CHEMIA

zbiór zadań

matura 2018

tom I

Przykładowe rozwiązania zadań obliczeniowych

BIOMEDICA

www.biomedica.edu.pl

Spis treści

1.Stechiometria chemiczna 3
2.Struktura atomu 13
4.Kinetyka i statyka chemiczna.....14
5.Roztwory i reakcje zachodzące w roztworach wodnych 18
6.Stężenia 27
7.Reakcje utleniania i redukcji.....37
8.Elektrochemia.....38
9.Właściwości pierwiastków bloku s, p, d 39

1.Stechiometria chemiczna

Nr zad.	Rozwiązanie
1	$K + H_2O \rightarrow KOH + ½H_2$ 39 g K ---------- ½ · 22,4 dm^3 H_2 X (g) K ---------- Y (dm^3) H_2 $Na + H_2O \rightarrow NaOH + ½H_2$ 23 g Na ---------- ½ · 22,4 dm^3 H_2 X (g) Na ---------- 5,6 dm^3 - Y (dm^3) H_2 Na podstawie dwóch proporcji układamy układ równań: $\begin{cases} 11,2 \cdot X = 39 \cdot Y \\ 11,2 \cdot X = 23 \cdot (5,6 - Y) \end{cases}$ $39 \cdot Y = 23 \cdot (5,6 - Y)$ $39 \cdot Y = 128,8 – 23 \cdot Y$ Y = 2,07 dm^3 5,6 dm^3 – 2, 07 dm^3 = 3,53 dm^3 1 mol Na ------ ½ · 22,4 dm^3 H_2 x (mol) Na ---- 3,53 dm^3 H_2 **x = 0,315 mola Na**
2	at. X = $\frac{9,03 \cdot 10^{22}}{6,02 \cdot 10^{23}}$ = 0,15 mola X 0,15 mola --- 12 g 1 mol ---------- x (g) x = 80 g → **Br (80 g/mol)** % X = 100% – 10,1 % (A) = 89,9 % (% bromu w cząsteczce AX_3) 3 · 80 g ---- 89,9 % A (g) ------- 10,1 % A = 27 g/mol → **Al** <u>Nazwa systematyczna:</u> **Bromek glinu**
4	Obliczenia na podstawie reakcji zapisanych w zadaniu 3. Reakcje: $4P + 5O_2 \rightarrow P_4O_{10}$ $P_4O_{10} + 6H_2O \rightarrow 4H_3PO_4$ 6,2 g P ------- x (g) P_4O_{10} 4 · 31 g P ---- 284 g P_4O_{10} x = 14,2 g P_4O_{10}

	284 g P_4O_{10} ------ 4 mol H_3PO_4 14,2 g P_4O_{10} ---- y (mol) H_3PO_4 y = 0,2 mole H_3PO_4 (Wynik dla wydajności 100 %, zatem należy obliczyć dla wydajności 65 %) 0,2 mole ---- 100% z (mol) ------- 65% z = 0,13 mol H_3PO_4 $C_m = \frac{n}{v}$ $v = \frac{n}{C_m} = \frac{0{,}13\ mol}{0{,}52\ mol/dm^3}$ = **0,25 dm³**
8	b) $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ 2 g 2 g M_{H_2}= 2g M_{Cl_2}= 71g x (g) H_2 ---- 2 g Cl_2 2 g H_2 ------ 71 g Cl_2 x = 0,056 g H_2 (Wprowadzono 2 g H_2, zatem w reaktorze nadmiar H_2) 1 mol Cl_2 ------ 71 g Cl_2 Y (mol) Cl_2 ---- 2 g Cl_2 Y = 0,028 mola Cl_2 (Liczba moli chloru, która przereagowało z wodorem) H_2 = 1 mol – 0,028 mol = 0,972 mol 1 mol ---------- 22,4 dm^3 0,972 mol ---- x (dm^3) x = 21,773 dm^3 H_2 HCl = 2 · 0,028 mol = 0,056 mol 1 mol ---------- 22,4 dm^3 0,056 mol ---- z (dm^3) z = 1,254 dm^3 HCl Suma = 21,773 dm^3 + 1,254 dm^3 = **23,027 dm³**
10	$K + H_2O \rightarrow KOH + ½H_2$ 8,22 g K ---- x (dm^3) H_2 39 g K ------ ½ ·22,4 dm^3 H_2 x = 2,35 dm^3 H_2 2 obj. H_2 ---- 5 obj. pow. y (m^3) ------- 10 m^3 y = 4 m^3 H_2 **2,36 dm³ < 4 m³ → nie dojdzie do wybuchu**

12

b)
Na podstawie reakcji z podpunktu a:

$$5(COOH)_2 + 3H_2SO_4 + 2KMnO_4 \rightarrow 10CO_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

3 mole H_2SO_4 ---- 10 · 22,4 dm^3 CO_2
x (mol) H_2SO_4 ---- 11,2 dm^3 CO_2
x = 0,15 mola H_2SO_4

m_{H2SO4} = 0,15 mola · 98 g/mol = 14,7 g
C_p = 96%, d = 1,09 g/cm^3

96 % ----- 14,7 g H_2SO_4
100 % ---- x (g) H_2SO_4
x = 15,3 g r-ru H_2SO_4

$v = \frac{m_r}{d} = \frac{15{,}3\ g}{1{,}09\ g/cm^3}$ = **14 cm^3**

13

$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$
$p \cdot V = \frac{m \cdot R \cdot T}{M}$
$p \cdot V \cdot M = m \cdot R \cdot T$
$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot V}$, ($d = \frac{m}{V}$) po podstawieniu do wzoru otrzymujemy postać: $M = \frac{d \cdot R \cdot T}{p}$
$M = \frac{1{,}145 \cdot 83{,}1 \cdot 298}{1013}$ = **28 g/mol**

14

100 % - 32,4 % - 22,6 % = 45 % O_2

Na 32,4 % : S 22,6 % : O 45 % Zakładamy masa = 100 g
Na 32,4 g : S 22,6 g : O 45 g
$Na\ \frac{32{,}4\ g}{23\ g/mol} : S\ \frac{22{,}6\ g}{32\ g/mol} : O\ \frac{45\ g}{16\ g/mol}$

Na 1,4 mol : **S** 0,7 mol : **O** 2,8 mol / : 0,7 mol
2 x Na : 1 x S : 4 x O

Wzór: Na_2SO_4

15

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$$

x moli y moli
$m_1 = 2x$ $m_2 = 71y$
$v_1 = 22{,}4\ dm^3 \cdot x$ $v_2 = 22{,}4\ dm^3 \cdot y$

$$\begin{cases} m_1 + m_2 = 4 \\ v_1 + v_2 = 2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2x + 71y = 4 \rightarrow x = \frac{4-71y}{2} \\ 22{,}4x + 22{,}4y = 2 \end{cases}$$

$22{,}4 \cdot \left(\frac{4-71y}{2}\right) + 22{,}4y = 2$
y = 0,055 mola Cl_2 → nadmiar
x = 0,0475 mola H_2

17

$C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\ \%$

$m_s = \frac{C_p \cdot m_r}{100\%} = \frac{5\ \% \cdot 200\ g}{100\ \%} = 10\ g$

NH_4Br : NaBr : KBr
1 : 2 : 2 10 g : 5 = 2 g

NH_4Br - 2 g
NaBr - 4 g
KBr - 4 g

18

Sól Erlenmayera 10 g – mieszanina soli bromkowych

115 g leku ---- 10 g soli bromkowych
3 · 5 g leku ----- y (g) soli bromkowych
y = 1,3 g > 1g → dawka została przekroczona

19

<u>Obliczenia dla wzoru empirycznego:</u>

100 % - 52,5 % = 47,5 % zawartość tlenu
52,5 % - zawartość chloru

50 mg = 0,05 g

0,05 g (mieszaniny) ---- 100%
x (g) ---------- 52,5 %
x = 0,02625 g chloru

0,05 g (mieszaniny) ---- 100%
y (g) ---------- 47,5 %
y = 0,02375 g tlenu

$n_{chloru} = \frac{0{,}02625\ g}{35{,}5\ g/mol} = 0{,}0007$ mola

$n_{tlenu} = \frac{0{,}02375\ g}{16\ g/mol} = 0{,}0014$ mola

chlor 0,0007 : tlen 0,0014 / : 0,0007
chlor 1 : tlen 2
Wzór empiryczny ClO_2

<u>Obliczenia dla wzoru rzeczywistego:</u>

$M_{ClO_2} = 67{,}5\ g/mol$

Gęstość wzoru empirycznego $d_e = \frac{n \cdot M}{Vo} = \frac{n \cdot 67{,}5\ g/mol}{22{,}4\ dm^3}$

Gęstość gazu w zadaniu $d = \frac{m}{v} = \frac{0{,}05\ g}{0{,}15\ dm^3}$

	Porównujemy d_e z d i obliczamy n: $\frac{n \cdot 67{,}5\ g/mol}{22{,}4\ dm^3} = \frac{0{,}05\ g}{0{,}15\ dm^3}$ n = 1 → **wzór empiryczny równy rzeczywistemu** **Odp.: Wzór empiryczny jest równocześnie wzorem rzeczywistym.**
20	V_{krwi} = 5,5 l = 5500 cm^3 16 g Hb ---- 100 cm^3 krwi x (g) Hb ---- 5500 cm^3 krwi x = 880 g Hb 8 g Mb ------ 1 kg m.c. y (g) Mb ---- 70 kg m.c. y = 560 g Mb 17500 g Mb ---- 1mol Mb ---- 6,02 · 10^{23} cz. Mb 560 g Mb ---------- z (cz.) Mb z = 0,1926 · 10^{23} cz. Mb 1 cz. Mb zawiera 1 at. O (z informacji wstępnej), zatem tyle samo jest at. O co cząsteczek Mb. 1 mol at. O ------ 6,02 ·10^{23} at. O x (mol) at. O ---- 0,1926 · 10^{23} at. O x = 0,032 mola at. O 1 mol at. O ---------- 16 g 0,032 mola at. O ---- Z_1 (g) **Z_1 = 0,51 g tlenu** 65000 g Hb ---- 1mol Hb ---- 6,02 · 10^{23} cz. Hb 880 g Hb ---------- x (cz.) Hb x = 0,0815 · 10^{23} cz. Hb 1 Hb zawiera 4 at. tlenu, zatem 4 razy więcej tlenu niż cząsteczek hemoglobiny. 0,0815 · 10^{23} · 4 = 0,326 · 10^{23} at. tlenu 1 mol at. O ------ 6,02 ·10^{23} at. O X (mol) at. O ---- 0,326·10^{23} at. O X = 0,054 mola at. O 1 mol at. O ---------- 16 g 0,054 mola at. O ---- Z_2 (g) **Z_2 = 0,86 g tlenu** **Z = Z_1 + Z_2 = 0,51 g + 0,86 g = 1,37 g tlenu**

22

$M_{Mg_2P_2O_7}$ = 222 g/mol
M_{MgCO_3} = 84 g/mol

2 mole $MgNH_4PO_4$ ---- 222 g $Mg_2P_2O_7$
x (mol) $MgNH_4PO_4$ ---- 0,2121 g $Mg_2P_2O_7$
x = 0,001911 mola $MgNH_4PO_4$

1 mol $MgNH_4PO_4$ ----------1 mol $MgCl_2$ ----------1 mol $MgCO_3$
Zatem: 0,001911 mola $MgNH_4PO_4$ --- 0,001911 mol $MgCl_2$ --- 0,001911 mol $MgCO_3$

1 mol $MgCO_3$ ---------- 84 g $MgCO_3$
0,001911 mola $MgCO_3$ ---- x (g) $MgCO_3$
x = 0,1605 g $MgCO_3$

% $MgCO_3 = \frac{0{,}1605\ g}{0{,}5\ g} \cdot 100\ \% =$ **32,1 %**

23

C_xH_y + O_2 → CO_2 + H_2O
1,5 g 4,5 g 2,7 g

18 g H_2O ----- 2 g H
2,7 g H_2O ---- x (g) H
x = 0,3 g H

44 g CO_2 ----- 12 g C
4,5 g CO_2 ---- y (g) C
y = 1,2 g C

razem = 0,3 g + 1,2 g = 1,5 g

% H = $\frac{0{,}3\ g}{1{,}5\ g} \cdot 100\ \% =$ **20 %**
% C = $\frac{1{,}2\ g}{1{,}5\ g} \cdot 100\ \% =$ **80%**

$\frac{12x}{y} = \frac{80}{20}$
$12\frac{x}{y} = 4$
$\frac{x}{y} = \frac{4}{12}$
$\frac{x}{y} = \frac{1}{3}$

x : y
1 : 3
CH_3 /·2 → C_2H_6 **CH_3-CH_3**

24

$BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2HCl$

$M_{BaCl_2 \cdot 2H_2O} = 244$ g/mol

244 g $BaCl_2 \cdot 2\ H_2O$ -------- 208 g $BaCl_2$
0,6892 g $BaCl_2 \cdot 2\ H_2O$ ---- x (g) $BaCl_2$
x = 0,5875 g $BaCl_2$

1 mol $BaCl_2$ ------ 208 g
y (mol) $BaCl_2$ ---- 0,5875 g
y = 0,002825 mola $BaCl_2$

1 mol $BaCl_2$ ---------- 1 mol H_2SO_4
0,002825 mola $BaCl_2$ ---- 0,002825 mola H_2SO_4
$C_{H_2SO_4} = 1$ mol/dm^3

$C_m = \frac{n}{v} \rightarrow v = \frac{n}{C_m}$

$V_{H_2SO_4} = \frac{0{,}002825\ \text{mol}}{1\ \text{mol/dm}^3} = 0{,}002825$ dm^3 = 2,825 cm^3

2,825 cm^3 ---- 100 %
z (cm^3) -------- 150 %
z = **4,24 cm^3**

25

$2Pb^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + H_2O \rightarrow 2PbCrO_4 + 2H^+$

$M_{PbCrO_4} = 323$ g/mol
$M_{K_2Cr_2O_7} = 294$ g/mol

1 mol ----- 323 g $PbCrO_4$
x (mol) ---- 0,6205 g $PbCrO_4$
x = 0,001921 mola $PbCrO_4$

1 mol $Cr_2O_7^{2-}$ ----- 2 mole $PbCrO_4$
y (mol) $Cr_2O_7^{2-}$ ---- 0,001921 mola $PbCrO_4$
y = 0,0009605 mola $Cr_2O_7^{2-}$

$C_m = \frac{n}{v}$
v = 5 cm^3 = 0,005 dm^3
$C_m = \frac{0{,}0009605\ \text{mola}}{0{,}005\ \text{dm}^3} = 0{,}1921$ mol/dm^3

$C_m = \frac{Cp \cdot d}{M \cdot 100\ \%}$ d = 1,05 g/cm^3 = 1050 g/dm^3

$C_p = \frac{C_m \cdot M \cdot 100\%}{d} = \frac{0{,}1921\ \text{mol/dm}^3 \cdot 294\ \text{g/mol} \cdot 100\ \%}{1050\ \text{g/dm}^3} =$ **5,38%**

26

$$Fe^{3+} + 3NH_3 + 3H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 + 3NH_4^+$$

0,5265 g ---- 100%
x (g) ---------- 12%
x = 0,06318 g Fe

1 mol Fe ---- 56 g
y (mol) ------ 0,06318 g
y = 0,001128 mol Fe

1 mol Fe ---------- 3 mole NH_3
0,001128 mol Fe ---- z (mol) NH_3
z = 0,003384 mola NH_3

$C_m = \frac{Cp \cdot d}{M \cdot 100\%}$ $M_{NH_3} = 17$ g/mol d = 1 g/cm^3 = 1000 g/dm^3

$C_m = \frac{2{,}5\ \% \cdot 1000\ g/dm^3}{17\ g/mol \cdot 100\ \%} = 1{,}47$ mol/dm^3

$C_m = \frac{n}{v}$

$v = \frac{n}{C_m} = \frac{0{,}003384\ mola}{1{,}47\ mol/dm^3} = 0{,}0023$ dm^3 = **2,3 cm^3**

27

$$CaCO_3 \xrightarrow{T} CaO + CO_2$$

1 mol CO_2 ------ 44 g CO_2
x (mol) CO_2 ---- 0,23 g CO_2
x = 0,0052 mola CO_2

1 mol $CaCO_3$ ---------- 1 mol CO_2
0,0052 mola $CaCO_3$ ---- 0,0052 mola CO_2

1 mol $CaCO_3$ ---------- 100 g $CaCO_3$
0,0052 mola $CaCO_3$ ---- y (g) $CaCO_3$
y = 0,52 g $CaCO_3$

% $CaCO_3 = \frac{0{,}52\ g}{0{,}56\ g} \cdot 100\% =$ **92,9%**

28	$Na_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 + 2NaCl$ M_{BaSO_4} = 233 g/mol $M_{Na_2SO_4}$ = 142 g/mol 142 g Na_2SO_4 ---- 233 g $BaSO_4$ x (g) Na_2SO_4 ------ 0,6 g $BaSO_4$ x = 0,3657 g Na_2SO_4 142 g Na_2SO_4 -------- 32 g S 0,3657 g Na_2SO_4 ---- y (g) S y = 0,08241 g S 0,08241 g S ---- 7% z (g) ---------- 100% z = **1,18 g**
29	$CaCl_2 + (NH_4)C_2O_4 \rightarrow CaC_2O_4 + 2NH_4Cl$ v = 150 ml = 0,15 l $C_m = \frac{n}{v}$ n = 0,15 l · 0,2 mol/l = 0,03 mola 160 % ---- 75 ml 100 % ---- x (ml) x = 46,88 ml = 0,04688 l $C_m = \frac{0{,}03\ \text{mol}}{0{,}04688\ \text{l}}$ = **0,64 mol/l**
30	$M_{NH_4NO_3}$ = 80 g/mol $M_{Ca(NO_3)_2}$ = 164 g/mol 1 mol NH_4NO_3 ------ 80 g 1,5 mol NH_4NO_3 ---- x (g) x = 120 g NH_4NO_3 80 g NH_4NO_3 ------ 28 g N 120 g NH_4NO_3 ---- y (g) N y = 42 g N 164 g $Ca(NO_3)_2$ ---- 28 g N z (g) $Ca(NO_3)_2$ ------ 42 g N z = **246 g $Ca(NO_3)_2$**
31	64 g CaC_2 ---- 22,4 dm^3 x (g) CaC_2 ---- 40 dm^3 x = 114,29 g CaC_2 % CaC_2 = $\frac{114{,}29\ \text{g}}{150\ \text{g}} \cdot 100\ \%$ = **76,19 %**

32

$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + 2NaOH$

106 g Na_2CO_3 ---- 2 · 40 g NaOH
x (g) Na_2CO_3 ----- 40 g NaOH
x = 53 g Na_2CO_3

53 g Na_2CO_3 ---- 85 %
y (g) Na_2CO_3 ---- 100 %
y = 62,35 g Na_2CO_3

$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$

2 · 84 g $NaHCO_3$ ---- 106 g Na_2CO_3
105 g $NaHCO_3$ ------- x (g) Na_2CO_3
x = 66,25 g Na_2CO_3

$W_{\%} = \frac{62,35\ g}{66,25\ g} \cdot 100\ \% =$ **94 %**

33

$2P + 3Cl_2 \rightarrow 2PCl_3$

2 · 31 g P ---- 2 · 137,5 g PCl_3
45 g P -------- x (g) PCl_3
x = 199,6 g PCl_3

$W_{\%} = \frac{180\ g}{199,6\ g} \cdot 100\ \% =$ **90,18 %**

35

C_xH_y
C : H = 10 : 1
Masa węgla= 12 · x
Masa wodoru= 1 · y

$\frac{10}{1} = \frac{12x}{y}$
10y = 12x
$\frac{10}{12} = \frac{x}{y}$
x : y = 10 : 12 → $C_xH_y = C_{10}H_{12}$

M_{CxHy} = 132 g/ mol

10 · 12 g + 12 · 1 g = 132 g → **wzór $C_{10}H_{12}$**

2.Struktura atomu

Nr zad.	Rozwiązanie
7	a) Uran: 42 lat : 21 lat = 2 cykle $8 \cdot 10^{-3}$ g $\xrightarrow{21\text{ lat}}$ $4 \cdot 10^{-3}$ g $\xrightarrow{21\text{ lat}}$ $2 \cdot 10^{-3}$ g Rad: 42 lat : 10,5 lat = 4 cykle $1{,}6 \cdot 10^{-3}$ g $\xrightarrow{21\text{ lat}}$ $0{,}8 \cdot 10^{-3}$ g $\xrightarrow{21\text{ lat}}$ $0{,}4 \cdot 10^{-3}$ g $\xrightarrow{21\text{ lat}}$ $0{,}2 \cdot 10^{-3}$ g $\xrightarrow{21\text{ lat}}$ $0{,}1 \cdot 10^{-3}$ g $\frac{\text{U}}{\text{Ra}} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{0{,}1 \cdot 10^{-3}} = \frac{2}{0{,}1} = \mathbf{\frac{20}{1}}$ **20 : 1** b) $\%_{\text{Ra}} = \frac{0{,}1 \cdot 10^{-3}\text{ g}}{1\text{ g}} \cdot 100\ \% =$ **0,01 %**
19	c) 1 u + 3 u = **4u**
36	$M_k = M_o \cdot (\frac{1}{2})^{\frac{t}{T}}$ M_k - masa końcowa M_o - masa początkowa t - czas rozpadu T - okres półtrwania $m_k = m_o \cdot (\frac{1}{2})^{\frac{t}{T}} = 15 \cdot (\frac{1}{2})^{\frac{414}{138}} = 15 \cdot (\frac{1}{2})^3 =$ **1,88 g** **lub** liczba cykli = 414 : 138 = 3 cykle I cykl: 15 g : 2 = 7,5 g II cykl: 7,5 g : 2 = 3,75 g III cykl: 3,75 g : 2 = 1,875 ≈ **1,88 g**
37	$m_{\text{at. śr.}} = \frac{(m_1 \cdot p_1\%) + (m_2 \cdot p_2\%)}{100\ \%}$ ^{63}Cu = x_1 % ^{65}Cu = 100 % - x_1 %

	$m_{at.śr.} = \frac{(m_1 \cdot x_1\%) + [m_2 \cdot (100\,\% - x_1\,\%)]}{100\,\%}$ $63{,}546\ u = \frac{(62{,}9296\ u \cdot x_1\,\%) + [64{,}9278\ u \cdot (100\,\% - x_1\%)]}{100\,\%}$ x_1 = 69,4 % ^{63}Cu = **69,4 %** ^{65}Cu = 100 % - 69,4 % = **30,6 %**

4.Kinetyka i statyka chemiczna

Nr zad.	Rozwiązanie
3	22,4 dm^3 CO_2 ----- 1206 kJ 92,87 dm^3 CO_2 ---- x (kJ) x = **5000 kJ**
5	b) **W obliczeniach należy uwzględnić, że entalpia tej reakcji wynosi - 1691 kJ/mol.** $Al_4C_3 + 12H_2O \rightarrow 3CH_4 + 4Al(OH)_3$ ΔH = ∑ ΔH tw.produktów – ∑ ΔH tw.substratów - 1691 = [3 · x + 4 · (- 1273,4)] – [- 195,5 + 12 · (- 286)] - 1691 = 3 · x – 5093,6 + 3627,5 3 · x = - 225,5 x = - 75,2 kJ $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ ΔH = ∑ ΔH tw.produktów – ∑ ΔH tw.substratów ΔH = [(- 393,7) + 2 · (- 286)] – (- 75,2) = **890,5 kJ/mol**
6	I. Spalanie całkowite: $CH_4 + 2\,O_2 \rightarrow CO_2 + 2\,H_2O$ II. Spalanie niecałkowite: $CH_4 + O_2 \rightarrow C + 2\,H_2O$ Δ H = ∑ Δ H wiązań substratów – ∑ Δ H wiązań produktów $\Delta H_I = (\Delta H_w\, CH_4 + 2 \cdot \Delta H_w\, O_2) – (\Delta H_w\, CO_2 + 2 \cdot \Delta H_w\, H_2O)$ $\Delta H_{II} = (\Delta H_w\, CH_4 + \Delta H_w\, O_2) – (0 + 2 \cdot \Delta H_w\, H_2O)$ Różnica entalpii pomiędzy spalaniem metanu całkowitym, a niecałkowitym: $\Delta H = \Delta H_I - \Delta H_{II}$ $\Delta H = [(\Delta H_w\, CH_4 + 2 \cdot \Delta H_w\, O_2) – (\Delta H_w\, CO_2 + 2 \cdot \Delta H_w\, H_2O)] – [(\Delta H_w\, CH_4 + \Delta H_w\, O_2) –$ $(0 + 2 \cdot \Delta H_w\, H_2O)]$ $\Delta H = \Delta H_w\, O_2 - \Delta H_w\, CO_2$ Δ H = 499 – 2 · 742 = 499 – 1484 = -985 kJ -**Tyle mniej energii potrzeb na spalenie niecałkowite, zatem różnica entalpii wynosi 985 kJ.**

8

a)

pH = pK_{kwasu} + log ($\frac{[\text{stężenie sprzężonej zasady}]}{[\text{stężenie kwasu}]}$), gdzie pK_{kwasu} = - log K_{kwasu}

pH = - log ($10^{-7,4}$) + log ($\frac{0,05}{0,05}$) = 7,4 · log10 + log1 = 7,4 · 1 + 0 = **7,4**

9

$C_m = \frac{n}{v} = \frac{1\ mol}{2\ dm^3}$ = 0,5 mol/dm^3

Po 1 sekundzie:

$V_1 = k \cdot [H_2O_2] = 0,5\ \frac{1}{s} \cdot 0,5\ \frac{mol}{dm^3} = 0,25\ \frac{mol}{s \cdot dm^3}$ → tyle przereagowało w ciągu 1 sekundy

0,5 – 0,25 = 0,25 mol/dm^3 → tyle pozostało po 1 sekundzie

Po 2 sekundzie:

$V_2 = k \cdot [H_2O_2] = 0,5\ \frac{1}{s} \cdot 0,25\ \frac{mol}{dm^3} = 0,125\ \frac{mol}{s \cdot dm^3}$ → tyle przereagowało w ciągu 2 sekundy

0,25 – 0,125 = 0,125 mol/dm^3 → tyle pozostało po 2 sekundach

Po 3 sekundzie:

$V_3 = k \cdot [H_2O_2] = 0,5\ \frac{1}{s} \cdot 0,125\ \frac{mol}{dm^3} = 0,0625\ \frac{mol}{s \cdot dm^3}$ → tyle przereagowało w ciągu 3 sekundy

0,125 – 0,0625 = 0,0625 mol/dm^3 → tyle pozostało po 3 sekundzie → $C_{m\ końcowe}$

$C_{m\ końcowe} = \frac{n}{v}$

n = $C_m \cdot v$ = 0,0625 mol/dm^3 · 2 dm^3 = **0,125 mola H_2O_2**

22

$I_2 + H_2 \rightarrow 2HI$

I_2	H_2	HI
1 mol I_2 ---- 254 g x (mol) I_2 ----- 74,5 g x = 0,29 mola I_2 $C_{m\ I_2} = \frac{0,29\ mola}{1\ dm^3}$ = 0,29 mol/dm^3	1 mol H_2 ------- 2 g x (mol) H_2 ----- 1,9 g x = 0,95 mola H_2 $C_{m\ H_2} = \frac{0,95\ mola}{1\ dm^3}$ = 0,95 mol/dm^3	1 mol -------- 128 g HI x (mol) HI ---- 69,98 g HI x = 0,55 mola HI $C_{m\ HI} = \frac{0,55\ mola}{1\ dm^3}$ = 0,55 mol/dm^3

Stężenie [mol/dm^3]	**I_2**	**H_2**	**2HI**
początkowe	**0,29**	**0,95**	**-**
przereagowało	**0,275**	**0,275**	**-**
równowagowe	**0,29 - 0,275 = 0,015**	**0,95 – 0,275 = 0,675**	**0,55**

$K = \frac{[HI]^2}{[I_2] \cdot [H_2]} = \frac{(0,55)^2}{0,015 \cdot 0,675} = \frac{0,3025}{0,01}$ = **30,25**

23

I. Szybkość reakcji prostej

$v_1 = k \cdot [N_2] \cdot [H_2]^3$

$v_2 = k \cdot 5[N_2] \cdot 5^3[H_2]^3$

$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k \cdot 5[N_2] \cdot 5^3[H_2]^3}{k \cdot [N_2] \cdot [H_2]^3} = 5 \cdot 5^3 = 625$

$v_2 = 625 \cdot v_1$

II. Szybkość reakcji odwrotnej

$v_1 = k \cdot [NH_3]^2$

$v_2 = k \cdot 5^2[NH_3]^2$

$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k \cdot 5^2[NH_3]^2}{k \cdot [NH_3]^2} = 5^2 = 25$

$v_2 = 25 \cdot v_1$

<table>
<tr><td></td><td>$\frac{\text{szybkość reakcji prostej}}{\text{szybkość reakcji odwrotnej}} = \frac{625}{25}$ = 25 – szybkość zwiększyła się 25 razy w kierunku tworzenia amoniaku</td></tr>
<tr><td>25</td><td>$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

<table>
<tr><td>Stężenie [mol/dm^3]</td><td>N_2</td><td>$3H_2$</td><td>$2NH_3$</td></tr>
<tr><td>początkowe</td><td>0,75</td><td>1,75</td><td>-</td></tr>
<tr><td>przereagowało</td><td>0,30</td><td>0,90</td><td>-</td></tr>
<tr><td>równowagowe</td><td>0,75 – 0,30 = 0,45</td><td>1,75 - 0,90 = 0,85</td><td>0,6</td></tr>
</table>

K = $\frac{[NH_3]^2}{[N_2]\cdot[H_2]^3} = \frac{(0,6)^2}{0,45\cdot(0,85)^3}$ = 1,29</td></tr>
<tr><td>27</td><td>
<table>
<tr><td>Stężenie [mol/dm^3]</td><td>$2NO_2$</td><td>2NO</td><td>O_2</td></tr>
<tr><td>początkowe</td><td>0,75</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>przereagowało</td><td>0,60</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>równowagowe</td><td>0,15</td><td>0,60</td><td>0,30</td></tr>
</table>

Liczba moli reagentów w stanie równowagi wynoszą:
n $_{NO_2}$ = 0,15 mola
n $_{NO}$ = 0,60 mola
n $_{O_2}$ = 0,30 mola</td></tr>
<tr><td>30</td><td>I. Szybkość reakcji prostej

$v_1 = k\cdot[HCl]^4\cdot[O_2]$
$v_2 = k\cdot 2^4[HCl]^4\cdot 2[O_2]$
$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k\cdot 2^4[HCl]^4\cdot 2[O_2]}{k\cdot[HCl]^4\cdot[O_2]}$
$v_2 = 32\cdot v_1$
Szybkość reakcji prostej wzrośnie 32-krotnie</td><td>II. Szybkość reakcji odwrotnej

$v_1 = k\cdot[H_2O]^2\cdot[Cl_2]^2$
$v_2 = k\cdot 2^2[H_2O]^2\cdot 2^2[Cl_2]^2$
$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k\cdot 2^2[H_2O]^2\cdot 2^2[Cl_2]^2}{k\cdot[H_2O]^2\cdot[Cl_2]^2}$
$v_2 = 16\cdot v_1$
Szybkość reakcji odwrotnej wzrośnie 16-krotnie</td></tr>
<tr><td>31</td><td>Ciśnienie wzrośnie pięciokrotnie, objętość zmniejszy się pięciokrotnie zatem stężenie wzrośnie pięciokrotnie.

$v_1 = k\cdot[SO_2]^2\cdot[O_2]$
$v_2 = k\cdot 5^2[SO_2]^2\cdot 5[O_2]$
$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k\cdot 5^2[SO_2]^2\cdot 5[O_2]}{k\cdot[SO_2]^2\cdot[O_2]} = 5^2\cdot 5 = 125$
$v_2 = 125\cdot v_1$ - Szybkość reakcji prostej wzrośnie 125-krotnie.</td></tr>
<tr><td>32</td><td>I. Szybkość reakcji prostej

$v_1 = k\cdot[SO_2]^2\cdot[O_2]$
$v_2 = k\cdot 2^2[SO_2]^2\cdot 2[O_2]$
$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k\cdot 2^2[SO_2]^2\cdot 2[O_2]}{k\cdot[SO_2]^2\cdot[O_2]} = 2^2\cdot 2 = 8$
$v_2 = 8\cdot v_1$
Szybkość reakcji prostej wzrośnie 8-krotnie</td><td>II. Szybkość reakcji odwrotnej

$v_1 = k\cdot[SO_3]^2$
$v_2 = k\cdot 2^2[SO_3]^2$
$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k\cdot 2^2[SO_3]^2}{k\cdot[SO_3]^2} = 2^2 = 4$
$v_2 = 4\cdot v_1$
Szybkość reakcji prostej wzrośnie 4-krotnie</td></tr>
</table>

36	**(1)** $C + O_2 \rightarrow CO_2$ $\Delta H^o_{sp} = -393$ kJ/mol **(2)** $H_2 + ½O_2 \rightarrow H_2O$ $\Delta H^o_{sp} = -284$ kJ/mol **(3)** $C_{10}H_8 + 12O_2 \rightarrow 10CO_2 + 4H_2O$ $\Delta H^o_{sp} = -5157$ kJ/mol $\Delta H^o_{tw} = 10 \cdot$ **(1)** $+ 4 \cdot$ **(2)** $+ (-1) \cdot$ **(3)** $\Delta H^o_{tw} = 10 \cdot (-393$ kJ/mol$) + 4 \cdot (-284$ kJ/mol$) + (-1) \cdot -5157$ kJ/mol = **91 kJ/mol**
37	$C_{grafit} + O_2 \rightarrow CO_2$ $\Delta H = -394,6$ kJ/mol $C_{diament} + O_2 \rightarrow CO_2$ $\Delta H = -395,3$ kJ/mol $C_{grafit} + O_2 - (C_{diament} + O_2) = CO_2 - CO_2$ $C_{grafit} = C_{diament}$ $\Delta H = 1$ mol $\cdot (-394,6$ kJ/mol$) - 1$ mol $\cdot (-395,3$ kJ/mol$) =$ **0,7 kJ**
38*	$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$ $\Delta S = \frac{\Delta H - \Delta G}{T} = \frac{-264,85\frac{kJ}{mol} - (-210\frac{kJ}{mol})}{298\ K} =$ **0,184** $\frac{\mathbf{kJ}}{\mathbf{mol \cdot K}}$
39	a) **(1)** $CH_2 = CH_{2(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(c)}$ **(2)** $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(c)}$ **(3)** $CH_3\text{-}CH_{3(g)} + \frac{7}{2}O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(c)}$ $\Delta H = 1 \cdot$ **(1)** $+ 1 \cdot$ **(2)** $+ (-1) \cdot$ **(3)** $\Delta H = 1 \cdot (-1409$ kJ$) + 1 \cdot (-286$ kJ$) + (-1) \cdot (-1557$ kJ$) =$ **-138 kJ**
40	a) $\Delta H = \sum \Delta H$ produktów $- \sum \Delta H$ substratów $\Delta H = -3434 - [(-1670 + 3 \cdot (-395)] =$ **- 579 kJ** b) 1 mol Al_2O_3 ------ 102 g x (mol) Al_2O_3 ---- 65 g x = 0,64 mola Al_2O_3 1 mol Al_2O_3 --------- 579 kJ 0,64 mola Al_2O_3 ---- x (kJ) x = **370,56 kJ**
41	$\Delta H = (-1) \cdot \Delta H_1 + 2 \cdot \Delta H_2 + 1 \cdot \Delta H_3$ $\Delta H = (-1) \cdot (-890) + 2 \cdot (-285) + 1 \cdot (-393) =$ **- 73 kJ/mol**
42*	$\Delta H = \sum \Delta H$ produktów $- \sum \Delta H$ substratów $\Delta H = (2 \cdot 33,84) - (2 \cdot 90,37) = -113,06$ kJ/mol $\Delta S = \sum \Delta S$ produktów $- \sum \Delta S$ substratów $\Delta S = (2 \cdot 240,4) - (2 \cdot 210,6 + 205) = -145,4$ J/mol $= -0,1454$ kJ/mol $\cdot$ K

	$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$ ΔG = - 113,06 kJ/mol – [298 K · (- 0,1454 kJ/mol· K)] = **69,73 kJ**
43*	Δ U = W + Q, gdzie W-energia utracona na wykonanie pracy, Q-energia utracona na oddychanie. Δ U = (-622 kJ) + (-82 kJ) = **- 704 kJ**

5.Roztwory i reakcje zachodzące w roztworach wodnych

Nr zad.	**Rozwiązanie**
4	$C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\ \%$ $m_s = \frac{C_p \cdot m_r}{100\ \%} = \frac{0{,}2\ \% \cdot 10000\ g}{100\ \%} = 20\ g$ 1 mol $Ca(OH)_2$ ------ 74 g x (mol) $Ca(OH)_2$ ---- 20 g x = 0,27 mola $C_m = \frac{n}{v} = \frac{0{,}27\ mola}{10\ dm^3} = 0{,}027\ mol/dm^3\ Ca(OH)_2$ → <u>0,027 mol/dm^3 Ca^{2+} →zdecydowany nadmiar, więc stężenie Ca^{2+} = stężeniu CO_2</u> $n_{CO_2} = \frac{1\ cm^3}{22{,}4\ dm^3/mol} = \frac{0{,}001\ dm^3}{22{,}4\ dm^3/mol} = 4{,}9 \cdot 10^{-5}$ mola CO_2 $C_m = \frac{n}{v} = \frac{4{,}9 \cdot 10^{-5} mola}{10\ dm^3} = 4{,}9 \cdot 10^{-6}$ mola/dm^3 CO_2 $[Ca^{2+}] = [CO_2 = HCO_3^-]$ $Ir = [Ca^{2+}] \cdot [CO_2] = (4{,}9 \cdot 10^{-6})^2 = 24 \cdot 10^{-12}$ = **$2{,}4 \cdot 10^{-11} < Ir\ 4{,}8 \cdot 10^{-9}$ → Osad nie powstanie**
5	$I_r\ CaSO_4 = 6{,}3 \cdot 10^{-5}$ $I_r = [Ca^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = x \cdot x$ $x = \sqrt{Ir} = \sqrt{0{,}000063} = 0{,}008$ mol/dm^3 zakładamy v = 1 dm^3 , $C_m = \frac{n}{v}$ → n = C_m · v = 0,008 mol/dm^3 · 1 dm^3 = 0,008 mola m_{CaSO_4} = n · M = 0,008 mola · 136 g/mol = 1,09 g 1,09 g $CaSO_4$ ---- 1000 g (dla małych R $m_r = m_{H_2O}$) x (g) $CaSO_4$ ------ 100 g x= **0,109 g / 100 g H_2O → Tak, sól trudno rozpuszczalna**
9	OH^- + H^+ → H_2O pH = 10 pH = 3 pOH = 4

	$[OH^-] = 10^{-4}$ mol/dm^3 $[H^+]=10^{-3}$ mol/dm^3 $\frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{10^{-3}}{10^{-4}} = \frac{10}{1}$ $[H^+] = 10 \cdot [OH^-]$ **$[H^+] : [OH^-]$** **1 : 10**
14	2,3 dm^3 Cl_2 ---- 1 dm^3 H_2O n = $\frac{2{,}3\ \mathrm{dm^3}}{22{,}4\ \mathrm{dm^3/mol}}$ = 0,103 mola Cl_2 m $_{Cl_2}$ = n · M = 0,103 mola · 71 g/mol = 7,31 g Cl_2 7,31 g ------ 1 dm^3 (1000 g) x (g) -------- 0,1 dm^3 (100 g) x = **0,731 g / 100 g H_2O**
16	$Cl_2 + H_2O \rightarrow 2HCl + ½O_2$ R$_{Cl_2}$ = 2,3 l Cl_2 / 1 l H_2O → 2,3 dm^3 Cl_2 /dm^3 H_2O 2,3 dm^3 Cl_2 ---- 1 dm^3 H_2O x dm^3 Cl_2 ------- 0,25 dm^3 H_2O x = 0,575 dm^3 Cl_2 22,4 dm^3 Cl_2 ------ ½ · 22,4 dm^3 O_2 0,575 dm^3 Cl_2 ---- x (dm^3) O_2 x = 0,2875 dm^3 O_2 cała objętość gazów – objętość tlenu = nadmiar chloru 0,4 dm^3 – 0,2875 dm^3 = 0,1125 dm^3 0,1125 dm^3 + 0,575 dm^3 = 0,6875 dm^3 ≈ **0,69 dm^3**
18	n $_{Cl_2}$ = $\frac{12{,}5\ \mathrm{g}}{71\ \mathrm{g}}$ = 0,176 mola Cl_2 $Cl_2 + H_2O \rightarrow 2HCl + ½O_2$ 1 mol Cl_2 ---------- 2 mole HCl 0,176 mola Cl_2 ---- x mol HCl x = 0,352 mola HCl 1 mol HCl ---------- 36,5 g 0,352 mola HCl ---- x (g) x = 12,85 g HCl 1 mol Cl_2 ---------- 0,5 mola O_2 0,176 mola Cl_2 ---- x (mol) O_2 x = 0,088 mola O_2 1 mol O_2 ---------- 32 g 0,088 mola O_2 ---- x (g) x = 2,816 g O_2

	$m_{r\ końcowa}$= 1000 g (początkowo) + 12,85 (powstały HCl) - 2,816 g (wydzielony tlen) = 1010,034 g $m_{s\ HCl\ końcowa}$ = 250 g + 12,85 g = 262,85 g HCl $C_{p\ końcowe} = \frac{262{,}85\ g}{1010{,}034\ g} \cdot 100\ \% = 26{,}0\ \%$ 26,0 % - 25 % = **1,0 %**
28	1 mol substancji ------ 1 dm^3 H_2O ------ - 1,86 ^oC x (mol) substancji -----1 dm^3 H_2O------- -1,00 ^oC x = 0,5376 mole substancji (Na^+, Cl^- i glukoza) 1 mol glukozy ---- 2 mole jonów (Na^+, Cl^-), czyli 1 mol NaCl 0,5376 mole : 3 = 0,1792 mola Zatem: $n_{glukoza}$ = 0,179 mola 1 mol glukozy ---------- 180 g 0,1792 mola glukozy ---- x (g) x = **32,26 g glukozy** n_{NaCl} = 0,1792 mola 1 mol NaCl ---------- 58,5 g 0,1792 mola NaCl ---- x (g) x = **10,48 g NaCl** masa mieszaniny = **32,26 g + 10,48 g = 42,74 g**
29	a) 342 g $Al_2(SO_4)_3$ ---- 414 g soli uwodnionej x (g) $Al_2(SO_4)_3$ ----- 120 g soli uwodnionej x = 99,13 g $Al_2(SO_4)_3$ 72 g H_2O ---- 414 g soli uwodnionej x (g) H_2O ---- 120 g soli uwodnionej x = 20,87 g H_2O masa wody = masa wody z soli uwodnionej + masa wody, w której rozpuszczono sól m_{H_2O} = 20,87 g + 50 g = 70,87 g H_2O 99,13 g $Al_2(SO_4)_3$ ---- 70,87 g H_2O x (g) $Al_2(SO_4)_3$ -------- 100 g H_2O x = **139,88 g $Al_2(SO_4)_3$** **Rozpuszczalność odczytana z wykresu dla 20 ^oC wynosi 100 g $Al_2(SO_4)_3$ / 100 g H_2O, zatem 139,88 g $Al_2(SO_4)_3$ > 100 g $Al_2(SO_4)_3$, więc roztwór jest nasycony.**

	b) 342 g $Al_2(SO_4)_3$ ---- 414 g soli uwodnionej x (g) $Al_2(SO_4)_3$ ---- 120 g soli uwodnionej x = 99,13 g $Al_2(SO_4)_3$ 72 g H_2O ---- 414 g soli uwodnionej x (g) H_2O---- 120 g soli uwodnionej x = 20,87 g H_2O masa wody = masa wody z soli uwodnionej + masa wody, w której rozpuszczono m_{H_2O} = 20,87 g + 50 g = 70,87 g H_2O Rozpuszczalność odczytana z wykresu dla 20 ^oC wynosi 100 g $Al_2(SO_4)_3$ / 100 g H_2O 100 g H_2O ------- 100 g $Al_2(SO_4)_3$ 70,87 g H_2O ---- x (g) $Al_2(SO_4)_3$ x = 70,87 g $Al_2(SO_4)_3$ → tyle się rozpuści $Al_2(SO_4)_3$ to co nie ulegnie rozpuszczeniu: 99,13 g $Al_2(SO_4)_3$ - 70,87 g $Al_2(SO_4)_3$ = **28,26 g $Al_2(SO_4)_3$**
30	c) Rozpuszczalność odczytana z wykresu dla 0 ^oC wynosi 110 g $Al_2(SO_4)_3$ / 100 g H_2O 90 g – 20 g = 70 g $Al_2(SO_4)_3$ → rozpuściło się dodatkowo 70 g substancji 110 g $Al_2(SO_4)_3$ ---------- 100 g H_2O → temp. 0^oC 110 g + dodatkowe 70 g ------- 100 g H_2O → **Temperaturę dla rozpuszczalności 180 g / 100 g H_2O należy odczytać z wykresu. Temperatura wynosi około 74^oC**.
34	b) 78 mg H_2SiO_3 ------- 28 mg Si 39,28 mg H_2SiO_3 ---- x (mg) Si x = 14,1 mg Si 14,1 mg Si ---- 1 dm^3 x (mg) Si ------ 0,25 dm^3 x = **3,53 mg Si** c) % dziennego zapotrzebowania = $\frac{3{,}53\ mg}{20\ mg}$ · 100 % = **18 %**
41	$2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$ $C_m = \frac{n}{v}$, n = C_m · v n_{NaOH} = 0,15 mol/dm^3 · 0,05 dm^3 = 0,0075 mola NaOH 2 mole NaOH ---------- 1 mol H_2SO_4 0,0075 mola NaOH ---- x (mol) H_2SO_4 x = 0,00375 mola H_2SO_4 $C_{m\ H_2SO_4} = \frac{0{,}00375\ mol}{0{,}02\ dm^3}$ = **0,1875 mol/dm^3**

51

α > 5 % więc → K = $\frac{C_o \cdot \alpha^2}{1-\alpha}$

K = $\frac{0{,}01 \cdot 0{,}85^2}{1-0{,}85}$ = **0,048**

53

	2 HI	H_2	I_2
Stężenie początkowe	4	-	-
uległo dysocjacji	x	-	-
Stężenie równowagowe	4-x	$\frac{x}{2}$	$\frac{x}{2}$

K = $\frac{\frac{x}{2} \cdot \frac{x}{2}}{4-x}$

$\frac{1}{64} = \frac{\frac{x}{2} \cdot \frac{x}{2}}{4-x}$

$\frac{1}{64} = \frac{x^2}{4 \cdot (4-x)}$

$4(4 - x)^2 = 64x^2$ /:4

$(4 - x)^2 = 16x^2$

$16 - 8x^2 - x^2 = 16x^2$

$15x^2 + 8x^2 - 16 = 0$

$\Delta = b^2 - 4ac$

$\Delta = 8^2 - 4 \cdot 15 \cdot (-16) = 1024$

$x = \frac{-b+\sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-8+\sqrt{1024}}{2 \cdot 15} = \frac{24}{30}$ = 0,8 mola

$C_m = \frac{n}{v}$, $n = C_m \cdot v = 4\ mol/dm^3 \cdot 1\ dm^3 = 4\ mol$

α = $\frac{0{,}8}{4} \cdot 100\ \%$ = **20 %**

54

α ≤ 5 %

(1) $K = C_o \cdot \alpha^2$

(2) $\alpha = \frac{[OH^-]}{C_o}$ → $Co = \frac{[OH^-]}{\alpha}$ - podstawiamy do wzoru (1) za C_o

$K = \frac{[OH^-]}{\alpha} \cdot \alpha^2$ → $K = [OH^-] \cdot \alpha$ → $[OH^-] = \frac{K}{\alpha}$

$[OH^-] = \frac{10^{-5}}{0{,}01} = 10^{-3}\ mol/dm^3$

$pOH = -\log [OH^-]$ $pOH = -\log 10^{-3} = 3$

pH = 14 – 3 = **11**

55

$K = C_o \cdot \alpha^2$, bo $\frac{C_o}{K} \geq 400$

$\alpha = \sqrt{\frac{K}{C_o}} = \sqrt{\frac{1{,}21 \cdot 10^{-5}}{0{,}1}} = \sqrt{1{,}21 \cdot 10^{-4}} = 0{,}011$

α = 0,011 · 100 % = **1,1 %**

56

pH = 7 pOH = 14 - 7 = 7

pOH = 7 → $[OH^-] = 10^{-7}$ mol/dm^3

(1) $K = C_o \cdot \alpha^2$

(2) $\alpha = \frac{[OH^-]}{C_o}$ → podstawiamy do wzoru (1) i otrzymujemy → $K = C_o \cdot \frac{[OH^-]^2}{C_o^2}$

$C_o = \frac{[OH-]^2}{K} = \frac{(10^{-7})^2}{10^{-10}}$ = **10^{-4} mol/dm^3**

59

$AgCl \rightarrow Ag^+ + Cl^-$

$I_r = [Ag^+] \cdot [Cl^-]$

$[Cl^-] = \frac{Ir}{[Ag^+]} = \frac{10^{-10}}{10^{-2}} = 10^{-8}$ mol/dm^3

HCl = $[Cl^-]$ = **10^{-8} mol/dm^3**

60

$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4$

$BaCl_2$	H_2SO_4
v_1 = 200 ml = 200 cm^3 = 0,2 dm^3	V_2 = 100 ml = 100 cm^3 = 0,1 dm^3
C_{m1} = 0,00001 mol/dm^3	C_{m2} = 0,01 mol/dm^3
$C_m = \frac{n}{v}$, n = Cm · v	$C_m = \frac{n}{v}$, n = Cm · v
n_1 = 0,00001 mol/dm^3 · 0,2 dm^3 = 0,000002 mola	n_2 = 0,01 mol/dm^3 · 0,1 dm^3 = 0,001 mola

$v_3 = v_1 + v_2$

v_3 = 0,2 dm^3 + 0,1 dm^3 = 0,3 dm^3

$[Ba^{2+}] = \frac{0{,}000002 \text{ mola}}{0{,}3 \text{ dm}^3} = 6{,}7 \cdot 10^{-6}$ mol/dm^3

$[SO_4^{2-}] = \frac{0{,}001 \text{ mola}}{0{,}3 \text{ dm}^3} = 3{,}3 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3

$[Ba^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = 6{,}7 \cdot 10^{-6} \cdot 3{,}3 \cdot 10^{-3} = 2{,}2 \cdot 10^{-8}$

Osad się wytrąci, ponieważ $2{,}2 \cdot 10^{-8} > I_r = 1{,}1 \cdot 10^{-10}$

61

a)

$I_r = [Pb^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}]$

$I_r = x \cdot x = x^2$

$x = \sqrt{Ir} = \sqrt{2{,}2 \cdot 10^{-8}}$ = **$1{,}48 \cdot 10^{-4}$ mol/l**

1 mol $PbSO_4$ ---------- 303 g

$1{,}48 \cdot 10^{-4}$ mol $PbSO_4$ ---- x (g)

x = 0,0448 g = 44,8 mg /l

b)

Rozpuszczalność będzie równa stężeniu jonów Pb^{2+}, ponieważ jest nadmiar wspólnego anionu soli trudno rozpuszczalnej.

$I_r = [Pb^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}]$

$[Pb^{2+}] = \frac{I_r}{[SO_4^{2-}]} = \frac{2{,}2 \cdot 10^{-8}}{10^{-3}}$ = **$2{,}2 \cdot 10^{-5}$ mol/l**

1 mol $PbSO_4$ ---------- 303 g

$2{,}2 \cdot 10^{-5}$ mol $PbSO_4$ ---- x (g)

x = 0,0067 g = **6,67 mg/l**

62

$Ag_2CrO_4 \rightarrow 2Ag^+ + CrO_4^{2-}$

1 mol Ag_2CrO_4 ------ 331,7 g
x (mol) Ag_2CrO_4 ---- 0,006 g
x = $1,8 \cdot 10^{-5}$ mola Ag_2CrO_4

1 mol Ag_2CrO_4 ---------- 2 mole Ag^+
$1,8 \cdot 10^{-5}$ mola Ag_2CrO_4 ---- x (mol) Ag^+
x = $3,6 \cdot 10^{-5}$ mola Ag^+

1 mol Ag_2CrO_4 ---------- 2 mole CrO_4^{2-}
$1,8 \cdot 10^{-5}$ mola Ag_2CrO_4 ---- $1,8 \cdot 10^{-5}$ mola CrO_4^{2-}

$C_m = \frac{n}{v}$

$[Ag^+] = \frac{3,6 \cdot 10^{-5}\ mol}{0,3\ dm^3} = 1,2 \cdot 10^{-4}$ mol/dm^3

$[CrO_4^{2-}] = \frac{1,8 \cdot 10^{-5}\ mol}{0,3\ dm^3} = 6 \cdot 10^{-5}$ mol/dm^3

$I_r = [Ag^+]^2 \cdot [CrO_4^{2-}]$
$I_r = (1,2 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 6 \cdot 10^{-5} =$ **$8,64 \cdot 10^{-13}$**

63

$AgCl \rightarrow Ag^+ + Cl^-$
$I_r = [Ag^+] \cdot [Cl^-]$
$[Ag^+] = [Cl^-] = x$
$I_r = x \cdot x = x^2$
$10^{-10} = x^2 \rightarrow x = \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5}$ mol/dm^3
$[Ag^+]_1 = x = 10^{-5}$ mol/dm^3

$AgI \rightarrow Ag^+ + I^-$
$I_r = [Ag^+] \cdot [I^-]$
$[Ag^+] = [I^-] = x$
$I_r = x \cdot x = x^2$
$10^{-16} = x^2 \rightarrow x = \sqrt{10^{-16}} = 10^{-8}$ mol/dm^3
$[Ag^+]_2 = x = 10^{-8}$ mol/dm^3

$\frac{[Ag^+]1}{[Ag^+]2} = \frac{10^{-5}}{10^{-8}} =$ **1000 razy**

64

I. $CdCO_3 \rightarrow Cd^{2+} + CO_3^{2-}$
$I_r = [Cd^{2+}] \cdot [CO_3^{2-}] = x \cdot x = x^2$
$5,2 \cdot 10^{-12} = x^2$ $\quad x = \sqrt{5,2 \cdot 10^{-12}} = 2,28 \cdot 10^{-6}$ mol/l

1 mol $CdCO_3$ ---------- 172 g
$2,28 \cdot 10^{-6}$ mol $CdCO_3$ ---- x (g)
x = 0,0004 g → dla 1 litra rozpuszczalność 0,0004 g/l

II. $Cd(OH)_2 \rightarrow Cd^{2+} + 2OH^-$
$I_r = [Cd^{2+}] \cdot [OH^-]^2 = x \cdot (2x)^2 = 4x^3$
$2,8 \cdot 10^{-14} = 4x^3$
$x = \sqrt[3]{\frac{2,8 \cdot 10^{-14}}{4}} = 1,9 \cdot 10^{-5}$ mol/l

1 mol $Cd(OH)_2$ ---------- 146 g
$1,9 \cdot 10^{-5}$ mol $Cd(OH)_2$ ---- x (g)
x = 0,0028 g → dla 1 litra rozpuszczalność 0,0028 g/l **0,0028 g/l > 0,0004 g/l → wodorotlenek kadmu lepiej rozpuszczalny**

<table>
<tr><td></td><td>Ag^+
$C_m = \frac{n}{v}$
$n = C_m \cdot v$
$n = 0{,}01\ mol/dm^3 \cdot 0{,}01\ dm^3 = 0{,}0001$ mola</td><td>Cl^-
50 mg = 0,05 g
1 mol Cl^----- 35,5 g
x (mol) ------ 0,05 g
x = 0,0014 mola</td></tr>
<tr><td>65</td><td colspan="2">$v_{końcowe} = 0{,}01\ dm^3 + 1\ dm^3 = 1{,}01\ dm^3$
$I_r = [Ag^+] \cdot [Cl^-]$
$[Ag^+] = \frac{0{,}0001\ mola}{1{,}01\ dm^3} = 0{,}000099\ mol/dm^3$
$[Cl^-] = \frac{0{,}0014\ mola}{1{,}01\ dm^3} = 0{,}0014\ mol/dm^3$
$I_r = 0{,}000099 \cdot 0{,}0014 =$ $1{,}38 \cdot 10^{-7} > 1{,}78 \cdot 10^{-10}$ – Tak, osad się wytrąci

Nadmiar Cl^- = 0,0014 - 0,000099 = 0,001301 mola Cl^-
$[Cl^-] = 0{,}001301\ mola/dm^3$
$I_r = [Ag^+] \cdot [Cl^-]$
$[Ag^+] = \frac{I_r}{[Cl^-]} = \frac{1{,}78 \cdot 10^{-10}}{1{,}3 \cdot 10^{-3}} = 1{,}37 \cdot 10^{-7}\ mol/dm^3$

1 mol AgCl ---------- 143,5 g
$1{,}37 \cdot 10^{-7}$ mol AgCl ---- x (g)
$x = 1{,}97 \cdot 10^{-5}$ g AgCl

$1{,}97 \cdot 10^{-5}$ g AgCl ---- 1000 cm^3
x (g) AgCl ---------- 1010 cm^3
x = $2 \cdot 10^{-5}$ AgCl</td></tr>
<tr><td>66</td><td colspan="2">$CaSO_4 \rightleftharpoons Ca^{2+} + SO_4^{2-}$
$Ir_{CaSO_4} = [Ca^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}]$
1 mol Ca^{2+} ------ 40 g
x (mol) Ca^{2+} ---- 0,01 g
x = 0,00025 mola Ca^{2+}
$[SO_4^{2-}] = \frac{Ir\ CaSO_4}{[Ca^{2+}]} = \frac{9{,}1 \cdot 10^{-6}}{2{,}5 \cdot 10^{-4}} = 3{,}6 \cdot 10^{-2}\ mol/dm^3$
$SrSO_4 \rightleftharpoons Sr^{2+} + SO_4^{2-}$
$Ir_{SrSO_4} = [Sr^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}]$
1 mol Sr^{2+} ---- 88 g
x (mol) Sr^{2+} ---- 0,01 g
x = 0,000114 mola Sr^{2+}
$[SO_4^{2-}] = \frac{Ir\ SrSO_4}{[Sr^{2+}]} = \frac{3{,}2 \cdot 10^{-7}}{1{,}14 \cdot 10^{-4}} = 2{,}8 \cdot 10^{-3}\ mol/dm^3$
$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{2+} + SO_4^{2-}$
$Ir_{BaSO_4} = [Ba^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}]$
1 mol Ba^{2+} ----- 137 g
x (mol) Ba^{2+} ---- 0,01 g
x = 0,000073 mola Ba^{2+}
$[SO_4^{2-}] = \frac{Ir\ BaSO_4}{[Ba^{2+}]} = \frac{1{,}1 \cdot 10^{-10}}{7{,}3 \cdot 10^{-5}} = 1{,}5 \cdot 10^{-6}\ mol/dm^3$
Siarczany wytrącają się w następującej kolejności: $BaSO_4$, $SrSO_4$, $CaSO_4$</td></tr>
</table>

67

Ir $_{CaCO_3}$ = $[Ca^{2+}] \cdot [CO_3^{2-}]$

$[CO_3^{2-}] = \frac{Ir}{[Ca^{2+}]} = \frac{4{,}8 \cdot 10^{-9}}{0{,}008} = 6 \cdot 10^{-7}$ mol/dm^3

Ir $_{NiCO_3}$ = $[Ni^{2+}] \cdot [CO_3^{2-}]$

$[CO_3^{2-}] = \frac{Ir}{[Ni^{2+}]} = \frac{1{,}3 \cdot 10^{-7}}{0{,}008} = 1{,}6 \cdot 10^{-5}$ mol/dm^3

$6 \cdot 10^{-7}$ mol/dm^3 < $1{,}6 \cdot 10^{-5}$ mol/dm^3 - **Jako pierwszy wytrąci się węglan wapnia.**

69

pH = 3 → $[H^+] = 10^{-3}$ mol/dm^3

$C_{H^+} = \frac{n}{v_{końcowe}}$ → $n = C_{H+} \cdot v_{końcowe}$ → $n = 10^{-3}$ mol/dm^3 $\cdot$ 1 dm^3 = 10^{-3} mola

$C_{HCl} = \frac{n}{v_{początkowa}} = \frac{10^{-3}\ mol}{0{,}1\ dm^3}$ = **0,01 mol/dm^3 HCl**

70

pH = 3	pH = 5
C = $[H^+] = 10^{-3}$ mol/dm^3, v = 10 cm^3 = 10^{-2} dm^3 $C = \frac{n}{v}$ n = 10^{-3} mol/dm^3 $\cdot$ 10^{-2} dm^3 = 10^{-5} mola	C = $[H^+] = 10^{-5}$ mol/dm^3 $C = \frac{n}{v}$ $v = \frac{10^{-5}\ mol}{10^{-5}\ mol/dm^3}$ = 1 dm^3 = 1000 cm^3

1000 cm^3 – 10 cm^3 = **990 cm^3**

71

$C = \frac{n}{v}$

$n = C \cdot v$

n = 0,001 mol/dm^3 $\cdot$ 0,1 dm^3 = 0,0001 mol

pH = 12

pOH = 2

$[OH^-] = 10^{-2}$ mol/dm^3

$[OH^-] = \frac{n}{v}$

$[OH^-] = \frac{n}{v_k}$, gdzie v_k – objętość końcowa $v_k = \frac{n}{[OH^-]} = \frac{0{,}0001\ mol}{0{,}01\ mol/dm^3}$ = 0,01 dm^3 = 10 cm^3

100 cm^3 – 10 cm^3 = **90 cm^3**

72

pH wody = 7

C $_{NaOH}$ = $[OH^-] = \frac{n}{v}$

$[OH^-] = \frac{0{,}01\ mol}{1\ dm^3} = 10^{-2}$ mol/dm^3

pOH = 2 → pH = 14 - 2 = 12

12 – 7 = **5 jednostek**

6.Stężenia

Nr zad.	Rozwiązanie
1	M_{NaNO_3} = 85 g/mol d = $\frac{m_r}{v}$ m_r = d · v **m_r** = 1,75 g/cm^3 · 100 cm^3 = 175 g r-ru $NaNO_3$ $C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$ **m_s** = $\frac{C_p \cdot m_r}{100\ \%} = \frac{58\ \% \cdot 175\ g}{100\ \%}$ = 101,5 g $NaNO_3$ 100 cm^3 ---- 101,5 g $NaNO_3$ 10 cm^3 ------ (x) g $NaNO_3$ x = 10,15 g $NaNO_3$ → zawartość $NaNO_3$ w pobranej próbce o objętości 10 cm^3 1 mol $NaNO_3$ ------- 85 g x (mol) $NaNO_3$ ---- 10,15 g x = 0,12 mola $NaNO_3$ $C_m = \frac{n}{v} = \frac{0{,}12\ mola}{0{,}1\ dm^3}$ = 1,2 mol/dm^3 $C_m = \frac{Cp \cdot d}{M \cdot 100\%}$ d = $\frac{Cm \cdot M \cdot 100\%}{Cp} = \frac{1{,}2\frac{mol}{dm^3} \cdot 85\ g/mol \cdot 100\%}{8{,}45\ \%}$ = 1207 g/dm^3 = **1,207 g/cm^3**
2	v = 0,4 dm^3 = 400 cm^3 d = $\frac{m_r}{v}$ m_r = d · v m_r = 1 g/cm^3 · 400 cm^3 = 400 g 4 ppm → 4 g Hb ----- 1000000 g x (g) Hb ---- 400 g x = 0,0016 g = **1,6 mg Hb**
3	d = $\frac{m_r}{v}$ m_r = d · v m_r = 1 g/cm^3 · 5 cm^3 = 5 g = 5000 mg ‰ = $\frac{1{,}8 \cdot 1000}{5000}$ = **0,36 ‰**

4	$m_r = 1\ g/cm^3 \cdot 5\ cm^3 = 5\ g$ $C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$ $m_s = \frac{C_p \cdot m_r}{100\ \%} = \frac{8\ \% \cdot 5\ g}{100\ \%} = 0{,}4\ g\ K_3PO_4$ 3000 mmol K ---- 212 g K_3PO_4 x (mmol) K ------- 0,4 g K_3PO_4 x = 5,66 mmol $C_m = \frac{n}{v} = \frac{5{,}66\ mmol}{5\ dm^3} =$ **1,13 mmol/dm^3**
5	b) $d = \frac{m_r}{v}$ $m_{r\ początkowa} = d \cdot v = 1{,}8\ g/cm^3 \cdot 120\ cm^3 = 216\ g$ $v_{końcowa} = 120\ ml + 30\ ml = 150\ ml = 150\ cm^3$ $m_{r\ końcowa} = d \cdot v = 1{,}71\ g/cm^3 \cdot 150\ cm^3 = 256{,}5\ g$ $m_{H_2O} = 256{,}5\ g - 216\ g = 40{,}5\ g\ H_2O$ → gęstość wody = 1 g/cm^3 , wiec → **40,5 cm^3 H_2O**
6	1 mol maltozy ------ 342 g x (mol) maltozy ---- 85,5 g x = 0,25 mola maltozy $SM = \frac{0{,}25\ mol}{0{,}3\ kg\ H_2O} =$ **0,83 mol/kg**
7	100 mg/dl 1 mmol ------- 180 mg x (mmol) ----- 100 mg x = 0,55 mmol $C_m = \frac{n}{v} = \frac{0{,}55\ mmol}{0{,}1\ dl} =$ **5,5 mmol/dl**
9	$C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$ $m_s = \frac{C_p \cdot m_r}{100\ \%}$ $m_s = \frac{10\ \% \cdot 125\ g}{100\ \%} =$ **12,5 g - KCl** $m_{H_2O} = 125\ g - 12{,}5\ g =$ **112,5 g H_2O**

10	1 mol HCl ------ 36,45 g HCl x (mol) HCl ---- 0,9668 g HCl x = 0,02652 mol HCl $C_m = \frac{n}{v} = \frac{0{,}02652\ \text{mol}}{0{,}3\ \text{dm}^3}$ = **0,088 mol/dm³**
11	$C_m = \frac{n}{v}$ $n = C_m \cdot v$ $n = 1{,}5\ \text{dm}^3 \cdot 0{,}06\ \text{mol/dm}^3 = 0{,}09\ \text{mol}$ 1 mol H_2SO_4 --------- 98 g 0,09 mola H_2SO_4 ---- x g x = 8,82 g H_2SO_4 $C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$ $m_r = \frac{m_s \cdot 100\%}{Cp}$ $m_r = \frac{8{,}82\ \text{g} \cdot 100\ \%}{87\ \%} = 10{,}14\ \text{g}$ $d = \frac{m_r}{v}$ $v = \frac{m_r}{d} = \frac{10{,}14\ \text{g}}{1{,}78\ \text{g/cm}^3}$ = **5,7 cm³**
12	$v = 1\ \text{dm}^3 = 1000\ \text{cm}^3$ $d = \frac{m_r}{v}$ $m_r = d \cdot v$ $m_r = 1{,}5\ \text{g/cm}^3 \cdot 1000\ \text{cm}^3 = 1500\ \text{g}$ $C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$ $m_s = \frac{C_p \cdot m_r}{100\ \%} = \frac{45\ \% \cdot 1500\ \text{g}}{100\ \%} = 675\ \text{g}$ 1 mol ------ 40 g NaOH x (mol) ---- 675 g NaOH x = 16,88 mol $C_m = \frac{n}{v} = \frac{16{,}88\ \text{mol}}{1\ \text{dm}^3}$ = **16,88 mol/dm³**
13	$d = \frac{m_r}{v}$ $m_r = d \cdot v$ $m_r = 1{,}1\ \text{g/cm}^3 \cdot 300\ \text{cm}^3 = 330\ \text{g}$ $C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$ $m_s = \frac{C_p \cdot m_r}{100\ \%} = \frac{7\ \% \cdot 330\ \text{g}}{100\ \%} = 23{,}1\ \text{g}$ 1 mol $KMnO_4$ ------- 158 g x (mol) $KMnO_4$ ----- 23,1 g **x = 0,15 mola $KMnO_4$**

14	$C_m = \frac{n}{v}$ $n = C_m \cdot v$ $n = 0{,}2\ mol/dm^3 \cdot 0{,}25\ dm^3 = 0{,}05\ mol$ $C_m = \frac{n}{v} = \frac{0{,}05\ mol}{0{,}25\ dm^3 + 0{,}05\ dm^3}$ = **0,17 mol/dm^3**
15	$C_1 = 0{,}2\ mol/dm^3$ $v_1 = 0{,}2\ dm^3$ $n_1 = C_1 \cdot v_1$ $n_1 = 0{,}2\ mol/dm^3 \cdot 0{,}2\ dm^3 = 0{,}04\ mol\ HCl$ $C_2 = 0{,}1\ mol/dm^3$ $v_2 = 0{,}4\ dm^3$ $n_2 = C_2 \cdot v_2$ $n_2 = 0{,}1\ mol/dm^3 \cdot 0{,}4\ dm^3 = 0{,}04\ mol\ HCl$ $C_k = \frac{n_1 + n_2}{v_1 + v_2} = \frac{0{,}04\ mol + 0{,}04\ mol}{0{,}2\ dm^3 + 0{,}4\ dm^3}$ = **0,13 mol/dm^3**
16	8 ppm = 8 mg/dm^3 = 0,008 g/dm^3 → czyli 0,008 g kofeiny w 1 dm^3 1 mol ----- 194 g kofeiny x (mol) ---- 0,008 g kofeiny x = 0,00004 mol → więc stężenie **0,00004 mol/dm^3**
17	$C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$ $m_s = \frac{C_p \cdot m_r}{100\ \%} = \frac{20\ \% \cdot 150\ g}{100\ \%}$ = 30 g $C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$ $28\ \% = \frac{30\ g + x}{150\ g + x} \cdot 100\ \%$ (x- liczba gram dodanego KCl) $28 \cdot (150 + x) = 100 \cdot (30 + x)$ **x = 16,67 g KCl**
18	$M_{Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O}$ = 381 g/mol $M_{Na_2B_4O_7}$ = 201 g/mol 381 g $Na_2B_4O_7 \cdot 10\ H_2O$ -------- 201 g $Na_2B_4O_7$ 3,8142 g $Na_2B_4O_7 \cdot 10\ H_2O$ ---- x (g) $Na_2B_4O_7$ x = 2,01 g $Na_2B_4O_7$ $\% = \frac{2{,}01\ g}{100\ g + 3{,}8142\ g} \cdot 100\ \%$ = **1,94%**

19	$C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$ $m_s = \frac{C_p \cdot m_r}{100\ \%} = \frac{3\ \% \cdot 230\ g}{100\ \%} = 6{,}9\ g$ $C_{p\ końcowe} = \frac{6{,}9\ g}{90\ g} \cdot 100\ \% =$ **7,7 %**
20	4,5 g NaCl ---- 100 g x (g) NaCl ---- 3000 g x = **135 g NaCl** 0,75 g $MgCl_2$ ---- 100 g x (g) $MgCl_2$ ------ 3000 g x = **22,5 g $MgCl_2$**
21	$C_m = \frac{n}{v}$ $n = C_m \cdot v$ $n = 0{,}2040\ mol/dm^3 \cdot 0{,}4\ dm^3 = 0{,}0816$ mola NaOH $v = \frac{n}{C_m} = \frac{0{,}0816\ mol}{0{,}2\ mol/dm^3} = 0{,}408\ dm^3 = 408\ cm^3$ $408\ cm^3 - 400\ cm^3 = 8\ cm^3 =$ **8 ml**
22	$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$ $M_{CaCO_3} = 100$ g/mol 100 g $CaCO_3$ ---- 2 mole HCl 3 g $CaCO_3$ ------- x (mol) HCl x = 0,06 mol HCl $C_m = \frac{n}{v} \rightarrow v = \frac{n}{C_m}$ $v = \frac{0{,}06\ mol}{1{,}5\ mol/dm^3} = 0{,}04\ dm^3 = 40\ cm^3 =$ **40 ml**
23	$C_m = \frac{n}{v}$ $n = C_m \cdot v$ $n = 0{,}4\ mol/dm^3 \cdot 0{,}11\ dm^3 = 0{,}044$ mola $K_2SO_4 =$ **44 mmol** 1 mol K_2SO_4 ---------- 174 g 0,044 mola K_2SO_4 ----- x (g) x = **7,66 g K_2SO_4**

24	$HCl + NaOH \rightleftharpoons NaCl + H_2O$ $n_{HCl} = C_m \cdot v$ $n_{HCl} = 0{,}1\ mol/dm^3 \cdot 0{,}025\ dm^3 = 0{,}0025$ mola HCl 1 mol HCl reaguje z 1 molem NaOH, zatem 0,0025 mola HCl reaguje z 0,0025 mola NaOH $C_{mNaOH} = \frac{0{,}0025\ mol}{0{,}023\ dm^3}$ = **0,11 mol/dm³**
25	$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + CO_2 \cdot H_2O$ 106 g Na_2CO_3 ---- 2 mole HCl 0,3 g Na_2CO_3 ---- x (mol) HCl x = 0,0057 mola HCl $C_{m\ HCl} = \frac{0{,}0057\ mola}{0{,}038\ dm^3}$ = **0,15 mol/dm³**
26	$C_6H_5COOH + KOH \rightarrow C_6H_5COOK + H_2O$ $n_{KOH} = C_m \cdot v$ $n_{KOH} = 0{,}06\ mol/dm^3 \cdot 0{,}02\ dm^3 = 0{,}0012$ mol KOH 1 mol KOH reaguje z 1 molem C_6H_5COOH, zatem próbka zawierała 0,0012 mola C_6H_5COOH 1 mol C_6H_5COOH ---------- 122 g 0,0012 mola C_6H_5COOH ---- x (g) x = **0,15 g C_6H_5COOH**
27	$Ca(OH)_2 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + 2H_2O$ $n_{HCl} = C_m \cdot v$ $n_{HCl} = 0{,}1\ mol/dm^3 \cdot 0{,}0226\ dm^3 = 0{,}00226$ mola HCl 74 g $Ca(OH)_2$ ---- 2 mole HCl x (g) $Ca(OH)_2$ ---- 0,00226 mola HCl x = 0,08362 g $Ca(OH)_2$ $\%_{Ca(OH)_2} = \frac{0{,}08362\ g}{50\ g} \cdot 100\ \%$ = **0,17 %**

28

1 cm^3 ------- 0,04 g Na_2CO_3
100 cm^3 ---- x (g) Na_2CO_3
x = 4 g Na_2CO_3

1 mol Na_2CO_3 ------ 106 g
x (mol) Na_2CO_3 ---- 4 g
x = 0,038 mola Na_2CO_3

$C_m = \frac{n}{v} \rightarrow v = \frac{n}{C_m}$

$v = \frac{0{,}038\ \text{mola}}{0{,}09\ \text{mol/dm}^3} = 0{,}422\ \text{dm}^3 = \mathbf{422\ cm^3}$

29

$MnO_4^- + 5e^- + 8H^+ \rightleftharpoons Mn^{2+} + 4H_2O \quad / \cdot 2$
$C_2O_4^{2-} \rightleftharpoons 2CO_2 + 2e^- \quad / \cdot 5$
Sumarycznie: $2MnO_4^- + 5C_2O_4^{2-} + 16H^+ \rightleftharpoons 2Mn^{2+} + 2CO_2 + 8H_2O$

$M_{Na_2C_2O_4} = 134$ g/mol

2 mole $KMnO_4$ ---- 5 · 134 g $Na_2C_2O_4$
x (mol) $KMnO_4$ ---- 0,24 g $Na_2C_2O_4$
x = 0,00072 mola $KMnO_4$

$C_{m\ KMnO_4} = \frac{n}{v} = \frac{0{,}00072\ \text{mola}}{0{,}038\ \text{dm}^3} = \mathbf{0{,}019\ mol/dm^3}$

30

Roztwór I

$C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$
$m_s = \frac{C_p \cdot m_r}{100\ \%} = \frac{50\ \% \cdot 120\ \text{g}}{100\ \%} =$ <u>60 g H_2SO_4</u>

1 mol H_2SO_4 ------ 98 g
x (mol) H_2SO_4 ---- 60 g
x = <u>0,61 mol H_2SO_4</u>

$v = \frac{m_r}{d} = \frac{120\ \text{g}}{1{,}4\ \text{g/cm}^3} =$ <u>85,71 cm^3</u>

Roztwór II

$v = \frac{m_r}{d} = \frac{590\ \text{g}}{1{,}06\ \text{g/cm}^3} =$ <u>556,6 cm^3</u>

$n = C_m \cdot v$
$n = 1{,}1\ \text{mol/dm}^3 \cdot 0{,}5566\ \text{dm}^3 =$ <u>0,61 mola H_2SO_4</u>

Stężenie końcowe po zmieszaniu roztworu I i II

Stężenie molowe

$C_m = \frac{n}{v} = \frac{0{,}61\ \text{mola} + 0{,}61\ \text{mola}}{0{,}08571\ \text{dm}^3 + 0{,}5566\ \text{dm}^3} = \mathbf{1{,}9\ mol/dm^3}$

Stężenie procentowe

$C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\ \% = \frac{60\ \text{g} + 60\ \text{g}}{120\ \text{g} + 590\ \text{g}} \cdot 100\ \% = \mathbf{16{,}9\ \%}$

31

$C_{m\,o} = \frac{Cp \cdot d}{M \cdot 100\%} = \frac{30\,\% \cdot 1140\ g/dm^3}{63\ g/mol \cdot 100\%} = 5{,}43\ mol/dm^3\ HNO_3$

$C_m = \frac{n}{v}$, $n = C_m \cdot v$ $n = 5{,}43\ mol/dm^3 \cdot 0{,}3\ dm^3 = 1{,}629\ mol\ HNO_3$

$C_{m\,k} = \frac{Cp \cdot d}{M \cdot 100\%} = \frac{78\,\% \cdot 1410\ g/dm^3}{63\ g/mol \cdot 100\%} = 17{,}46\ mol/dm^3\ HNO_3$

$C_m = \frac{n}{v}$, $v = \frac{n}{C_m}$ $v = \frac{1{,}629\ mol}{17{,}46\ mol/dm^3} = 0{,}09330\ dm^3 =$ **93,3 ml**

32

$C_m = \frac{Cp \cdot d}{M \cdot 100\%} = \frac{30\,\% \cdot 1300\ g/dm^3}{56\ g/mol \cdot 100\,\%} = 6{,}96\ mol/dm^3$

$C_m = \frac{n}{v}$

$n = C_m \cdot v$ $n = 6{,}96\ mol/dm^3 \cdot 0{,}025\ dm^3 = 0{,}17$ mola KOH

$v = \frac{n}{C_m} = \frac{0{,}17\ mola}{0{,}3\ mol/dm^3} = 0{,}57\ dm^3 = 570\ cm^3 = 570$ ml

$v_{H_2O} = 570$ ml – 25 ml = **545 ml H_2O**

33

$M_{ZnSO_4} = 161$ g/mol

$C_m = \frac{n}{v}$

$n = C_m \cdot v$

$n = 1\ mol/dm^3 \cdot 0{,}15\ dm^3 = 0{,}15$ mola $ZnSO_4$

1 mol $ZnSO_4$ --------- 161 g

0,15 mola $ZnSO_4$ ---- x (g)

x = 24,15 g $ZnSO_4$

m_r początkowa = d · v = 1,56 g/ml · 150 ml = 234 g

$C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$

$m_r = \frac{m_s}{C_p} \cdot 100\ \%$

m_r końcowa = $\frac{24{,}15\ g}{15\ \%} \cdot 100\ \% = 161$ g

m H_2O = m_r początkowa - m_r końcowa = 234 g - 161 g = 73 g H_2O → **73 ml H_2O**

34

25 ⟍ ⟋ 18 - 7 = 11

18

7 ⟋ ⟍ 25 - 18 = 7

11 : 7 Należy zmieszać 11 części masowych roztworu o stężeniu 25 % z 7 częściami masowymi roztworu o stężeniu 7 %.

<table>
<tr><td rowspan="2">35</td><td>v_1 – (ml) ?
d_1 = 1,013 g/ml
C_{p1} = 4 %

4 g $HClO_4$ ---- 100 g roztworu
x_1 (g) $HClO_4$ ---- y (g) roztworu

$x_1 = \frac{4y}{100}$ – masa substancji w roztworze 1</td><td>v_2 = 150 ml
d_2 = 1,114 g/ml
C_{p2} = 18 %

m_{r2}= 150 ml · 1,114 g/ml = 167,1 g

18 g $HClO_4$ ---- 100 g roztworu
x_2 (g) $HClO_4$ ---- 167,1 g roztworu
x_2 = 30,08 g $HClO_4$ – masa substancji w roztworze 2</td></tr>
<tr><td colspan="2">C_p = 10 %
$m_s = x_1 + x_2 = \frac{4y}{100} + 30{,}08$ g
m_r = y + 167,1 g

10 g $HClO_4$ ---------- 100 g roztworu
$\frac{4 \cdot y}{100}$ + 30,08 g $HClO_4$ ---- y + 167,1 g
y = 222,8 g roztworu $HClO_4$

$d = \frac{m_r}{v}$, $v = \frac{m_r}{d} = \frac{222{,}8\ g}{1{,}013\ g/ml}$ = 217,8 ml $HClO_4$</td></tr>
<tr><td>36</td><td>$M_{CaCl_2 \cdot 6H_2O}$ = 219 g/mol

219 g $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ ----- 111 g $CaCl_2$
40 g $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ ------- x (g) $CaCl_2$
x = 20,27 g $CaCl_2$

$C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$ $C_p = \frac{20{,}27\ g}{40\ g + 90\ g} \cdot 100\ \%$ = 15,6 %</td></tr>
<tr><td>37</td><td>$M_{Na_2CO_3 \cdot 10H_2O}$ = 286 g/mol

15 g Na_2CO_3 ---- 100 g roztworu
x (g) Na_2CO_3 ---- 450 g roztworu
x = 67,5 g Na_2CO_3

286 g $Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$ ---- 106 g Na_2CO_3
x (g) $Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$ ------ 67,5 g Na_2CO_3
x = 182,12 g ≈ 182 g $Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$</td></tr>
<tr><td>38</td><td>m_{H_2O} = 150 ml · 1 g/ml = 150 g H_2O

$C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$ $C_p = \frac{125\ g}{125\ g + 150\ g} \cdot 100\ \%$ = 45,46 %

$C_m = \frac{Cp \cdot d}{M \cdot 100\%}$ $C_m = \frac{45{,}46\ \% \cdot 1600\ g/dm^3}{40\ g/mol \cdot 100\ \%}$ = 18,18 mol/dm^3</td></tr>
</table>

39	$C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$ $\quad C_p = \frac{60\ g}{60\ g + 120\ g} \cdot 100\ \% = 33{,}3\ \%$ $C_m = \frac{Cp \cdot d}{M \cdot 100\%}$ $\quad C_m = \frac{33{,}3\ \% \cdot 1200\ g/dm^3}{111\ g/mol\ \cdot 100\ \%} =$ **3,6 mol/dm³**
40	$C_m = \frac{Cp \cdot d}{M \cdot 100\%}$ $\quad C_m = \frac{40\ \% \cdot 1600\ g/dm^3}{40\ g/mol \cdot 100\ \%} = 16\ mol/dm^3$ $C_m = \frac{n}{v}$ $\quad n = C_m \cdot v \quad n = 16\ mol/dm^3 \cdot 0{,}3\ dm^3 =$ **4,8 mola NaOH**
41	$C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$ $m_s = \frac{C_p \cdot m_r}{100\ \%} = \frac{38\ \% \cdot 2500\ g}{100\ \%} = 950\ g$ 950 g ---- 94 % x (g) ------100 % x = **1011 g**
42	$C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$ $m_s = \frac{C_p \cdot m_r}{100\ \%} = \frac{18\ \% \cdot 500\ g}{100\ \%} = 90\ g\ NaOH$ 90 g ---- 93 % x (g) ---- 100 % x = **96,8 g**
43	M $Na_2B_4O_7 \cdot 2H_2O = 237\ g/mol$ $C_m = \frac{n}{v}$ $\quad n = C_m \cdot v \quad n = 0{,}1\ mol/dm^3 \cdot 0{,}4\ dm^3 = 0{,}04$ mola $Na_2B_4O_7 \cdot 2H_2O$ 1 mol $Na_2B_4O_7 \cdot 2\ H_2O$ --------- 237 g 0,04 mola $Na_2B_4O_7 \cdot 2\ H_2O$ ---- x (g) x = **9,48 g $Na_2B_4O_7 \cdot 2\ H_2O$**
44	$C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$ $m_s = \frac{C_p \cdot m_r}{100\ \%} = \frac{25\ \% \cdot 35\ g}{100\ \%} = 8{,}75\ g$ $m_r = \frac{m_s}{C_p} \cdot 100\ \%$ $\quad m_r = \frac{8{,}75\ g}{14\ \%} \cdot 100\ \% =$ **62,5 g**
45	$C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$ $m_s = \frac{C_p \cdot m_r}{100\ \%}$ $\quad m_{s\ początkowa} = \frac{10\ \% \cdot 70\ g}{100\ \%} = 7\ g$ x - masa (g) dodanego NaCl $C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$

<table>
<tr><td></td><td colspan="2">15 % = $\frac{7\ g + x}{70\ g + x} \cdot 100\ \%$
15 · (70 + x) = 100 · (7 + x)
1050 + 15x = 700 + 100x
x = 4,12 g NaCl</td></tr>
<tr><td rowspan="3">46</td><td colspan="2">$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$</td></tr>
<tr><td>$C_m = \frac{Cp \cdot d}{M \cdot 100\%}$

$C_{m\ HCl} = \frac{20\ \% \cdot 1098\ g/dm^3}{36,5\ g/mol \cdot 100\ \%} = 6,02\ mol/dm^3$

$n_{HCl} = C_m \cdot v$
$n_{HCl} = 6,02\ mol/dm^3 \cdot 0,01\ dm^3 = 0,06$ mola HCl</td><td>$C_m = \frac{Cp \cdot d}{M \cdot 100\%}$

$C_{m\ NH_3} = \frac{20\ \% \cdot 922,9\ g/dm^3}{17\ g/mol \cdot 100\ \%} = 10,86\ mol/dm^3$

$n_{NH_3} = C_m \cdot v$
$n_{NH_3} = 10,86\ mol/dm^3 \cdot 0,01\ dm^3 = 0,1086$ mola $NH_3 \rightarrow$ namiar, ponieważ stosunek NH_3 i HCl 1 : 1</td></tr>
<tr><td colspan="2">1 mol HCl odpowiada 1 molowi NH_4^+, więc $n_{HCl} = n_{NH_4^+}$

$C_{m\ NH_4^+} = \frac{n}{v} = \frac{0,06\ mola}{0,01\ dm^3 + 0,01\ dm^3} =$ 3,0 mol/dm^3</td></tr>
</table>

7.Reakcje utleniania i redukcji

<table>
<tr><th>Nr zad.</th><th>Rozwiązanie</th></tr>
<tr><td>12</td><td>b)
Au + HCl →
Cu + HCl →
Au + HNO_3 →
} Reakcje nie zachodzą

$Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO + 2H_2O$

1 mol Cu ----- 2 · 22,4 dm^3 NO
x (mol) Cu ---- 112 dm^3 NO
x = 2,5 mola Cu

1 mol Cu -------- 64 g
2,5 mola Cu ---- x (g)
x = 160 g Cu

% Cu = $\frac{160\ g}{200\ g} \cdot 100\ \% = 80\ \%$
% Au = 100 % - 80 % = 20 % Au</td></tr>
</table>

8.Elektrochemia

<table>
<tr><th>Nr zad.</th><th>Rozwiązanie</th></tr>
<tr><td>9</td><td>
c)
$Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$

65 g Zn do r-ru ---- 63,6 g Cu na płytce ---- Δ = 1,5 g
x (g) Zn ---------- y (g) Cu ---------- Δ = 6 g

m płytki końcowa = 800 g – 6 g = 794 g
<table>
<tr><th>Zn</th><th>Cu</th><th>Ag</th></tr>
<tr><td>$x_{Zn} = \frac{65\ g \cdot 6\ g}{1,5\ g} = 260\ g$
$m_{Zn} = (800 – 500) - 260 = 40\ g$

$\%_{Zn} = \frac{40\ g}{794\ g} \cdot 100\ \% =$ 5 %</td><td>$x_{Cu} = \frac{63,5\ g \cdot 6\ g}{1,5\ g} = 254\ g$

$\%_{Cu} = \frac{254\ g}{794\ g} \cdot 100\ \% =$ 32 %</td><td>$\%_{Ag} = 100\ \% - \%_{Zn} - \%_{Cu}$
$\%_{Ag} = 100\ \% - 5\ \% - 32\ \% =$ 63 %</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>11</td><td>
b)
$Zn + 2Ag^{+} \rightarrow 2Ag + Zn^{2+}$
65 g Zn do roztworu ---- 2 · 108 g Ag
13 g Zn do roztworu ---- x (g) Ag
x = 43,2 g Ag – (Masa płytki równa się masie srebra, ponieważ cały cynk przeszedł do roztworu.)
</td></tr>
<tr><td>17</td><td>
$AgNO_3 \rightarrow Ag^{+} + NO_3^{-}$
$n = C_m \cdot v$
$n = 0,1\ mol/dm^3 \cdot 0,1\ dm^3 = 0,01$ mola $AgNO_3$

K (-) $Ag^{+} + 1\ e^{-} \rightarrow Ag$ /·2
A (+) $H_2O \rightarrow ½\ O_2 + 2\ H^{+} + 2\ e^{-}$

Na podstawie reakcji katodowej: $2\ Ag^{+} + 2\ e^{-} \rightarrow 2\ Ag$
2 · 96500 C ---- 2 mole Ag
x (C) ---------- 0,01 mola Ag
x = 965 C

$Q = I \cdot t$
$t = \frac{Q}{I} = \frac{965\ C}{0,2\ A} = 4825$ sek. → 1 h 20 min 25 sek
</td></tr>
</table>

9.Właściwości pierwiastków bloku s, p, d

Nr zad.	Rozwiązanie
12	$2KMnO_4 + 3H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + 3O_2 + 2KOH + 2MnO_2$ 5 objętości $m_{H_2O_2}$ = 80% masy perhydrolu = 80% · 100 kg = 80 kg 2 · 158 g $KMnO_4$ ---- 3 · 34 g H_2O_2 500000 g $KMnO_4$ ---- x (g) H_2O_2 x = 161392,4 g H_2O_2 ≈ 161,34 kg H_2O_2 (zatem nadmiar $KMnO_4$) 3 · 34 kg H_2O_2 ---------- 5 · 22,4 m^3 gazów 80 kg H_2O_2 ---------- x (m^3) gazów x = **87,8 m^3**
24	b) $Pb(NO_3)_2 \rightarrow 2PbO + 4NO_2 + O_2$ 331 g $Pb(NO_3)_2$ ---- 4 objętości tlenku azotu ---- 1 objętość tlenu 66 g $Pb(NO_3)_2$ ------ x objętości tlenku azotu ---- y objętość tlenu x = 0,7976 objętości tlenku azotu y = 0,1994 objętość tlenu Wydajność 75 % zatem: 0,7976 obj. ---- 100 % x (obj.) ---------- 75% x = 0,5982 obj. tlenku azotu 0,1994 obj. ---- 100 % y (obj.) ---------- 75% y = 0,15 obj. tlenu 40% →dimer 0,5982 obj. ---- 100 % x (obj.) --------- 40 % x = 0,2393 obj. dimeru monomer= 100 % - 40 % = 60 % 0,5982 obj. - 0,2393 obj. = 0,3589 obj. monomeru V całkowita = x + y = 0,5982 obj. + 0,15 obj. = 0,7482 obj. % O_2 = $\frac{0,15}{0,7482}$ · 100 % = **20 %** % dimeru = $\frac{0,2393}{0,7482}$ · 100 % = **32 %** % monomeru = $\frac{0,3589}{0,7482}$ · 100 % = **48 %**

34	1 atm. = 1013,25 hPa R = 83,14 $\frac{\text{hPa} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ 1 atm. ------- 1013,25 hPa 0,3 atm. ----- x (hPa) x = 303,975 hPa $p \cdot v = n \cdot R \cdot T$ $\quad n = \frac{p \cdot v}{R \cdot T}$ $\quad n = \frac{303{,}975 \cdot 10}{83{,}14 \cdot 300} = 0{,}1219$ mola Ar 1 mol Ar ---------- 40 g 0,1219 mola Ar ---- x (g) x = **4,88 g Ar** $d = \frac{m_r}{v} = \frac{4{,}88\ \text{g}}{10\ \text{dm}^3} = 0{,}488\ \text{g/dm}^3$ = **0,49 g/dm^3**
36	b) $n = C_m \cdot v$ $n = 0{,}02\ \text{mol/dm}^3 \cdot 0{,}036\ \text{dm}^3 = 0{,}00072$ mola EDTA 1 mol Ca^{2+} ---------- 1 mol EDTA 0,00072 mola Ca^{2+} ---- 0,00072 mola EDTA 1 mol Ca ---------- 40 g 0,00072 mola Ca ---- x (g) x = 0,0288 g Ca 56 g CaO ---- 40 g Ca x (g) CaO ---- 0,0288 g Ca x = 0,04032 g CaO = 40,32 mg CaO 40,32 mg CaO ---- 100 cm^3 x (mg) CaO -------- 1000 cm^3 x = 403,2 mg CaO (403,2 mg Ca w 1 dm^3) 1°d ------- 10 mg/1dm^3 x (^{o}d) ---- 403,2 mg/1dm^3 **x = 40,32^{o}d**

BIOMEDICA

www.biomedica.edu.pl