



ETAP II

1.02.2020

Zadanie laboratoryjne

Wykrywanie kationów w mieszaninach soli

Wykrywanie kationów w mieszaninach roztworów soli wymaga nieco innego podejścia do problemu niż w przypadku roztworów pojedynczych soli. Dla mieszanin, w większości przypadków, wykorzystanie reakcji charakterystycznych dla danego kationu wymaga wcześniejszego wstępnego rozdzielania jonów. Wykorzystuje się do tego np. strącanie osadów wodorotlenków w określonym pH, rozpuszczanie strąconego osadu w nadmiarze odczynnika strącającego, tworzenie kompleksów z odczynnikami kompleksotwórczymi itp. W niektórych przypadkach można wykryć kationy w mieszaninie stosując odpowiedni, selektywny odczynnik.

W probówkach opisanych nr **1 – 6**, znajduje się sześć dwuskładnikowych mieszanin dwunastu soli. Sole te zawierają kationy takie jak: bizmut(III), chrom(III), cynk(II), kobalt(II), magnez(II), mangan(II), miedź(II), nikiel(II), ołów(II), potas(I), stront(II), żelazo(III). Jako aniony w solach użytych do sporządzenia mieszanin występują azotany(V), chlorki i siarczany(VI).

- W danej mieszaninie zawarte są sole o identycznych anionach.
- Niektóre roztwory zakwaszone są odpowiednimi kwasami, o anionach identycznych z anionami soli.
- Jedna mieszanina zakwaszona jest kwasem fosforowym(V), ale sole w tej mieszaninie nie są fosforanami.
- Stężenie każdej soli w przygotowanych mieszaninach jest na podobnym poziomie i nie przekracza 2%.

W sześciu probówkach, opisanych literami **A – F**, znajdują się roztwory substancji wykorzystywanych w analizie jakościowej. W tabeli podano stężenia tych roztworów.

Roztwór	Stężenie
jodku potasu	2%
molibdenianu sodu	4%
wody utlenionej	3%
tiocyjanianu potasu	2%
tetrafenyloboranu sodu	1%
dimetylogliksymu	1%

<u>Na swoim stanowisku masz do dyspozycji:</u>	<u>Na stanowisku zbiorczym dostępne są:</u>
8 pustych probówek	roztwór kwasu chlorowodorowego o stężeniu $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
tryskawkę z wodą destylowaną	roztwór wodorotlenku sodu o stężeniu $2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
10 pipetek polietylenowych	roztwór amoniaku o stężeniu $2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
5 uniwersalnych papierków wskaźnikowych	roztwór kwasu octowego o stężeniu $2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
łopatkę plastikową	aceton
Ampułka z kwasem askorbinowym	Stanowisko wyposażone jest w palnik (ewentualnie w łaźnię wodną), łapę do probówek

Uwaga! Roztwór NaOH może pochłaniać ditlenek węgla, co może dawać zafałszowane wyniki. Obserwacja dotycząca rozpuszczania osadu kationu będącego składnikiem mieszaniny, w nadmiarze odczynnika strącającego, może być zakłócona obecnością kationu towarzyszącego, którego osad nie rozpuszcza się w nadmiarze odczynnika strącającego.

Polecenia

- (3 m.)* Podaj charakterystykę roztworów (barwa, odczyn) w probówkach **1 – 6**. Na tej podstawie, zaproponuj prawdopodobne występowanie kationów.
- (9 m.)* Opisz wygląd i właściwości badanych roztworów oraz sposób ich identyfikacji w probówkach **A – F** (identyfikacja 0,5 m, uzasadnienie, dwie obserwacje 1 m).
- (19 m.)* Zidentyfikuj wszystkie jony w probówkach **1 – 6**. Pełna odpowiedź wymaga uzasadnienia co najmniej trzema obserwacjami związanymi z charakterystycznymi reakcjami dla identyfikowanych jonów (identyfikacja jonu metalu 0,5 m, anionu 0,5 m, dla każdego jonu minimum jedna charakterystyczna obserwacja 0,5 m)
- (3 m.)* Uzasadnij wygląd próbki zawierającej kwas fosforowy oraz próbki zawierającej jony miedzi(II).
- (6 m.)* Napisz równania reakcji (cząsteczkowo lub jonowo) zachodzących w trakcie prób wykonanych w celu identyfikacji. Nie są wymagane równania reakcji dla substancji organicznych. Punktowane jest 12 równań, po 0,5 m, z zaznaczeniem, których roztworów dotyczy dana reakcja.

Uwaga. Gospodaruj oszczędnie roztworami, dolewki nie są możliwe.

Obejrzyj uważnie arkusz odpowiedzi. Zaplanuj i wpisz rozwiązanie tak, by mieściło się w wyznaczonym miejscu. Podaj skróty stosowane w arkuszu odpowiedzi.

Tekst oraz równania reakcji chemicznych napisane poza wyznaczonym miejscem nie będą sprawdzane!

Opisując obserwacje zachowuj tę samą kolejność i używaj skrótów zaproponowanych w poniższej tabeli. Jeżeli użyjesz innych skrótów, opisz ich znaczenie.

Dodanie odczynnika	+
Wytracanie się osadu, wydzielanie gazu	(-) (brak reakcji); ↓ (wytrąca się osad); ↑ (wydziela się gaz)
Barwa osadu (roztworu)	bia – biały; żół – żółty; szaroziel. - szarozielony, zielnieb – zielononiebieski, bia brnp – biały, brunatniejący na powietrzu, itp
Wygląd osadu	cś (ciemniejący na świetle), ser. (serowaty), gal. (galaretowaty), kryst. (krystaliczny), itp.
Rozpuszczalność w NH ₃ aq	ra (rozpuszczalny w nadmiarze), na (nierozpuszczalny w nadmiarze)
Rozpuszczalność w NaOH	rz (rozpuszczalny w nadmiarze), nz (nierozpuszczalny w nadmiarze)
Rozpuszczalność w kwasie octowym	rkw. oct (rozpuszczalny), nkw. oct (nierozpuszczalny)

Pamiętaj o zachowaniu zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania analiz!

Za poprawne wykonanie poleceń przyznawane są „marki”.

Sumaryczna punktacja za zadanie laboratoryjne – 30 pkt. (40 m.)

Czas wykonania zadania 240 minut.



ETAP II

1.02.2020

Rozwiązanie zadania laboratoryjnego

Przykładowe rozmieszczenie substancji w probówkach

Nr	Nazwa substancji
1	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{CoSO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4$
2	$\text{CrCl}_3 + \text{NiCl}_2$
3	$\text{CuCl}_2 + \text{SrCl}_2 + \text{HCl}$

Nr	Nazwa substancji
4	$\text{MgSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$
5	$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{HNO}_3$
6	$\text{ZnSO}_4 + \text{MnSO}_4$

Nr	
A	roztwór jodku potasu
B	roztwór wody utlenionej
C	roztwór dimetylogliksymu

Nr	
D	roztwór tetrafenyloboranu sodu
E	roztwór molibdenianu sodu
F	roztwór tiocyjanianu potasu

Poniżej przedstawiono sposób rozumowania, który pomoże zrozumieć uzasadnienie identyfikacji przedstawione w arkuszu odpowiedzi

Ad b. Identyfikacji roztworów w probówkach A - F

W probówce **B** widać pęcherzyki gazu, co sugeruje obecność wody utlenionej. Dwa roztwory są lekko żółte. Jednym jest roztwór dimetylogliksymu w probówce **C**, ma charakterystyczny zapach alkoholu co zapewnia jednoznaczną identyfikację. Drugi żółtawy roztwór to probówka **D**, ma wyraźny alkaliczny odczyn, co może wskazywać na tetrafenyloboran sodu. Dodanie tego roztworu do probówek **A**, **B**, **E** i **F** powoduje wytrącenie białego osadu w probówce **A** i **F**, co wskazuje na obecność w tych probówkach jonów potasu.

Zmieszanie roztworów **A**, **B** i kropli kwasu octowego lub roztworu HCl powoduje brunatnienie roztworu (odbardwienie po dodaniu szczypty kwasu askorbinowego), co potwierdza obecność wody utlenionej w **B** i jodku potasu w **A**.

Dodanie do probówki **E** szczypty kwasu askorbinowego powoduje niebieszczenie roztworu, zaś roztworu z probówki **B** (woda utleniona) powoduje powstanie żółtego roztworu. Próby te potwierdzają obecność molibdenianu sodu w probówce **E**.

Ad c. Identyfikacja wszystkich jonów w probówkach 1 – 6

a) Wykrycie jonów ołowiu(II) przez dodanie do roztworów z probówek **1 – 6** kwasu chlorowodorowego. Tylko w probówce **5** powstaje biały osad rozpuszczalny po ogrzaniu i wytrącający się po oziębieniu. Mocno kwasowy odczyn roztworu **5** sugeruje obecność jonów łatwo hydrolizujących (np. $\text{Bi}(\text{III})$). Wytrącony osad chlorku ołowiu po przemyciu roztworem kwasu chlorowodorowego rozpuszcza się w kwasie octowym.

b) Wykrycie jonów siarczanowych(VI) i chlorkowych przez dodanie roztworu z probówki **5** do roztworów **1–4** i **6**. W probówkach **1**, **4** i **6** powstają białe, krystaliczne osady, nierozpuszczalne po ogrzaniu,

rozpuszczalne w kwasie octowym, charakterystyczne dla PbSO_4 , zaś w probówkach **2** i **3** powstają białe osady rozpuszczalne po ogrzaniu charakterystyczne dla PbCl_2 . Tak więc w probówkach **2** i **3** są jony chlorkowe oraz w jednej z nich prawdopodobnie jony strontu.

c) Oddzielenie jonów siarczanowych od kationów z probówek **1**, **4** i **6** poprzez strącenie osadu wodorotlenków. Z uwagi na mocno kwasowy odczyn w próbówce **1** można podejrzewać obecność znacznej ilości kwasu, prawdopodobnie fosforowego(V). Dodawany po kropli roztwór NaOH do próbówki **1** powoduje wytrącanie beżowego osadu, charakterystycznego dla fosforanu żelaza(III).

W próbówce **6** też strąca się biało-beżowy osad, ale ciemniejący na powietrzu. Jest to charakterystyczne dla jonów Mn(II) . Już po dodaniu kropli roztworu NaOH, w próbówce **4** wytrąca się osad, nierozpuszczalny w nadmiarze odczynnika.

d) Dysponując klarownym roztworem z próbówki **4** po strąceniu wodorotlenku (zawierającym jony siarczanowe(VI)) wykrywa się jony Sr(II) w roztworze **3**, gdyż tylko z tym roztworem strąca się biały osad. W roztworze **4**, po oddzieleniu strąconego wodorotlenku, można sprawdzić obecność jonów cynku. Po ostrożnym zakwaszeniu w przypadku obecności Zn(II) wytrąciłby się osad. Nie obserwuje się zauważalnego zmętnienia, tak więc w próbce **4** nie ma jonów cynku. Dodanie do takiego roztworu zawartości próbówki **D** (tetrafenyloboran sodu) powoduje wytrącenie białego osadu co pozwala wykryć jony potasu.

e) reakcje z wykorzystaniem roztworu amoniaku

Obserwacje podano w tabelce, gdzie „ NH_3 mało” znaczy dodanie 2 kropeł roztworu amoniaku ponad zobojętnienie kwasu, „ NH_3 dużo” – dodanie 1-2 cm^3 roztworu amoniaku ponad zobojętnienie kwasu, „ NH_3 dużo roztwór” – dodanie 1-2 cm^3 roztworu amoniaku i wygląd roztworu po sedymentacji osadu. Wnioski z przeprowadzonych prób przedstawiono w wierszach „wykryto”.

Nr	1	2	3	4	5	6
Barwa roztworu	Błado różowa	Szaro-fioletowa	zielona	bezbarwny	bezbarwny	bezbarwny
NH_3 mało	beżowy↓	szaroziel.↓	zielnieb.↓	biały↓	biały↓	biały brnp.↓
Wykryto w osadzie	Fe(III)	Cr(III)	Cu(II)	Mg(II)? Zn(II)?	Pb(II) , Bi(III)	Mn(II)
NH_3 dużo	brązowy↓	szaroziel.↓	nikły osad	biały↓	biały↓	brun↓
„ NH_3 dużo roztwór”	żółtawy	niebieskawy	nieb gran	bezbarwny	biała zaw.	bezbarwny
Wykryto w roztworze	Co(II)?	Ni(II)?	Cu(II)	K(I)? , Zn(II)?	?	K(I)? , Zn(II)?

Stosowane skróty: ↓ – osad, szaroziel. – szarozielony, zielnieb – zielononiebieski, biały brnp – biały, brunatniejący na powietrzu

Rozpuszczenie osadu z próbówki **4** w kwasie chlorowodorowym i ponowne dodanie amoniaku nie wytrąca osadu, co jest charakterystyczne dla jonów magnezu.

f) reakcje z wykorzystaniem roztworu wodorotlenku sodu

Dodanie nadmiaru roztworu NaOH do roztworu z próbówki **2** powoduje powstanie szarozielonej zawiesiny, dodanie do tej zawiesiny roztworu z próbówki **B** (woda utleniona) i ogrzaniu, powoduje powstanie żółtego roztworu, charakterystycznego dla jonów chromianowych(VI) i zielonkawego osadu wodorotlenku niklu. Żółty

roztwór dodany do rozpuszczonego w kwasie octowym chlorku ołowiu (otrzymanego z probówki **5** z HCl) powoduje wytrącenie żółtego osadu chromianu(VI) ołowiu. Natomiast wprowadzenie nadmiaru roztworu NaOH do probówek **5** i **6** oraz dodanie wody utlenionej powoduje wytrącenie szarocznego osadu w probówce **5** (mieszanina brunatnego PbO_2 i białego $Bi(OH)_3$) oraz czarnego osadu MnO_2 w probówce **6**. Ostrożne zakwaszenie roztworu z probówki **6** po oddzieleniu MnO_2 powoduje wytrącenie osadu rozpuszczalnego w roztworze amoniaku co jest charakterystyczne dla jonów cynku.

g) reakcje z wykorzystaniem roztworu KI

Brak reakcji dla probówek **2**, **4** i **6**.

Dodanie roztworu KI do probówki **1** powoduje żółknięcie roztworu od wydzielonego jodu (utlenianie jonów jodkowych przez Fe(III)). Żółta barwa znika po dodaniu kwasu askorbinowego. W przypadku probówki **3** obserwuje się brunatny roztwór i biały osad – typowa reakcja dla jonów miedzi z jonami jodkowymi. Dodanie 2-3 kropli roztworu KI do probówki **5**, powoduje wytrącenie czarnego osadu BiI_3 . Ciecz z nad zdekantowanego osadu reaguje z dodawanym roztworem jodku potasu wytrącając żółty, krystaliczny osad PbI_2 .

h) reakcje z roztworem tiocyjanianu potasu

Brak reakcji z roztworami w probówkach **2**, **4**, **5** i **6**.

Po dodaniu roztworu KSCN z probówki **F** do roztworu z probówki **1** powstaje krwistoczerwone zabarwienie od tiocyjanianowego kompleksu żelaza(III). Zabarwienie to znika po dodaniu kwasu askorbinowego. Z kolei dodanie acetonu powoduje powstawanie niebieskiej barwy od tiocyjanianowego kompleksu kobaltu(II). Wprowadzenie tiocyjanianu potasu do roztworu próbki **3** powoduje powstanie żółto-brunatnego roztworu. Po dodaniu kwasu askorbinowego, powstaje białoszary osad $CuSCN$.

i) reakcja z molibdenianem sodu

Dodanie roztworu z probówki **E** do roztworu z probówki **1** powoduje żółknięcie roztworu. Z kolei po wprowadzeniu szczypty kwasu askorbinowego roztwór niebieszczeje, po czym przechodzi w granatowy. Wskazuje to na obecność jonów fosforanowych(V) w probówce **1** i molibdenianu sodu w probówce **E**.

Ad <i>a.</i> Charakterystyka roztworów w probówkach 1-6, prawdopodobne występowanie kationów.	Punktacja		
	Rec 1	Rec 2	Sprec
	3m		

r1 - mocno kwasowy, bladoróżowy – prawdopodobnie Co^{2+} , Mn^{2+} , inne bezbarwne jony;
r2 - lekko kwasowy, szarofioletowy – Cr^{3+} , pozostałe jony;
r3 - mocno kwasowy, niebieskozielony – prawdopodobnie Ni^{2+} , Cu^{2+} , inne bezbarwne jony;
r4 - obojętny, bezbarwny – wszystkie bezbarwne jony poza Bi^{3+} ;
r5 - mocno kwasowy, bezbarwny – prawdopodobnie Bi^{3+} , inne bezbarwne jony;
r6 - obojętny, bezbarwny – wszystkie bezbarwne jony poza Bi^{3+} ;

Ad <i>b.</i> Identyfikacja roztworów w probówkach A – F					
Probówka	wykryto	Uzasadnienie	Punktacja		
			Rec 1	Rec 2	Sprec
A	Jodek potasu	Wygląd roztworu klarowny, bezbarwny Odczyn roztw obojętny Obs. + HCl + pr B → żółto-brun. zab. + kw.ask → odbarwienie; + pr 3 → żółto-brun. zab. i ↓biały	1,5m		
B	Woda utleniona	Wygląd roztworu bezb, pęcherzyki gazu Odczyn roztw obojętny Obs. + pr 2 + NaOH_{nadm} → żółto-zielone zabarwienie; + pr E → żółte zabarwienie	1,5m		
C	Dimetylo-glioksym	Wygląd roztworu żółty, alkoholowy Odczyn roztw obojętny Obs. + pr 2 + NH₃ → ↓ czerwony, kłaczkowaty;+ pr 3 → brunatne zabarwienie	1,5m		
D	Tetrafenylo-boran sodu	Wygląd roztworu żółty, charakt. zapach Odczyn roztw zasadowy Obs. + pr A (lub pr E) → ↓biały; + pr 4 → ↓biały	1,5m		
E	Molibdenian sodu	Wygląd roztworu klarowny, bezbarwny Odczyn roztw obojętny Obs. + pr B → żółte zabarwienie + kw.ask → bz + kw.ask → bladoniebieskie zabarwienie, ciemniejące w czasie	1,5m		
F	Tiocyanian potasu	Wygląd roztworu klarowny, bezbarwny Odczyn roztw obojętny Obs. + pr 1 → czerwone zabarwienie; +pr 3 + kw.ask → ↓biały	1,5m		

Ad c. Identyfikacja roztworów z probówek 1-6					
Nr probówki	Wykryto	Uzasadnienie	Punktacja		
			Rec 1	Rec 2	Spr ec
1	Co ²⁺ Fe ³⁺ SO ₄ ²⁻ H ₃ PO ₄	Wygląd roztworu klarowny, lekko różowy Odczyn kwasowy. Obs 1. + NaOH → ↓beżowy, r HCl; +pr F → czerwone zabarwienie Obs 2. +pr F → czerw. zab. + kw.ask → odb. + aceton → niebieskie zabarwienie Obs 3. + pr 3 → ↓biały Obs 4. + pr E → żółte. zab. + kw.ask → niebieskie, przechodzące w granatowe	4m		
2	Ni ²⁺ Cr ³⁺ Cl ⁻	Wygląd roztworu klarowny, szaroniebieski Odczyn obojętny. Obs 1. + NaOH _{nadm} → ↓szarozielony roztw. ziel + pr B → żółte zab. Obs 2. + NH ₃ → ↓szarozielony roztw. ziel + pr B → żółte zab. Obs 3. + pr 5 → ↓biały, serowaty, rozpuszczalny na gorąco	3m		
3	Cu ²⁺ Sr ²⁺ Cl ⁻ HCl	Wygląd roztworu klarowny, zieloniebieski Odczyn mocno kwasowy Obs 1. + NH ₃ → ↓szaroniebieski, rozpuszczalny w nadmiarze amoniaku Obs 2. + rpsow pr 4 → ↓biały, krystaliczny, nierozpuszczalny po ogrzaniu Obs 3. + pr 5 → ↓biały, serowaty, rozpuszczalny na gorąco	3m		
4	Mg ²⁺ K ⁺ SO ₄ ²⁻	Wygląd roztworu klarowny, bezbarwny Odczyn obojętny Obs 1. +NH ₃ → ↓biały, nrna, rozp w HCl +NH ₃ → b.z. Obs 2. + pr D → ↓biały Obs 3. + pr 3 → ↓biały (lub + rpsow pr 5 zkw.oct → ↓biały)	3m		
5	Pb ²⁺ Bi ³⁺ NO ₃ ⁻ HNO ₃	Wygląd roztworu klarowny, bezbarwny Odczyn kwasowy Obs 1. + NaOH _{nadm} → ↓biały roztw. bezb + kw. oct + pr A → ↓żółty Obs 2. + kilka kropli pr A → ↓czarny roztw. bezb + pr A → ↓żółty Obs 3. Obecność jonów azotanowych wynika z treści zadania	3m		
6	Mn ²⁺ Zn ²⁺ SO ₄ ²⁻	Wygląd roztworu klarowny, bezbarwny Odczyn obojętny Obs 1. + NaOH _{nadm} → ↓beżowy +pr B → ↓czarny roztw. bezb + kkHCl → ↓biały Obs 2. + NH ₃ → ↓beżowy +pr B → ↓czarny roztw. bezb + kkHCl → ↓biały Obs 3. + rpsow pr 5 zkw.oct → ↓biały (lub + pr 3 → ↓biały)	3m		

Stosowane skróty: rpsow pr 4 – roztwór po strąceniu osadu wodorotlenku w pr 4

rpsow pr 5 zkw.oct - roztwór po strąceniu osadu wodorotlenku w pr 5 i zakwaszeniu kwasem octowym

kkHCl – kilka kropli HCl

|| - rozdzielenie osadu i roztworu

Ad <i>d</i> . Uzasadnienie wyglądu próbki zawierającej kwas fosforowy oraz próbki zawierającej jony miedzi(II)	Punkcja		
	Rec 1	Rec 2	Sprec
Bładoróżowa barwa roztworu w próbce 1 jest charakterystyczna dla jonów Co(II). Brak charakterystycznej barwy dla wykrytych jonów Fe(III) (reakcja z tiocyjanianem potasu) spowodowane jest obecnością w próbce 1 jonów fosforanowych, które tworzą z jonami Fe(III) bezbarwny kompleks. Zielony roztwór w próbce 3 , w której wykryto jony Cu(II) spowodowany jest znacznym stężeniem kwasu chlorowodorowego. W tych warunkach jony miedzi(II) tworzą zielony kompleks chlorkowy zamiast niebieskiego akwakompleksu.	3 m		

Ad <i>e</i> . Równania reakcji zachodzących w trakcie prób wykonanych w celu identyfikacji					
Lp	Numery próbek, roztwory	Równanie reakcji	Punkcja		
			Rec 1	Rec 2	Sprec
1	pr 3 + NH ₃	$\text{Cu}^{2+} + \text{Cl}^{-} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})\text{Cl}\downarrow + \text{NH}_4^{+}$	0,5m		
2	pr 3 + NH ₃ nadm	$\text{Cu}(\text{OH})\text{Cl}\downarrow + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{Cl}^{-} + \text{OH}^{-}$	0,5m		
3	pr 3 + pr 4	$\text{Sr}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{SrSO}_4\downarrow$	0,5m		
4	pr 2 + NaOH	$\text{Cr}^{3+} + 3\text{OH}^{-} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow$	0,5m		
5	pr 2 + NaOH ndm + pr B	$2\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 4\text{OH}^{-} + 3\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O}$	0,5m		
6	pr 1 + NaOH	$\text{Fe}(\text{PO}_4)_2^{3-} + 3\text{H}^{+} + 2\text{OH}^{-} \rightarrow \text{FePO}_4\downarrow + \text{HPO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,5m		
7	pr 1 + pr F	$\text{Fe}(\text{PO}_4)_2^{3-} + 4\text{SCN}^{-} \rightarrow \text{Fe}(\text{SCN})_4^{-} + 2\text{PO}_4^{3-}$	0,5m		
8	pr 4 + NaOH	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^{-} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow$	0,5m		
9	pr 5 + NaOH	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{OH}^{-} \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2\downarrow$	0,5m		
10	pr 5 + NaOH nadm + pr B	$\text{Pb}(\text{OH})_4^{2-}\downarrow + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^{-}$	0,5m		
11	pr 6 + NaOH na pow	$2\text{Mn}^{2+} + 4\text{OH}^{-} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MnO}(\text{OH})_2\downarrow$ lub MnO_2	0,5m		
12	pr 6 + NaOH	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^{-} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow$	0,5m		
	pr 6 + NaOH nadm + HCl	$\text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{OH}^{-} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + 2\text{H}^{+} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$			
	pr 5 + pr A	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^{-} \rightarrow \text{PbI}_2\downarrow$			
	pr 5 + pr A	$\text{Bi}^{3+} + 3\text{I}^{-} \rightarrow \text{BiI}_3\downarrow$			
	pr 2 + NH ₃ nadm	$\text{Ni}^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$			