

## Rozwiązanie zadania laboratoryjnego

Przykładowe rozmieszczenie substancji:

1	wodorowęglan potasu	$\text{KHCO}_3$
2	siarczan(VI) żelaza(II) i amonu	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$
3	tiocyjanian potasu	$\text{KSCN}$
4	azotan(V) ołowiu(II)	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
5	siarczan(VI) manganu(II)	$\text{MnSO}_4$
A	fenol	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
B	glukoza	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
C	fruktoza	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

<b>a. Barwa roztworów, rozpuszczalność w wodzie i odczyn a rozmieszczenie substancji</b>	<b>Pkt</b>
Jeden roztwór (5) jest białoróżowy i ma odczyn kwasowy – znajduje się tam sól manganu(II) ( $\text{MnSO}_4$ , $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ ).	<b>0,5</b>
Roztwory w probówkach 2 i 4 są bezbarwne i mają odczyn kwasowy co może świadczyć o obecności soli pochodzących od słabych zasad i mocnych kwasów (kationy $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{NH}_4^+$ $\text{Pb}^{2+}$ oraz aniony $\text{NO}_3^-$ i $\text{SO}_4^{2-}$ ). Sole zawierające te kationy są rozpuszczalne w wodzie i hydrolizują z odczynem kwasowym. Mogą to być: $\text{FeSO}_4$ , $\text{NH}_4\text{NO}_3$ lub $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ .	<b>1,5</b>
Roztwory w probówkach A, B i C mają odczyn obojętny. Glukoza i fruktoza nie dysocjują i ich roztwory muszą mieć odczyn obojętny. Fenol jest na tyle słabym kwasem, że odczyn jego wodnego roztworu może być obojętny wobec papierka wskaźnikowego.	<b>1,0</b>
Roztwór o odczynie zasadowym znajduje się w próbówce 1 i jest jednocześnie bezbarwny, zatem zawiera prawdopodobnie $\text{KHCO}_3$ (jedyna rozpuszczalna sól wodorowęglanowa hydrolizująca z odczynem zasadowym).	<b>0,5</b>
W próbówce 3 znajduje się roztwór o odczynie obojętnym i jest bezbarwny co może świadczyć o obecności soli pochodzącej od mocnego kwasu i mocnej zasady, mogą to zatem być $\text{KNO}_3$ , $\text{K}_2\text{SO}_4$ lub $\text{KSCN}$ .	<b>0,5</b>
Ponieważ są tylko 4 aniony a próbek ze związkami nieorganicznymi jest 5 to minimum jeden z anionów musi się powtarzać. Dodatkowo informacja do zadania wskazuje, że w jednej z próbek roztwór zawiera 3 różne jony, co może oznaczać obecność dwóch różnych kationów i jednego anionu lub dwóch różnych anionów i jednego kationu. Roztwór może zawierać	<b>1,0</b>



jednocześnie jony: $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{K}^+$ , $\text{NO}_3^-$ lub $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{K}^+$ , $\text{NO}_3^-$ lub $\text{NH}_4^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{SO}_4^{2-}$ lub dowolne dwa kationy w anionem $\text{SCN}^-$ lub dowolne dwa kationy z jonem $\text{NO}_3^-$ .	
<b>b. Plan analizy</b>	
Za pomocą NaOH i papierka uniwersalnego odszukać jon $\text{NH}_4^+$ w próbówce 2. Roztworem NaOH podzielać na pozostałe roztwory soli i wykryć obecność kationu ołowiu w próbówce 4 (wytrąca biały $\text{Pb}(\text{OH})_2$ rozpuszczalny w nadmiarze NaOH), kation manganu(II) w próbówce 5 (wytrąca cielisty $\text{Mn}(\text{OH})_2$ nierozpuszczalny w nadmiarze NaOH, brunatniejący pod wpływem powietrza lub $\text{H}_2\text{O}_2$ ) i kation żelaza(II) w próbówce 2 (wytrąca ciemnozielony $\text{Fe}(\text{OH})_2$ nierozpuszczalny w nadmiarze NaOH).	2,0
W próbówce 4 wykryto jon $\text{Pb}^{2+}$ zatem jedyną rozpuszczalną solą może być azotan(V) ołowiu(II). Podzielać na roztwór w próbówce 4 roztworem NaOH, dodać wiórki Al i ogrzać w celu potwierdzenia obecności anionu $\text{NO}_3^-$ (wydziela się charakterystyczny zapach). Za pomocą roztworu zawierającego jony ołowiu(II) wykryć obecność jonu siarczanowego w próbkach 2 i 5.	1,0
Anion wodorowęglanowy w próbówce 1 z odczynem zasadowym można wykryć za pomocą roztworu kwasu octowego lub silnie kwasowego roztworu z próbówki 2 (intensywne wydzielanie się pęcherzyków bezbarwnego, bezwonnego gazu). Anion tiocyjanianowy w próbówce 3 wykrywamy za pomocą jonów żelaza(II) z próbówki 2 utlenionych $\text{H}_2\text{O}_2$ . Jon potasu w próbkach 1 i 3 można wykryć za pomocą $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ z dodatkiem kwasu octowego (wytrąca się żółty osad).	1,5
Do roztworów z próbek A, B i C dodać wody bromowej. Odbarwienie wody bromowej z jednoczesnym powstaniem białego osadu (białego zmętnienia) świadczy o obecności fenolu w próbówce A.	0,5
Do roztworów w próbkach B i C dodać roztworu z próbówki 1 a następnie dodać kroplami wodę bromową. Odbarwienie wody bromowej i wydzielenie pęcherzyków gazu w próbówce B świadczy o obecności w niej glukozy. Brak odbarwienia wody bromowej i wydzielenia pęcherzyków bezbarwnego gazu w próbówce C świadczy o obecności w niej fruktozy.	1,0

<b>c. Identyfikacja roztworów</b>			
Nr prob	Wykryto	Uzasadnienie	Pkt
1	$\text{KHCO}_3$	bezbarwny, odczyn zasadowy + kw. → bąbelki bezbarwnego gazu	1,5



		+ kw. + AZK → żółty osad	
2	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$	bezbarwny, odczyn kwasowy + pr 4 → biały osad + zas. $\xrightarrow{\Delta T}$ → wydziela się gaz o charakterystycznym zapachu (amoniaku) + zas. → ciemnozielony osad	1,5
3	KSCN	bezbarwny, odczyn obojętny + kw. + AZK → żółty osad + pr 2 + WU → czerwone zabarwienie	1,5
4	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	bezbarwny, odczyn słabokwasowy +zas. + Al $\xrightarrow{\Delta T}$ → wydziela się gaz o charakterystycznym zapachu amoniaku) + zas. → biały osad rwnadm.	1,5
5	$\text{MnSO}_4$	bladoróżowy, odczyn kwasowy + zas. → biały osad nierozp. w nadmiarze, brunatniejący po dodaniu $\text{H}_2\text{O}_2$ + pr 4 → biały osad	1,5
A	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	bezbarwny, odczyn obojętny + $\text{Br}_2$ → odbarwienie wody bromowej i powstanie białego osadu	1
B	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (glukoza)	bezbarwny, odczyn obojętny + pr 1 + $\text{Br}_2$ → odbarwienie wody bromowej, powstanie pęcherzyków bezbarwnego gazu	1
C	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (fruktoza)	bezbarwny, odczyn obojętny + pr 1 + $\text{Br}_2$ → brak odbarwienia wody bromowej	1



d. Równania reakcji			
L.p.	Numery próbek	Równanie reakcji	Pkt
1	prob. 1 (3)+ Na <sub>3</sub> [Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ]	$2 K^+ + Na^+ + [Co(NO_2)_6]^{3-} \rightarrow K_2Na[Co(NO_2)_6]$ (wykrycie jonów potasu)	0,25
2	prob. 2 + NaOH	$NH_4^+ + OH^- \xrightarrow{\Delta T} NH_3 + H_2O$ (wykrycie jonów amonowych)	0,25
3	prob. 4 + NaOH	$Pb^{2+} + 2 OH^- \rightarrow Pb(OH)_2$ $Pb(OH)_2 + 2 OH^- \rightarrow [Pb(OH)_4]^{2-}$ (wykrycie jonów ołowiu(II))	0,5
4	prob. 1 + CH <sub>3</sub> COOH	$HCO_3^- + H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O$ (wykrycie jonów wodorowęglanowych)	0,25
5	prob. 5 + NaOH + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	$Mn^{2+} + 2 OH^- \rightarrow Mn(OH)_2$ $Mn(OH)_2 + H_2O_2 \rightarrow MnO(OH)_2 + H_2O$ (wykrycie jonów manganu(II))	0,5
6	prob. 2 + CH <sub>3</sub> COOH + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + prob. 3	$2 Fe^{2+} + 2 H^+ + H_2O_2 \rightarrow 2 Fe^{3+} + 2 H_2O$ $Fe^{3+} + n SCN^- \rightarrow [Fe(SCN)_n]^{3-n}$ (wykrycie jonów tioocyanianowych)	0,5
7	prob. 2 (5) + prob. 4	$Pb^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow PbSO_4$ , (wykrycie jonów siarczanowych(VI))	0,25
8	prob. 2 + NaOH	$Fe^{2+} + 2 OH^- \rightarrow Fe(OH)_2$ (wykrycie jonów żelaza(II))	0,25
9	prob. 4 + NaOH + Al	$3 NO_3^- + 5 OH^- + 18 H_2O + 8 Al \xrightarrow{\Delta T} 8 [Al(OH)_4]^- + 3 NH_3$ (wykrycie jonów azotanowych(V))	0,25
10	prob. A + Br <sub>2</sub>	$C_6H_5OH + 3Br_2 \rightarrow C_6H_2Br_3OH + 3 HBr$	0,25
11	prob. B + prob. 1 + Br <sub>2</sub>	$C_6H_{12}O_6 + 2 KHCO_3 + Br_2 \rightarrow C_6H_{12}O_7 + 2 KBr + 2 CO_2 + H_2O$	0,25

1. Możliwe jest też utlenienie Mn(OH)<sub>2</sub> tlenem z powietrza zamiast H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.
2. Po dodaniu nadmiaru NaOH i roztworzeniu osadu Pb(OH)<sub>2</sub> a następnie dodaniu Br<sub>2(aq)</sub> lub H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> powstaje czarny osad PbO<sub>2</sub>.
3. Roztwór Na<sub>3</sub>[Co(NO<sub>2</sub>)<sub>6</sub>] w obecności jonów Fe<sup>2+</sup> nie wytrąca żółtego osadu (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Na[Co(NO<sub>2</sub>)<sub>6</sub>].
4. Zbyt małe stężenie jonów Fe<sup>2+</sup> w roztworze mimo utlenienia do jonów Fe<sup>3+</sup> uniemożliwia wykrycie fenolu w postaci barwnego kompleksu z jonami Fe<sup>3+</sup>.