



ETAP II

27.01.2007

Zadanie laboratoryjne

W probówkach opisanych numerami 1-8 masz wodne roztwory dziesięciu soli, czyli dwa z tych roztworów zawierają mieszaniny dwóch soli. Znajdują się w nich związki wymienione w lewej kolumnie poniższej tabeli oraz sole metali wymienionych w prawej kolumnie (w nawiasach podano stopień utlenienia metalu).

arsenian(V) trisodu Na_3AsO_4	antymon Sb(III)
fosforan(V) trisodu Na_3PO_4	bismut Bi(III)
jodek potasu KI	cyna Sn(II)
molibdenian(VI) diamonu $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$	ołów Pb(II)
tiosiarczan(VI) disodu $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	srebro Ag(I)

Roztwory soli antymonu, bizmutu, cyny, ołowiu i srebra otrzymano przez rozтворzenie tych metali w odpowiednich kwasach (chlorowodorowy, siarkowy(VI), azotowy(V)) i rozcieńczeniu. Kwasu użyto w nadmiarze w stosunku do stechiometrycznej ilości roztwarzanego metalu. Potencjał standardowy antymonu jest nieco wyższy niż wodoru, ale roztwarzanie tego metalu w stężonym kwasie azotowym(V) prowadzi do powstawania trudno rozpuszczalnego kwasu antymonowego(V). (Podobnie zachowuje się cyna, która tworzy trudno rozpuszczalny kwas cynowy(IV)). Z tego względu antymon roztworzono w kwasie nieutleniającym, w obecności wody utlenionej.

Jedna mieszanina soli powstała przez łączne rozтворzenie dwóch metali w tym samym kwasie. Mieszanina ta nie zawiera soli dwóch metali, które łatwo hydrolyzują z wytrąceniem osadów. W skład drugiej mieszaniny soli wchodzi dwa z anionów: AsO_4^{3-} , PO_4^{3-} lub MoO_4^{2-} .

Na swoim stanowisku masz do dyspozycji papierki wskaźnikowe, 10 probówek, tryskawkę z wodą destylowaną pozbawioną chlorków oraz trzy polietylenowe pipetki-zakraplacze. Na stanowisku zbiorczym znajdują się roztwory kwasu azotowego(V), kwasu chlorowodorowego i wodorotlenku sodu o stężeniach 2 mol/dm³. Naczynia z roztworami zaopatrzone są w polietylenowe pipetki.

Potencjały standardowe metali wymienionych w treści zadania wynoszą:

$$E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}^{\circ} = -0,14 \text{ V}; \quad E_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}}^{\circ} = -0,13 \text{ V}; \quad E_{\text{Sb}^{3+}/\text{Sb}}^{\circ} = +0,21 \text{ V}; \quad E_{\text{Bi}^{3+}/\text{Bi}}^{\circ} = +0,23 \text{ V}; \quad E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^{\circ} = +0,80 \text{ V}$$

Polecenia:

- a.** Na podstawie danych przedstawionych w zadaniu zaproponuj, jakich kwasów można użyć do roztworzenia poszczególnych metali 1 pkt.
Przeanalizuj treść zadania i określ, jakie sole mogą się znajdować w mieszaninach o odczynie kwasowym, obojętnym, zasadowym. 1 pkt.
- b.** Zbadaj odczyn roztworów i przeprowadź inne próby prowadzące do identyfikacji soli występujących w probówkach 1-8. Podaj wyniki identyfikacji (pełne wzory lub nazwy wszystkich 10 soli) oraz uzasadnienie na podstawie dwóch reakcji dla każdej wykrywanej substancji. 17,5 pkt.
- c.** Napisz w formie jonowej równania reakcji roztwarzania metali w kwasach. 2,5 pkt.
Napisz w formie jonowej równania reakcji przeprowadzonych w celu identyfikacji jonów, zaznaczając numery probówek, których te reakcje dotyczą. 8 pkt.

Suma punktów za zadanie laboratoryjne wynosi 30

Uwaga! Oszczędnie gospodaruj roztworami, korzystaj z pipetek do odmierzania porcji cieczy.

Ważne! Na 1 stronie arkusza rozwiązania przedstaw zestawienie wykrytych substancji w probówkach 1-8.

Opis rozwiązania prowadź starannie i czytelnie, pozostawiając dwucentymetrowy margines (zaginając kartkę).

Prace nieczytelne mogą mieć obniżoną punktację!

Pamiętaj o konieczności zachowania zasad bezpieczeństwa w trakcie wykonywania analiz !

Czas trwania zawodów: 270 min



ETAP II

27.01.2007

Rozwiązanie zadania laboratoryjnego

Polecenie a.

Roztworzenie metali w kwasach. Ponieważ antymon i cyna rozwarzane w stężonym kwasie azotowym wydzielają trudno rozpuszczalne kwasy H_3SbO_4 i H_2SnO_3 , metale te można rozwarzać w kwasie chlorowodorowym (antymon w obecności utleniacza) i siarkowym(VI). Jeżeli produktem ma być sól cyny(II), należy użyć kwasu chlorowodorowego, ponieważ w stężonym siarkowym(VI) cyna ulegnie utlenieniu do Sn(IV). Bizmut, srebro i ołów rozwarzają się w kwasie azotowym(V) i stężonym siarkowym(VI), ale po rozcieńczeniu wypada trudno rozpuszczalny siarczan(VI) ołowiu, dlatego metal ten należy rozwarzać tylko w kwasie azotowym(V). $5 \times 0,2 \text{ pkt.} = 1 \text{ pkt.}$

Prawdopodobny skład mieszanin. Łatwo hydrolizujące sole tworzą antymon, cyna i bizmut. W mieszaninach nie mogą więc znajdować się jednocześnie Bi(III) i Sb(III) rozpuszczone w kwasie siarkowym oraz Sb(III) i Sn(II) rozpuszczone w kwasie solnym. Mogą wystąpić następujące mieszaniny o odczynie kwaśnym: sole Ag(I) i Pb(II), Ag(I) i Bi(III), Pb(II) i Bi(III) powstałe przez rozpuszczenie metali w kwasie azotowym(V) oraz Ag(I) i Bi(III) po rozpuszczeniu w kwasie siarkowym. $0,5 \text{ pkt.}$

Tlenowe aniony arsenu, molibdenu i fosforu, jeśli odczyn roztworów jest obojętny lub lekko zasadowy, mogą tworzyć trzy mieszaniny: arsenian(V) i fosforan(V), arsenian(V) i molibdenian(VI), fosforan(V) i molibdenian(VI). Gdyby odczyn roztworu był kwaśny, to tylko fosforan(V) i arsenian(V) mogłyby występować w mieszaninie. $0,5 \text{ pkt.}$

Polecenie b.

Przykładowy zestaw analizowanych roztworów i punktacja

Nr próbówki	Substancje w roztworze	Identyfikacja	Uzasadnienie
1	azotan(V) srebra $AgNO_3$ azotan(V) ołowiu(II) $Pb(NO_3)_2$	$1,00 \text{ pkt.}$ $1,00 \text{ pkt.}$	$0,50 \text{ pkt.}$ $0,50 \text{ pkt.}$
2	fosforan trisodu Na_3PO_4 molibdenian amonu $(NH_4)_2MoO_4$	$1,00 \text{ pkt.}$ $1,00 \text{ pkt.}$	$0,50 \text{ pkt.}$ $0,50 \text{ pkt.}$
3	jodek potasu KI	$1,00 \text{ pkt.}$	$0,50 \text{ pkt.}$
4	arsenian(V) sodu Na_3AsO_4	$1,00 \text{ pkt.}$	$0,50 \text{ pkt.}$
5	tiosiarczan sodu $Na_2S_2O_3$	$1,00 \text{ pkt.}$	$0,50 \text{ pkt.}$
6	siarczan(VI) bizmutu $Bi_2(SO_4)_3$	$1,50 \text{ pkt.}$	$1,00 \text{ pkt.}$
7	chlorek antymonu $SbCl_3$	$1,50 \text{ pkt.}$	$0,75 \text{ pkt.}$
8	chlorek cyny(II) $SnCl_2$	$1,50 \text{ pkt.}$	$0,75 \text{ pkt.}$

Identyfikacja substancji w próbkach 6,7,8 jest wyżej oceniana ze względu na konieczność wykrycia anionu.

Badanie odczynu papierkiem wskaźnikowym

Roztwory w próbkach 1, 6, 7 i 8 mają odczyn silnie kwaśny, w próbkach 3, 4 i 5 niemal obojętny a w próbówce 2 lekko alkaliczny. Można przypuszczać, że roztwory silnie kwaśne zawierają jony metali Sn(II), Bi(III) Sb(III), Pb(II) i Ag(I). Roztwór o odczynie alkalicznym może zawierać molibdenian amonu, gdyż amoniak stabilizuje ten roztwór.

Rozcieńczanie wodą

Rozcieńczanie wodą roztworów silnie kwaśnych pozwoli wykryć jony metali łatwo hydrolizujące takie jak Sn(II), Bi(III) i Sb(III), a także określić, gdzie występują Ag(I) i Pb(II), nieulegające łatwo hydrolizie.

Do 1 cm³ roztworów z próbek **1, 6, 7 i 8**, dodano ok. 2 cm³ wody. Zmętnienie pojawia się w próbkach **6, 7 i 8**, natomiast w próbce **1** nie występuje. Tak więc w próbce **1** może być Ag(I) lub Pb(II) (albo obydwa) w postaci azotanów.

Działanie kwasem azotowym(V).

Pod wpływem ogrzewania silnie kwaśnych roztworów z kwasem azotowym(V) pojawia się zmętnienie spowodowane powstawaniem kwasu cynowego(IV) i antymonowego(V). Bizmut(III) pozostaje niezmienny.

Do 1 cm³ roztworów z próbek **6, 7 i 8** dodano 2 cm³ kwasu azotowego(V) i ogrzewano do częściowego odparowania roztworów. Zmętnienie wystąpiło w próbce **7 i 8**, a roztwór z próbki **6** pozostał niezmienny. Należy przypuszczać, że w próbce **6** jest Bi(III) w postaci azotanu(V) (nie wykluczając Ag(I) lub Pb(II)) bądź siarczanu(VI) (nie wykluczając Ag(I)).

Do 1 cm³ roztworów z próbek **2, 3, 4 i 5** dodano 2 cm³ kwasu azotowego(V) i pozostawiono na pewien czas. Z roztworu w próbce **2** wypadł szybko obfity, żółty osad, co może sugerować obecność jonów molibdenianowych i fosforanowych lub arsenianowych. W próbce **3** obserwowano żółknięcie roztworu bez wypadania osadu, co pozwala sądzić, że w próbce tej znajduje się jodek potasu. Roztwór **5** powoli mętniał od wydzielającej się siarki, co może wskazywać na obecność tiosiarczanu. Roztwór z próbki **4** nie uległ zmianie, czyli prawdopodobnie znajduje się tu arsenian(V) lub fosforan(V).

Działanie kwasem chlorowodorowym

Do 1 cm³ roztworów z próbek **1 i 6** dodano 1 cm³ kwasu chlorowodorowego, wytrząsnięto i pozostawiono na kilka minut. Obfity osad wydzielił się jedynie w próbce **1**. Osad ten ciemnieje na świetle, co świadczy, że znajdują się tam jony Ag(I), nie wykluczając Pb(II). W próbce **6** nie występuje ani Pb(II) ani Ag(I).

Działanie roztworem NaOH

Działając roztworem NaOH na roztwory o odczynie obojętnym i alkalicznym można łatwo wykryć jon NH₄⁺, gdy papierek wskaźnikowy zbliżony do wylotu ogrzewanej próbki barwi się na niebiesko. Takie zachowanie ma miejsce dla próbki **2**, co jednoznacznie pozwala zidentyfikować NH₄⁺, a tym samym molibdenian amonu.

W wyniku reakcji jonów OH⁻ z jonami metali powstają osady wodorotlenków, w przypadku Pb(II), Sb(III) i Sn(II) rozpuszczalne w nadmiarze odczynnika strącającego, w odróżnieniu od Bi(III), którego wodorotlenek nie rozpuszcza się w nadmiarze NaOH. Wodorotlenek srebra jest nietrwały i szybko przekształca się w brunatny Ag₂O.

Do 1 cm³ roztworów z próbek **1, 6, 7 i 8** dodawano po kropli roztwór NaOH aż do wytrącenia osadu, po czym jeszcze po 2 cm³. W próbce **1** powstający żółtawy osad po dodaniu nadmiaru NaOH zbrunatniał, co potwierdza obecność Ag(I). Nie można wykluczyć obecności Pb(II), którego wodorotlenek rozpuszcza się w nadmiarze odczynnika. Z roztworami z pozostałych próbek wytrącał się biały osad, jedynie w próbce **6** powstający osad nie rozpuścił się w nadmiarze odczynnika. Pozwala to stwierdzić, że **Bi(III)** jest w próbce **6**.

Wykrycie Sn(II)

Tetrahydroksocynian(II) sodu, powstały przez rozpuszczenie wodorotlenku cyny(II) w nadmiarze NaOH, redukuje wytrącony wodorotlenek bizmutu(III) do metalicznego bizmutu. Wytrącony osad wodorotlenku bizmutu (próbka **6**) podzielono na dwie części i dodano do nich kilka kropli roztworów powstałych po rozpuszczeniu osadów wodorotlenków z próbek **7 i 8**. Powstanie czarnego osadu w roztworze z próbki **8** świadczy o obecności w nim **Sn(II)** potwierdza obecność **bizmutu** w próbce **6** i wskazuje na obecność **Sb(III)** w próbce **7**.

Potwierdzenie Sb(III)

Antymon(III) reaguje z jodkiem potasu (próbka **3**) z wytrąceniem żółtego osadu jodku, rozpuszczalnego w nadmiarze odczynnika z żółtym zabarwieniem.

Wykrycie jodku potasu

Z badań odczynu roztworu oraz działania kwasu azotowego wynika, że jodek potasu może być obecny w próbce **3**. Jedynym utleniaczem w badanych roztworach jest arsenian(V) trisodu, który może występować w próbce **2** łącznie z Mo(VI) lub w próbce **4**.

Do 1 cm³ roztworu z probówki 3 dodano kilka kropli kwasu chlorowodorowego a następnie kilka kropli roztworów z probówek 2 i 4. Roztwór 2 lekko zmętniał, natomiast roztwór 4 utworzył brunatne zabarwienie. Z kolei po dodaniu roztworu z probówki 5, roztwór w probówce 4 odbarwił się. Świadczy to, że w probówce 3 znajduje się **jodek potasu**. Kolejnym wnioskiem jest potwierdzenie obecności w probówce 5 **tiosiarczany sodu**, i przypuszczenie obecności w probówce 4 **arsenianu(V)**.

Wykrywanie anionów

Na podstawie reakcji z NaOH można przypuszczać, że Ag(I) znajduje się w probówce 1. Przeprowadzono reakcje tego roztworu z roztworami z probówek 2, 3, 4, 5, 6, 7 i 8. Do 1 cm³ tych roztworów dodano kilka kropli roztworu z probówki 1.

Białe osady powstały w probówkach 6, 7, i 8. Osady ciemniały na świetle w probówkach 7 i 8, co wskazuje na obecność chlorków. W probówce 5 osad początkowo rozpuszczał się, co tłumaczy obecność tiosiarczany. Osad w probówce 6 był krystaliczny, dość obfity, sugerujący obecność jonów siarczanowych. Być może w probówce 1 obok srebra jest jeszcze obecny ołów.

Wypadanie czekoladowego osadu arsenianu(V) srebra potwierdza obecność w probówce 4 **arsenianu(V) sodu**, a w probówce 1 **azotanu(V) srebra**.

W probówce 2 powstaje białozółty osad, co może świadczyć o obecności fosforanów(V) (Ag₃PO₄ jest żółty) i molibdenianów (Ag₂MoO₄ jest biały), zaś w probówce 3 powstaje wyraźnie żółty osad (charakterystyczny raczej dla PbI₂, AgI jest bladeżółty), z tym, że powstający na początku osad ulega rozpuszczeniu i roztwór staje się bezbarwny. Potwierdza to obecność jodku potasu w probówce 3. Sugeruje również sprawdzenie probówki 1 na obecność Pb(II).

Można wykorzystać ciecz nad osadu po strącaniu chlorków z probówki 1. Dodanie do klarownego roztworu kilku kropel roztworu z probówki 3 powoduje wydzielenie żółtego osadu, co potwierdza obecność **Pb(II)** w probówce 1.

Ołów może być strącony za pomocą jonów siarczanowych(VI) z probówki 6. Wytrącony biały krystaliczny osad nie rozpuszcza się w tiosiarczanie sodu, co potwierdza obecność **siarczanów** w probówce 6 (wyklucza azotany) i **ołowiu** w probówce 1.

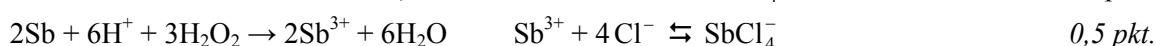
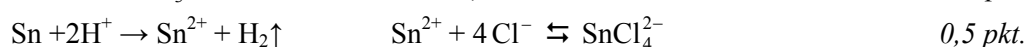
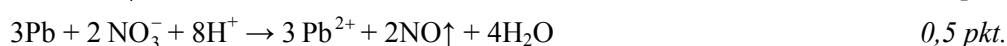
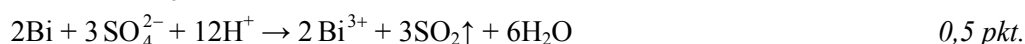
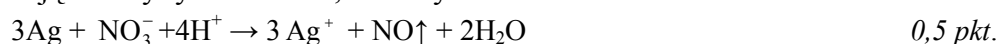
Reakcje z jodkami

Roztwór jodków o niewielkim stężeniu wytrąca charakterystyczne osady AgI – żółtawy, PbI₂ – żółty, SbI₃ – żółty, nikły osad, BiI₃ – brunatny. Osady rozpuszczają się w roztworze o dużym stężeniu jodków, przy czym kompleksy srebra i ołowiu są bezbarwne, antymonu i bizmutu żółte. Cyna(II) daje żółtawe zabarwienie z jodkami przy ich znacznym stężeniu.

Do 1cm³ roztworów z probówek 1, 6, 7 i 8 dodano kroplę roztworu z probówki 3. Obfity, żółty osad wydzielił się w probówce 1, w probówce 6 wydzielił się obfity, brunatny osad, żółty roztwór z niewielkim osadem powstał w probówce 7, a w roztworze z probówki 8 zmiana barwy była nieznaczna (niewielkie żółknięcie roztworu). Dodatek z kolei ok.0,5 cm³ roztworu z probówki 3 spowodowało rozpuszczenie wydzielonych osadów, przy czym roztwór w probówce 1 był bezbarwny, w 6 pomarańczowożółty, a w pozostałych probówkach żółty. Nasuwa się wniosek: probówka 1 zawiera **Pb(II)** i **Ag(I)**, probówka 6 - **Bi(III)**, probówka 7 - **Sb(III)**, probówka 8 zawiera **cyne(II)**.

Polecenie c.

Reakcje roztwarzania metali. Z treści zadania wynika, że roztwory soli Sb(III), Bi(III), Sn(II), Ag(I), i Pb(II) zawierają aniony tych kwasów, w których roztworzono metale.



Poprawnie zbilansowane reakcje z kwasem azotowym należy uznać również wtedy, gdy w produktach podany jest tlenek azotu(IV), zamiast tlenku azotu(II).

Reakcje identyfikacji

próbówka 1+HCl	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}\downarrow$	0,4 pkt.
próbówka 1+HCl	$\text{Pb}^{2+} + 2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{PbCl}_2\downarrow$	0,4 pkt.
próbówka 1+NaOH	$2\text{Ag}^+ + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Ag}_2\text{O}\downarrow + \text{H}_2\text{O}$	0,4 pkt.
próbówka 1+2	$3\text{Ag}^+ + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4\downarrow$	0,4 pkt.
próbówka 1+2	$2\text{Ag}^+ + \text{MoO}_4^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{MoO}_4\downarrow$	0,4 pkt.
próbówka 1+2	$\text{Pb}^{2+} + \text{MoO}_4^{2-} \rightarrow \text{Pb MoO}_4\downarrow$	0,4 pkt.
próbówka 1+2	$3\text{Pb}^{2+} + 2 \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow$	0,4 pkt.
próbówka 1+3	$\text{Ag}^+ + \text{I}^- \rightarrow \text{AgI}\downarrow$ i $\text{AgI}\downarrow + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{AgI}_2^-$	0,4 pkt.
próbówka 1+3	$\text{Pb}^{2+} + 2 \text{I}^- \rightarrow \text{PbI}_2\downarrow$ i $\text{PbI}_2\downarrow + 2 \text{I}^- \rightleftharpoons \text{PbI}_4^{2-}$	0,4 pkt.
próbówka 1+4	$3\text{Ag}^+ + \text{AsO}_4^{3-} \rightarrow \text{Ag}_3\text{AsO}_4\downarrow$	0,4 pkt.
próbówka 1+5	$2\text{Ag}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3\downarrow$ i $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3\downarrow + 3 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons 2[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$	0,4 pkt.
próbówka 1+5	$\text{Pb}^{2+} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{PbS}_2\text{O}_3\downarrow$ i $\text{PbS}_2\text{O}_3\downarrow + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons [\text{Pb}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{2-}$	0,4 pkt.
próbówka 1+6 pkt.	$\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbSO}_4\downarrow$	0,4
próbówka 1+7 i 1+8	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}\downarrow$	0,4 pkt.
próbówka 2+HNO ₃	$\text{PO}_4^{3-} + 3 \text{NH}_4^+ + 12 \text{MoO}_4^{2-} + 24 \text{H}^+ \rightarrow (\text{NH}_4)_3[\text{P}(\text{Mo}_3\text{O}_{10})_4]\downarrow + 12 \text{H}_2\text{O}$	0,4 pkt.
próbówka 3+6	$\text{Bi}^{3+} + 3 \text{I}^- \rightarrow \text{BiI}_3\downarrow$ i $\text{BiI}_3\downarrow + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{BiI}_4^-$	0,4 pkt.
próbówka 3+7	$\text{Sb}^{3+} + 3 \text{I}^- \rightarrow \text{SbI}_3\downarrow$ i $\text{SbI}_3\downarrow + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{SbI}_4^-$	0,4 pkt.
próbówka 3+4	$\text{AsO}_4^{3-} + 2 \text{I}^- + 2 \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{AsO}_3^{3-} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$	0,4 pkt.
+ próbówka 5	$\text{I}_2 + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2 \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$	0,4 pkt.
próbówka 5+H ⁺	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{S}\downarrow + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	0,4 pkt.
próbówka 6+H ₂ O	$2 \text{Bi}^{3+} + \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{BiO})_2\text{SO}_4\downarrow + 4 \text{H}^+$	0,4 pkt.
<i>(Produkt hydrolizy soli bizmutu(III) może być też zapisany jako hydroksosól lub wodorotlenek.)</i>		
próbówka 6+NaOH	$\text{Bi}^{3+} + 3 \text{OH}^- \rightarrow \text{Bi}(\text{OH})_3\downarrow$	0,4 pkt.
próbówka 7+H ₂ O	$\text{SbCl}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SbOCl}\downarrow + 2 \text{H}^+ + 3 \text{Cl}^-$	0,4 pkt.
próbówka 7+NaOH	$\text{SbCl}_4^- + 3 \text{OH}^- \rightarrow \text{Sb}(\text{OH})_3\downarrow + 4 \text{Cl}^-$ i $\text{Sb}(\text{OH})_3\downarrow + \text{OH}^- \rightarrow [\text{Sb}(\text{OH})_4]^-$	0,4 pkt.
próbówka 8+NaOH	$\text{SnCl}_4^{2-} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Sn}(\text{OH})_2\downarrow + 4 \text{Cl}^-$ i $\text{Sn}(\text{OH})_2\downarrow + 2 \text{OH}^- \rightarrow [\text{Sn}(\text{OH})_4]^{2-}$	0,4 pkt.
+ próbówka 6	$2 \text{Bi}^{3+} + 3 [\text{Sn}(\text{OH})_4]^{2-} + 6 \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{Bi}\downarrow + 3 [\text{Sn}(\text{OH})_6]^{2-}$	0,4 pkt.

Poprawne jest każde inne sensowne uzasadnienie identyfikacji. Pełna punktacja za uzasadnienie (zaproponowana przy przykładowym zestawie substancji), przyznawana jest za potwierdzenie identyfikacji, co najmniej dwiema obserwacjami. Liczba punktów za równania reakcji potrzebne do identyfikacji każdej substancji nie może przekraczać 0,8 pkt., punktacja za pojedyncze równanie reakcji nie może przekraczać 0,4 pkt. Jeżeli na daną próbę składają się dwie reakcje, jak np. wytrącanie osadu i rozpuszczanie go w nadmiarze odczynnika strącającego, napisanie tylko jednej z tych reakcji powinno być oceniane połową punktów (0,2 pkt.). Jeśli nie zaznaczono, jakich próbek dotyczy podane równanie reakcji, można przyznać za nie jedynie połowę punktów.

Punktacja:

a. Za zaproponowanie kwasów do roztworzenia metali	5 × 0,2 pkt. = 1,0 pkt.
Za zaproponowanie składu mieszanin o różnym odczynie	2 × 0,5 pkt. = 1,0 pkt.
b. Za identyfikację 10 soli	7 × 1 pkt. + 3 × 1,5 pkt. = 11,5 pkt.
Za uzasadnienie identyfikacji	7 × 0,5 pkt. + 1 pkt. + 2 × 0,75 pkt. = 6,0 pkt.
c. Za równania reakcji roztwarzania metali w kwasach	5 × 0,5 pkt. = 2,5 pkt.
Za równania reakcji identyfikacji soli	10 × 0,8 pkt. = 8,0 pkt.

RAZEM:

30,0 pkt.

