



## ETAP II

01.02.2014

### Zadanie laboratoryjne

#### **Razem czy osobno?**

W dziesięciu probówkach opisanych liczbami **1 – 10** znajdują się wodne roztwory substancji wymienionych w pierwszej kolumnie tabeli. W kolumnie drugiej podano stężenia roztworów substancji występujących pojedynczo jak i w mieszaninie, przy czym żadna z substancji nie występuje więcej niż dwa razy, a substancje oznaczone gwiazdką\* na pewno występują tylko raz. Wiadomo także, że w skład każdej mieszaniny wchodzi dwie substancje.

Nazwa substancji, wzór	Stężenie roztworu
azotan(V) srebra, $\text{AgNO}_3$	$0,05 \text{ mol/dm}^3$
wodorotlenek sodu, $\text{NaOH}$ *	$1 \text{ mol/dm}^3$
kwas chlorowodorowy, $\text{HCl}$ *	$3 \text{ mol/dm}^3$
jodek potasu, $\text{KI}$	$0,2 \text{ mol/dm}^3$
tiocyjanian potasu, $\text{KSCN}$	$0,1 \text{ mol/dm}^3$
wodorosiarczan(IV) sodu, $\text{NaHSO}_3$	$0,05 \text{ mol/dm}^3$
tiosiarczan sodu, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$0,05 \text{ mol/dm}^3$
chlorek miedzi(II), $\text{CuCl}_2$	$0,05 \text{ mol/dm}^3$
chlorek niklu, $\text{NiCl}_2$	$0,05 \text{ mol/dm}^3$
chlorek żelaza(III), $\text{FeCl}_3$	$0,02 \text{ mol/dm}^3$
chromian(VI) potasu, $\text{K}_2\text{CrO}_4$	$0,02 \text{ mol/dm}^3$
heksacyjanożelazian(II) potasu, $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$	$0,05 \text{ mol/dm}^3$

Dysponujesz tryskawką z wodą destylowaną, sześcioma pustymi probówkami i pipetkami polietylenowymi.

Na stanowisku zbiorczym masz do dyspozycji:

- kwas siarkowy(VI) o stężeniu  $1 \text{ mol/dm}^3$ ,
- 5% roztwór formaliny w wodzie,
- 0,1% roztwór jodu w 5% roztworze jodku potasu,
- roztwory fenoloftaleiny i czerwieni metylowej.

Przed niektórymi próbami roztwory należy doprowadzić do właściwego pH wobec wskaźników, stosując rozcieńczone roztwory kwasu lub zasady.

**Polecenia:**

- a. (2 pkt.) Zaproponuj prawdopodobne rozmieszczenie substancji biorąc pod uwagę barwę oraz odczyn roztworu.
- b. (3 pkt.) Przedstaw możliwie efektywny plan postępowania mający na celu identyfikację zawartości probówek.
- c. (21 pkt.) Dokonaj identyfikacji substancji i podaj jej uzasadnienie poparte dwiema charakterystycznymi reakcjami.
- d. (4 pkt. – w tym 0,25 pkt. za każde niepowtarzające się równanie reakcji.) Zapisz jonowo równania zachodzących reakcji, będących podstawą identyfikacji i zaznacz, których probówek dana reakcja dotyczy. Błędna identyfikacja pociąga za sobą utratę punktów za równanie reakcji.

**Sumaryczna punktacja za zadanie laboratoryjne – 30 pkt.**

**Uwaga! Używaj roztworów bardzo oszczędnie. Dolewki nie są możliwe!**

**Pamiętaj o zachowaniu zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania analiz!**

**Przyjrzyj się karcie odpowiedzi.** Przedstaw odpowiedź tak, by **mieściła się** w wyznaczonych polach na arkuszu. W opisie identyfikacji zastosuj czytelne skróty:

+kw. – dodanie kwasu siarkowego(VI)

bz. – bez zmian

CM – czerwień metylowa

zab. – zabarwienie

fen. – fenoloftaleina

rozp. – rozpuszczalny

form. – formalina

nierozp. – nierozpuszczalny

pr4 – roztwór z probówki 4

rozc. – rozcieńczony

**Tekst poza wyznaczonym miejscem nie będzie sprawdzany!**

**Czas rozwiązywania zadania - 240 min**



---

---

# ETAP II

## 01.02.2014

### *Rozwiązanie zadania laboratoryjnego*

---

---

Przykładowe rozmieszczenie substancji:

1	Jodek potasu + tiocyjanian potasu
2	Chromian(VI) potasu
3	Wodorosiarczan(IV) sodu + tiosiarczan potasu
4	Chlorek miedzi(II) + kwas chlorowodorowy
5	Chlorek miedzi(II) + chlorek żelaza(III)
6	Azotan(V) srebra
7	Chlorek żelaza(III)
8	Chlorek niklu
9	Heksacyjanożelazian(II) potasu
10	Wodorotlenek sodu

<b>a. Barwa roztworów i odczyn a rozmieszczenie substancji</b>	<b>Pkt.</b>
Trzy roztwory z probówek 1-10, tj. <b>2, 7 i 9</b> są żółte, znajdują się tam chromian potasu, chlorek żelaza(III) i heksacyjanożelazian(II) potasu, przy czym roztwór 7 jest lekko kwaśny – chlorek żelaza(III)?	<b>0,5</b>
Nie ma roztworu o barwie niebieskiej charakterystycznej dla akwakompleksów Cu(II), tak więc chlorek miedzi(II) musi być wśród trzech roztworów o barwie zielonej (probówki <b>4, 5 i 8</b> ), prawdopodobnie jako mieszanina. Jeden z roztworów jest mocno kwaśny, co wskazuje na obecność kwasu chlorowodorowego wraz z CuCl <sub>2</sub> , NiCl <sub>2</sub> ? Barwę zieloną miałby też roztwór zawierający FeCl <sub>3</sub> i CuCl <sub>2</sub> .	<b>1</b>
Wśród czterech roztworów bezbarwnych (probówki <b>1, 3, 6 i 10</b> ) mogą być azotan(V) srebra, tiosiarczan potasu, tiocyjanian potasu, jodek potasu, wodorosiarczan(IV) sodu i wodorotlenek sodu, przy czym azotan(V) srebra występuje samodzielnie, gdyż ze wszystkimi substancjami tworzyłyby trudno rozpuszczalne osady. Wyraźnie alkaliczny roztwór ma probówka 10, co wskazuje na NaOH.	<b>0,5</b>

<b>b. Plan analizy</b>	<b>Pkt.</b>
Wśród roztworów bezbarwnych korzystając z reakcji ze wskaźnikami znaleźć roztwór NaOH, a następnie AgNO <sub>3</sub> . Po wyniku reakcji między tymi substancjami można zauważyć, czy te substancje występują samodzielnie. Korzystając z roztworu AgNO <sub>3</sub> można wykryć wśród roztworów bezbarwnych jony jodkowe i tiocyjanianowe, zaś wśród roztworów żółtych jony chromianowe(VI) i heksacyjanożelazianowe(II) oraz chlorkowe z FeCl <sub>3</sub> .	<b>1,0</b>
Za pomocą roztworu NaOH można wykryć substancje w roztworach zielonych i potwierdzi obecność jonów żelaza(III) w roztworach żółtych. Potwierdzeniem identyfikacji będą reakcje z wykrytymi jonami żelaza i miedzi z bezbarwnymi roztworami zawierającymi jony tiosiarczanowe, siarczanowe(IV), tiocyjanianowe i jodkowe (wydzielenie jodu).	<b>1,0</b>
Formalina reaguje z siarczanem(IV) sodu z wydzieleniem jonów wodorotlenowych, co obserwuje się przez zabarwienie fenoloftaleiny. Jony wodorosiarczanowe(IV), w odróżnieniu od jonów tiosiarczanowych, reagują z jodem z wydzieleniem jonów wodorowych, co obserwuje się poprzez czerwone zabarwienie czerwieni metylowej. Wykonanie prób charakterystycznych: dla jonów tiosiarczanowych – zmętnienie po dodaniu kwasu, dla jonów tiocyjanianowych czerwone zabarwienie po dodaniu Fe(III).	<b>1,0</b>

Skróty stosowane w opisie analizy:

+kw. – dodanie kwasu siarkowego(VI); bz. – bez zmian; CM – czerwień metylowa; fen. – fenoloftaleina, form. – formalina; pr4 – roztwór z probówki 4; zab. – zabarwienie; prod. – produkt(y); rozp. – rozpuszczalny; nierozp. – nierozpuszczalny rozcz. – rozcieńczony;

<b>c. Identyfikacja roztworów</b>			
Nr prob.	Wykryto	Uzasadnienie	Pkt.
1	KI KSCN	Bezbarwny, odczyn obojętny + kw. → bz, brak prod. gazowych, lekko żółty po dłuższym czasie + pr4 → brunatne zab. i osad, + pr3 → biała barwa osadu + pr7 → krwistoczerwone zab., z czasem przechodzi w żółte + pr6 → żółtawy osad, + pr3 → czernieje	<b>3</b> id 1 uz 2
2	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	Żółty, odczyn obojętny + kw. → pomarańczowe zab. + pr1 → bz, + kw. → brunatne zab., + pr3 zielono-niebieskie zab. +pr6 → czerwono- brązowy osad, rozp. w kw.	<b>1,5</b> id 0,5 uz 1

3	$\text{NaHSO}_3$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Bezbarwny, odczyn niemal obojętny + kw. → gaz o ostrym zapachu, po dłuższym czasie zmętnienie + CM → żółto-pomarańczowe zab., + $\text{I}_2$ → czerwone zab. + pr2 → bz., + kw. → zielononiebieskie zab. (pr3 + fen. + rozc. pr10) + (form. + fen. + rozc. pr10) → czerwone zab.	<b>3</b> id 1 uz 2
4	$\text{CuCl}_2$ $\text{HCl}$	zielony, odczyn mocno kwaśny + $\text{H}_2\text{O}$ (rozcieńczenie) → niebieskie zab. + pr10 → pierwsze krople bz, przy wielu kroplach niebieski osad + pr6 → osad biały, serowaty, ciemniejący na świetle + pr9 → osad brunatny	<b>3</b> id 1 uz 2
5	$\text{CuCl}_2$ , $\text{FeCl}_3$	zielony, odczyn niemal obojętny pr10 → po 1 kropli osad brunatny, po kilku dalszych kroplach osad niebiesko- brunatny + pr1 → osad, czerwonebrunatne zab. + pr3 biały osad + pr9 → granatowoczarny osad	<b>3</b> id 1 uz 2
6	$\text{AgNO}_3$	bezbarwny, odczyn lekko kwaśny + pr1 → białozółty osad + pr3 → bz, po czasie nikłe zmętnienie, +pr10 → białobrunatny osad, rozp. w kw.	<b>1,5</b> id 0,5 uz 1
7	$\text{FeCl}_3$	żółty, odczyn lekko kwaśny + pr1 → krwistoczerwone zabarwienie, po kilku min żółte + pr3 → pomarańczowe zabarwienie, po czasie odbarwia się + pr9 → niebieskogranatowy osad,	<b>1,5</b> id 0,5 uz 1
8	$\text{NiCl}_2$	zielony, odczyn obojętny + pr10 → zielonkawy osad, nierozp. w nadmiarze NaOH, rozp. w kw. + pr9 → szarozielony osad, nierozp. w kw.	<b>1,5</b> id 0,5 uz 1
9	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	żółty, odczyn obojętny + pr6 → żółtawe zmętnienie, + kw. → bz + pr4 → czerwonebrunatny osad, nierozp. w kw. pr7 + pr4 → po czasie bezbarwny, + pr9 → błękitny osad	<b>1,5</b> id 0,5 uz 1
10	$\text{NaOH}$	bezbarwny, odczyn mocno alkaliczny pr4 + pr10 → niebieski osad, nierozp. w nadmiarze pr7 + pr10 → rdzawo-brązowy osad, nierozp. w nadmiarze +pr6 → białobrązowy osad, rozp. w kw.	<b>1,5</b> id 0,5 uz 1

Lp	Numery probówek	Równanie reakcji	Pkt.
1.	prob. 1 + prob. 6	$I^- + Ag^+ \rightarrow AgI \downarrow$ $SCN^- + Ag^+ \rightarrow AgSCN \downarrow$ żółty                                      biały	0,5
2.	prob. 1 + prob. 2 +H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$2CrO_4^{2-} + 6I^- + 16H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 3I_2 + 8H_2O$ żółty                                      brunatny	0,25
3.	roztw I <sub>2</sub> + prob. 3	$I_2 + HSO_3^- + H_2O \rightarrow 2I^- + SO_4^{2-} + 3H^+$ brunatny                                      bezb. + CM - czerwony	0,25
4.	prod. równ. 2 + prob. 3	$I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$ brunatny                                      zielonkawy od Cr <sup>3+</sup>	0,25
5.	prob. 1 + prob. 4	$4I^- + 2Cu^{2+} \rightarrow 2CuI \downarrow + I_2$ $CuI + SCN^- \rightarrow CuSCN \downarrow + I^-$	0,5
6.	prob. 1 + prob. 4	$Fe^{3+} + SCN^- \rightarrow FeSCN^{2+}$ $2FeSCN^{2+} + 2I^- \rightarrow 2Fe^{2+} + I_2 + 2SCN^-$	0,5
7.	prob. 2 + prob. 6	$2Ag^+ + CrO_4^{2-} \rightarrow Ag_2CrO_4 \downarrow$ żółty      czerwono-brunatny	0,25
8.	prob. 3 + prob. 6	$SO_3^{2-} + 2Ag^+ \rightarrow Ag_2SO_3 \downarrow$ $Ag_2SO_3 + H_2O \xrightarrow{T} 2Ag + SO_4^{2-} + 2H^+$	0,5
9.	prob. 3 + prob. 6	$S_2O_3^{2-} + 2Ag^+ \rightarrow Ag_2S_2O_3 \downarrow$ $Ag_2S_2O_3 \downarrow + H_2O \rightarrow Ag_2S \downarrow + SO_4^{2-} + 2H^+$	0,5
10.	prob. 3 + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$S_2O_3^{2-} + 2H^+ \rightarrow S \downarrow + SO_2 \uparrow + H_2O$ $SO_3^{2-} + 2H^+ \rightarrow SO_2 \uparrow + H_2O$	0,5
11.	prob. 4 + prob. 6	$Cl^- + Ag^+ \rightarrow AgCl \downarrow$ $2AgCl \xrightarrow{h\nu} 2Ag + Cl_2$	0,5
12	prob. 4 + prob. 10	$Fe^{3+} + 3OH^- \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow$ $Cu^{2+} + 2OH^- \rightarrow Cu(OH)_2 \downarrow$	0,5