₃	<i>etanian metylu</i>	0,5 pkt + 0,5pkt
I	CH ₃ -CONH ₂	<i>etanoamid (acetamid)</i>	0,5 pkt + 0,5pkt
J	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CHO} \end{array}$	<i>3-hydroksybutanal</i>	0,5 pkt + 0,5pkt
K	CH ₃ -CH ₂ -NH ₃ Cl	<i>chlorek etyloamoniowy</i>	0,5 pkt + 0,5pkt
L	CH ₃ -CH ₂ -NH ₂	<i>etyloamina (etanoamina)</i>	0,5 pkt + 0,5pkt
M	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CH}_2 \\ \diagdown \quad / \\ \text{O} \end{array}$	<i>tlenek etylenu (oksiran)</i>	0,5 pkt + 0,5pkt
N	HO-CH ₂ -CH ₂ -OH	<i>etano-1,2-diol</i>	0,5 pkt + 0,5pkt
O	CH≡CH	<i>etyń (acetylen)</i>	0,5 pkt + 0,5pkt
P		<i>benzen</i>	0,5 pkt + 0,5pkt
R	CH ₃ -CH ₂ -O-CH ₂ -CH ₃	<i>eter dietylowy</i>	0,5 pkt + 0,5pkt

ad.b)

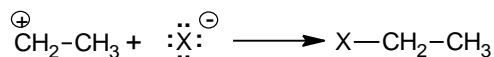
- | | |
|--------------------------------|------|
| 2 – addycja (przyłączenia) | 1pkt |
| 5 - utlenianie (redox) | 1pkt |
| 3 – substytucja (podstawienia) | 1pkt |
| 10 – addycja (przyłączenia) | 1pkt |

Mechanizm reakcji 2-giej:





3pkt



ad.c)



$$M_{\text{C}_2\text{H}_4} = 2 \cdot 12 + 4 = 28 \text{ g/mol}$$

$$\frac{28 \text{ g} - 100 \%}{24 \text{ g} - x \%}$$

$$x = 85,71 \%$$

1pkt



$$M_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 2 \cdot 12 + 4 + 16 \cdot 2 = 60 \text{ g/mol}$$

$$\frac{60 \text{ g} - 100 \%}{24 \text{ g} - x \%}$$

$$x = 40,00 \%$$

1pkt



$$M_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2} = 2 \cdot 12 + 7 + 14 = 45 \text{ g/mol}$$

$$\frac{45 \text{ g} - 100 \%}{24 \text{ g} - x \%}$$

$$x = 53,33 \%$$

1pkt

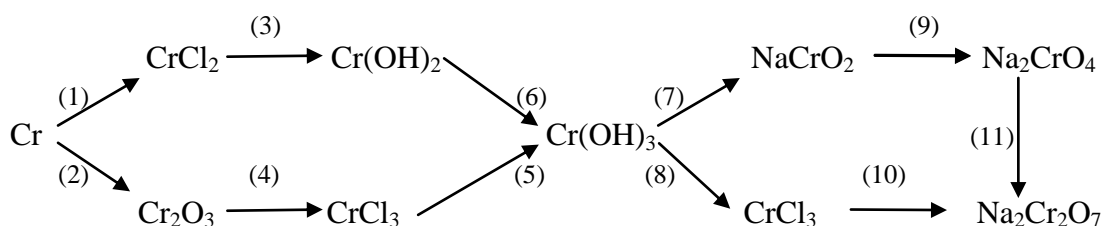
Zawartość węgla maleje w szeregu $\text{C}_2\text{H}_4 > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2 > \text{CH}_3\text{COOH}$.

1pkt

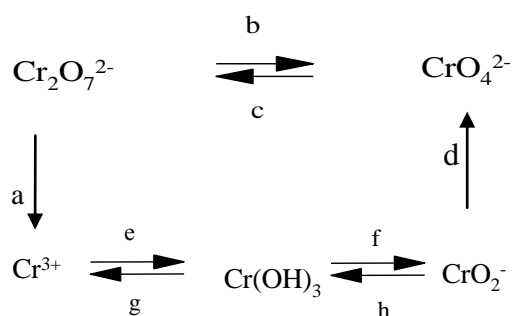
Suma punktów: 28 pkt.

Zadanie 5 (24 pkt)

Przeanalizuj poniższy schemat dotyczący reakcji chromu i jego związków.



- Zapisz równania reakcji zaznaczonych na tym schemacie.
- Zapisz konfiguracje elektronowe atomu chromu oraz jonów Cr^{2+} i Cr^{3+} .
- W jakim środowisku wodnym przebiegają reakcje zaznaczone na poniższym schemacie:



Zapisz jonowe równania reakcji b) i c) oraz określ kierunek przesunięcia ich równowagi w zależności od odczynu środowiska.

- d. Podaj nazwy oraz barwy jonów: CrO_2^- , CrO_4^{2-} i $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$.
- e. W reakcji 1,3 g chromu z kwasem siarkowym(VI) otrzymano 560 cm³ wodoru (warunki normalne). Oblicz ładunek jonów chromu, które przeszły do roztworu. *Masa molowa Cr (g/mol):52*

Przykładowe rozwiązanie

ad.a) Równania reakcji

- | | |
|---|--------|
| 1. $\text{Cr} + 2\text{HCl} = \text{CrCl}_2 + \text{H}_2$ | 0,5pkt |
| 2. $4 \text{Cr} + 3\text{O}_2 = 2\text{Cr}_2\text{O}_3$ | 0,5pkt |
| 3. $\text{CrCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Cr(OH)}_2 + 2\text{NaCl}$ | 0,5pkt |
| 4. $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{CrCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ | 0,5pkt |
| 5. $\text{CrCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Cr(OH)}_3 + 3\text{NaCl}$ | 0,5pkt |
| 6. $4 \text{Cr(OH)}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{Cr(OH)}_3$ | 1pkt |
| 7. $\text{Cr(OH)}_3 + \text{NaOH} = \text{NaCrO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ | 1pkt |
| 8. $\text{Cr(OH)}_3 + 3\text{HCl} = \text{CrCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ | 0,5pkt |
| 9. $2\text{NaCrO}_2 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ | 1pkt |
| 10. $2\text{CrCl}_3 + 2\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 8\text{HCl}$ | 1pkt |
| 11. $2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 2\text{HCl}_{\text{rozcz.}} = \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ | 1pkt |

- ad.b) Konfiguracje elektronowe: $\text{Cr}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$ 1pkt
 $\text{Cr}^{2+}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4$ 0,5pkt
 $\text{Cr}^{3+}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$ 0,5pkt

- ad.c) W środowisku kwaśnym przebiegają reakcje: a, c, g, h. (4x0,5)=2pkt
W środowisku zasadowym przebiegają reakcje: b, d, e, f. (4x0,5)=2pkt

Reakcja b) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2 \text{OH}^- \rightleftharpoons 2 \text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 1pkt
W środowisku zasadowym stan równowagi jest przesunięty w prawo 0,5pkt

Reakcja c) $2 \text{CrO}_4^{2-} + 2 \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 1pkt

W środowisku kwaśnym stan równowagi jest przesunięty w prawo

0,5pkt

ad.d) Nazwy i barwy anionów:

CrO_2^- chromian(III), barwa zielona

0,5pkt+0,5pkt

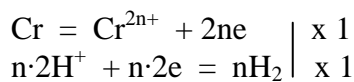
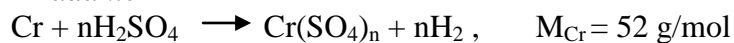
CrO_4^{2-} chromian(VI), barwa żółta

0,5pkt+0,5pkt

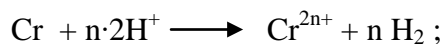
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ dichromian(VI), barwa pomarańczowa.

0,5pkt+0,5pkt

ad.e) *Zadanie*



2 pkt



$$\begin{array}{r} 52 \text{ g Cr} \quad - \quad n \cdot 22,4 \text{ dm}^3 \\ 1,3 \text{ g} \quad \quad - \quad 0,56 \text{ dm}^3 \\ \hline \end{array}$$

1 pkt

stąd $n = 1$

$\text{Cr}^{2n+} = \text{Cr}^{2+}$, więc do roztworu przechodzą jony Cr^{2+}

1 pkt

Suma punktów: 24 pkt.