

Wykrywanie wybranych anionów

Podział anionów na grupy analityczne

Aniony w chemii analitycznej dzieli się najczęściej, zgodnie z podziałem Bunsena, na siedem grup. Podział ten wynika z zachowania się anionów w reakcjach z roztworami AgNO_3 i BaCl_2 oraz na roztwarzaniu się wytrąconych osadów w kwasie azotowym(V). W tabeli jest przedstawiony podział anionów na grupy analityczne.

Grupa	Aniony	Odczynnik AgNO_3	Roztwarzanie w HNO_3	Odczynnik BaCl_2	Roztwarzanie w HNO_3
I	Cl^- , Br^- , I^- , CN^- , SCN^-	białe lub żółte osady	nie roztwarzające się	nie dają osadu	–
II	S^{2-} , CH_3COO^- , NO_2^-	czarne lub białe osady	roztwarzające się	nie dają osadu	–
III	SO_3^{2-} , CO_3^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, HPO_3^{2-}	białe osady	roztwarzające się	białe osady	roztwarzające się
IV	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, CrO_4^{2-} , PO_4^{3-} , AsO_4^{2-}	barwne osady	roztwarzające się	białe lub żółte osady	roztwarzające się
V	NO_3^- , ClO_3^- , ClO_4^- , MnO_4^-	nie dają osadu	–	nie dają osadu	–
VI	F^- , SO_4^{2-}	nie dają osadu	–	białe osady	nie roztwarzające się
VII	SiO_3^{2-}	jasnożółty osad	roztwarzający się	biały osad	roztwarzający się

Badania wstępne

Systematyczną analizę anionów poprzedzają zwykle badania wstępne; należą do nich:

- działanie rozcieńczonym i stężonym kwasem siarkowym(VI),
- badanie właściwości utleniająco-redukujących.

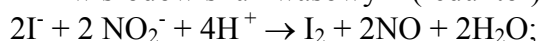
Działanie H_2SO_4 pozwala wykryć (należy zawsze potwierdzić wynik próby innymi reakcjami) następujące jony: CO_3^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, S^{2-} , CN^- , NO_2^- , ClO^- , CH_3COO^- . W tabeli są podane efekty działania kwasem siarkowym(VI) na próbki soli.

Anion	Rozcieńczony H_2SO_4		Stężony H_2SO_4	
	równanie reakcji	efekt działania	równanie reakcji	efekt działania
Cl^-	–	brak	$\text{Cl}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{HCl}\uparrow$ $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$	biały osad (dymy) w obecności NH_3
Br^-	–	brak	$\text{Br}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{HBr}$ $2\text{Br}^- + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{Br}_2 + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	gazowy HBr o charakterystycznym zapachu, w roztworze czerwono-brunatne zabarwienie
S^{2-}	$\text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{S}\uparrow$	gaz o silnym, nieprzyjemnym zapachu rozkładającego się białka	$\text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S}\downarrow + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_4^{2-}$	ostry zapach, mętnienie roztworu
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{SO}_2\uparrow + \text{S}\downarrow + \text{H}_2\text{O}$	ostry zapach, mętnienie roztworu	jak z rozcieńczonym kwasem	jak z rozcieńczonym kwasem
CH_3COO^-	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$	charakterystyczny zapach octu	jak z rozcieńczonym kwasem	jak z rozcieńczonym kwasem
NO_3^-	–	brak	$4\text{NaNO}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} +$	brunatny gaz, żółknięcie roztworu

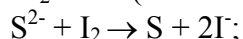
			$4\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$	
CO_3^{2-}	$\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	bezbarwny gaz, powodujący zmętnienie wody wapiennej	jak z rozcieńczonym kwasem	jak z rozcieńczonym kwasem

Badanie właściwości utleniająco-redukujących przeprowadza się z użyciem odczynników powodujących utlenienie bądź redukcję anionu. Do takich odczynników należą:

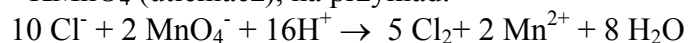
- KI w środowisku kwasowym (reduktor), na przykład:



- I_2 w KI (utleniacz), na przykład:



- KMnO_4 (utleniacz), na przykład:



Wykrywanie wybranych anionów

REAKCJE ANIONU CHLORKOWEGO

Anion chlorkowy występuje w kwasie solnym, chlorkach obojętnych i zasadowych (bizmutu, antymonu, cyny). Większość chlorków obojętnych jest rozpuszczalna w wodzie (poza chlorkami I grupy kationów), chlorki zasadowe są słabo rozpuszczalne w wodzie. Tabela podaje reakcje pozwalające zidentyfikować anion chlorkowy.

Lp.	Odczynnik	Równanie reakcji	Efekt działania	Rozpuszczalność osadu
1	azotan(V) srebra	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}\downarrow$	biały osad,	
2	stężony kwas siarkowy, stężony NH_3	patrz poprzednia tabela	biały osad (dymy)	
3	KMnO_4 lub MnO_2 , H_2SO_4 , papierek jodaskrobiowy	$2\text{Cl}^- + \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	gazowy chlor o charakterystycznym zapachu, barwiący papierek jodaskrobiowy na niebiesko: $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$	

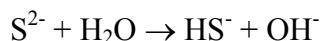
REAKCJE JONU BROMKOWEGO

Anion bromkowy występuje w kwasie bromowodorowym i bromkach. Bromki są przeważnie rozpuszczalne w wodzie, z wyjątkiem soli kationów I grupy analitycznej i Cu(I) . Związki bromu wykazują duże podobieństwo do związków chloru, są tylko od nich silniejszymi reduktorami – łatwiej się utleniają. Reakcje charakterystyczne jonu bromkowego są podane w tabeli.

Lp.	Odczynnik	Równanie reakcji	Efekt działania	Rozpuszczalność osadu
1	azotan(V) srebra	$\text{Ag}^+ + \text{Br}^- \rightarrow \text{AgBr} \downarrow$	żółtawy osad,	jak AgCl
2	stężony kwas siarkowy, stężony NH_3	patrz poprzednia tabela	biały osad (dymy)	
3	KMnO_4 , H_2SO_4 ,	$10 \text{Br}^- + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ \rightarrow 5\text{Br}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$	zanik fioletowej barwy, czerwony roztwór o charakterystycznym zapachu	
4	woda chlorowa $\text{Cl}_{2\text{aq}}$, chloroform	$2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$	żółte do czerwono-brunatnego zabarwienie warstwy chloroformowej	

REAKCJE JONU SIARCZKOWEGO

Jony siarczkowe występują w niewielkiej ilości w roztworze kwasu siarkowodorowego i w siarczках. Siarczki należą do związków trudno rozpuszczalnych, poza solami litowców i berylowców. Te ostatnie są silnie zhydrolizowane w roztworach wodnych wskutek reakcji:

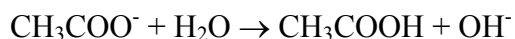


Anion siarczkowy ma silne właściwości redukujące, utlenia się dość łatwo do wolnej siarki. Reakcje charakterystyczne jonu siarczkowego są podane w tabeli.

Lp.	Odczynnik	Równanie reakcji	Efekt działania	Rozpuszczalność osadu
1	azotan(V) srebra	$2\text{Ag}^+ + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} \downarrow$	czarny osad,	w gorącym rozcieńczonym HNO_3 $3\text{Ag}_2\text{S} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ \rightarrow 6\text{Ag} + 3\text{S} \downarrow + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$
2	H^+ (kwas rozcieńczone nieutleniające)	$\text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{S} \uparrow$	gaz o charakterystycznym zapachu	
3	KMnO_4 , H_2SO_4 ,	$5\text{S}^{2-} + \text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ \rightarrow 5\text{S} \downarrow + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$	odbarwienie i zmętnienie roztworu	
4	$\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$ nitroprusydek sodu	$\text{S}^{2-} + [\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]^{2-} \rightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NOS}]^{4-}$	czerwonofioletowe zabarwienie	

REAKCJE JONU OCTANOWEGO

Jon octanowy występuje w niewielkim stężeniu w kwasie octowym i w octanach. Kwas octowy jest słabym kwasem organicznym, o charakterystycznym zapachu, w niewielkim stopniu zdysocjowanym. Jego sole – octany są dobrze rozpuszczalne w wodzie, z wyjątkiem octanu srebra i rtęci(I). W wodzie ulegają hydrolizie zgodnie z równaniem reakcji:

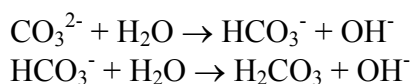


W tabeli są podane reakcje charakterystyczne jonu octanowego.

Lp.	Odczynnik	Równanie reakcji	Efekt działania	Rozpuszczalność osadu
1	azotan(V) srebra	$2\text{Ag}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COOAg}\downarrow$	biały osad ze stężonych roztworów,	w gorącej wodzie
2	H_2SO_4	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$	ogrzany roztwór wydziela charakterystyczny zapach octu	
3	chlorek żelaza (III)	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{CH}_3\text{COO}^- \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_3\text{Fe};$ $(\text{CH}_3\text{COO})_3\text{Fe} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2\text{CH}_3\text{COO} + 2\text{CH}_3\text{COOH}$	czerwonobrunatne zabarwienie, po rozcieńczeniu i zagotowaniu przechodzące w brunatny osad	
4	etanol w obecności H_2SO_4	$\text{S}^{2-} + [\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]^{2-} \rightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NOS}]^{4-}$	przyjemny owocowy zapach po ogrzaniu	

REAKCJE JONU WĘGLANOWEGO

Anion węglanowy występuje w niewielkim stężeniu w rozcieńczonych roztworach kwasu węglowego oraz w rozpuszczalnych w wodzie węglanach. Kwas węglowy jest bardzo nietrwały, rozkłada się z wydzieleniem CO_2 . Węglany są trudno rozpuszczalne w wodzie, poza węglanami litowców i amonu. W roztworach wodnych wykazują odczyn zasadowy wskutek hydrolizy zachodzącej zgodnie z równaniami reakcji:



Węglany dobrze się rozpuszczają w kwasach. W tabeli są podane reakcje charakterystyczne jonu CO_3^{2-} .

Lp.	Odczynnik	Równanie reakcji	Efekt działania	Rozpuszczalność osadu
1	azotan(V) srebra	$2\text{Ag}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{CO}_3\downarrow$	biały osad, ze stężonych roztworów żółty, po ogrzaniu czerniejący $\text{AgCO}_3 \rightarrow \text{Ag}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$	w rozcieńczonym HNO_3 , $\text{NH}_{3\text{aq}}$, CH_3COOH
2	kwasy	$\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	gaz powodujący mętnienie wody wapiennej lub barytowej $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$	
3	chlorek baru	$\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{BaCO}_3\downarrow$	biały osad	w rozcieńczonych kwasach

REAKCJE JONU TIOSIARCZANOWEGO(VI)

Anion tiosiarczanowy występuje jako jon w roztworach soli. Kwas tiosiarczanowy nie jest znany w stanie wolnym, rozkłada się natychmiast na siarkę i ditlenek siarki(IV). Sole

tiosiarczanowe(VI) są trwałe i mają właściwości redukujące. Właściwości te wynikają z obecności w jonie $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ siarki na -II stopniu utlenienia. Jon $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ utlenia się do jonu SO_4^{2-} (pod działaniem silnych utleniaczy) i do jonu $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ (w wyniku działania słabszych utleniaczy). Większość tiosiarczanów jest dobrze rozpuszczalna w wodzie, z wyjątkiem: soli baru, miedzi(II), ołowiu(II), srebra(I). Reakcje charakterystyczne jonu tiosiarczanowego(VI) są podane w tabeli.

Lp.	Odczynnik	Równanie reakcji	Efekt działania	Rozpuszczalność osadu
1	azotan(V) srebra	$2\text{Ag}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3 \downarrow$	biały osad, żółknący i stopniowo czerniejący $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4$	w nadmiarze $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
2	kwasy	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{S} \downarrow$	wydzielanie gazu powodującego mętnienie wody wapiennej lub barytovej $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$	
3	chlorek baru	$\text{Ba}^{2+} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{BaS}_2\text{O}_3 \downarrow$	biały osad	w gorącej wodzie i rozcieńczonych kwasach
4	jony żelaza (III)	$\text{Fe}^{3+} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{Fe}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^- + \text{Fe}^{3+} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$	nietrwale fioletowe zabarwienie	

REAKCJE JONU FOSFORANOWEGO(V)

Anion fosforanowy(V) wchodzi w skład kwasu ortofosforowego(V) oraz ortofosforanów(V). Kwas fosforowy(V) jest kwasem średniej mocy, dysocjującym trójstopniowo. Najwyższą wartość ma stała pierwszego stopnia dysocjacji, dlatego w roztworze tego kwasu przeważają jony H_2PO_4^- . Fosforany(V) są trudno rozpuszczalne w wodzie, z wyjątkiem soli litowców i wodorofosforanów berylowców, które ulegają hydrolizie. Odczyn wodny roztworów soli jest różny i zależy od rodzaju jonu fosforanowego. Jednometaliczne fosforany(V) litowców wykazują odczyn słabo kwasowy, dwumetaliczne – słabo zasadowy, a trójmetaliczne – mocno zasadowy. Reakcje charakterystyczne jonu fosforanowego(V) są podane w tabeli.

Lp.	Odczynnik	Równanie reakcji	Efekt działania	Rozpuszczalność osadu
1	azotan(V) srebra	$3\text{Ag}^+ + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4 \downarrow$	żółty osad	w rozc. HNO_3 , $\text{NH}_{3\text{aq}}$, CH_3COOH
2	chlorek baru	$\text{HPO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightarrow \text{BaHPO}_4 \downarrow$	biały osad	w rozcieńczonych kwasach
3	molibdenian(VI) amonu, HNO_3	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 12(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + 23\text{HNO}_3 \rightarrow 21\text{NH}_4\text{NO}_3 + 2\text{NaNO}_3 + 12\text{H}_2\text{O} + (\text{NH}_4)_3\text{PMo}_3\text{O}_{10} \downarrow$	jasnożółty osad	w nadmiarze PO_4^{3-} , $\text{NH}_{3\text{aq}}$, OH^-
4	mieszanina magnezowa: $\text{MgCl}_2 + \text{NH}_{3\text{aq}}$ + NH_4Cl	$\text{PO}_4^{3-} + \text{Mg}^{2+} + \text{NH}_4^+ \rightarrow \text{MgNH}_4\text{PO}_4 \downarrow$	biały osad	w kwasach

REAKCJE JONU AZOTANOWEGO(V)

Anion azotanowy występuje w mocnym, trwałym kwasie azotowym(V) i w azotanach(V). Jon azotanowy(V) jest utleniaczem. Azotany(V) są dobrze rozpuszczalne w wodzie, z wyjątkiem niektórych hydroksosoli (hydroksosoli bizmutu i antymonu). Reakcje charakterystyczne jonu azotanowego(V) są podane w tabeli.

Lp.	Odczynnik	Równanie reakcji	Efekt działania	Rozpuszczalność osadu
1	stęż. kwas siarkowy(VI)	$4\text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$	brunatny gaz, żółknienie roztworu	
2	siarczan(VI) żelaza(II), stęż. kwas siarkowy	$3\text{Fe}^{2+} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \rightarrow 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe}^{2+} + \text{NO} \leftrightarrow \text{Fe}(\text{NO})^{2+}$	brunatna obrączka	
3	Cu, Zn, Al (stop Dewara), NaOH	$3\text{NO}_3^- + 8\text{Al} + 18\text{H}_2\text{O} + 5\text{OH}^- \rightarrow 3\text{NH}_3\uparrow + 8\text{Al}(\text{OH})_4^-$	gaz o charakterystycznym zapachu, barwiący papierek uniwersalny na niebiesko	
4	magnez metaliczny w środowisku kwasowym	$\text{Mg} + \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{NO}_2^- + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{NO}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	żółknienie, a następnie brązowienie roztworu po dodaniu KI	

REAKCJE JONU MANGANOWEGO(VII)

Anion manganowy(VII) jest jonem kwasu manganowego(VII), który nie występuje w stanie wolnym i soli – manganianów(VII). Sole są dobrze rozpuszczalne w wodzie i barwią roztwór na kolor fioletowy, dlatego są łatwe do identyfikacji. Reakcje jonu manganowego(VII) są podane w tabeli.

Lp.	Odczynnik	Równanie reakcji	Efekt działania	Rozpuszczalność osadu
1	stęż. kwas solny	$2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 10\text{Cl}^- \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{Cl}_2\uparrow$	odbarwienie roztworu, gaz o charakterystycznym zapachu	
2	wodorotlenek potasu	$4\text{MnO}_4^- + 4\text{OH}^- \rightarrow 4\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$ $3\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{MnO}_4^- + \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	zmiana barwy na zieloną, po rozcieńczeniu i zakwaszeniu powraca barwa fioletowa	
3	woda utleniona w środowisku H_2SO_4	$2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2\uparrow$	gaz podtrzymujący palenie, odbarwienie roztworu	
4	reduktory, H^+	$2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{S} + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{S}\downarrow + 8\text{H}_2\text{O}$	odbarwienie roztworu	

REAKCJE JONU SIARCZANOWEGO(VI)

Anion siarczanowy(VI) jest jonem bardzo mocnego, trwałego, kwasu siarkowego(VI) i jego soli – siarczanów(VI). Kwas dysocjuje dwustopniowo, dlatego w jego roztworze znajdują się

jony: SO_4^{2-} i HSO_4^- . Stężony kwas jest silnym utleniaczem, rozcieńczony nie posiada tej właściwości. Większość siarczanów(VI) i wodorosiarczanów(VI) jest dobrze rozpuszczalna w wodzie. Do trudno rozpuszczalnych należą: siarczany(VI) czwartej grupy analitycznej, siarczan(VI) ołowiu(II) i siarczan(VI) rtęci(I). W tabeli są podane reakcje charakterystyczne jonu siarczanowego(VI).

Lp.	Odczynnik	Równanie reakcji	Efekt działania	Rozpuszczalność osadu
1	azotan(V) srebra	$2\text{Ag}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_4\downarrow$	ze stężonych roztworów biały osad	po rozcieńczeniu, w H_2O
2	chlorek baru	$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow$	biały osad	w niewielkim stopniu w stężonych kwasach
3	chlorek baru w mieszaninie z manganianem(VII) potasu i kwasem szczawiowym	jak wyżej, w sieci krystalicznej BaSO_4 wbudowany jest izomorficzny KMnO_4	fioletowy osad, nie odbarwia się pod wpływem reduktorów	jak wyżej
4	jony ołowiu(II)	$\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbSO}_4\downarrow$	biały osad	w octanie amonu, stężonym H_2SO_4 , stężonych zasadach

REAKCJE JONU KRZEMIANOWEGO

Anion krzemianowy jest jonem bardzo słabego kwasu metakrzemowego i jego soli – metakrzemianów. Kwas metakrzemowy występuje w postaci koloidalnej i po zakwaszeniu wydziela się z roztworu w postaci osadu o różnym składzie, zależnym od warunków strącania, jest zapisywany w postaci $n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$. Nie wyodrębniono czystych kwasów krzemowych. Krzemiany są trudno rozpuszczalne, jedynie metakrzemiany litowców rozpuszczają się w wodzie ulegając hydrolizie. Roztwory takie mają charakter silnie zasadowy i są nazywane szkłem wodnym. Reakcje pozwalające zidentyfikować jon krzemianowy są zebrane w tabeli.

Lp.	Odczynnik	Równanie reakcji	Efekt działania	Rozpuszczalność osadu
1	azotan(V) srebra	$2\text{Ag}^+ + \text{SiO}_3^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{SiO}_3\downarrow$	jasnożółty osad	w kwasach i NH_3aq
2	chlorek baru	$\text{Ba}^{2+} + \text{SiO}_3^{2-} \rightarrow \text{BaSiO}_3\downarrow$	biały osad	w HNO_3
3	rozcieńczone kwasy i sole amonowe	$\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow$ $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow + 2\text{OH}^-$	galaretowaty osad, prażony ze stężonym HCl przechodzi w żel	
4	molibdenian amony, HNO_3	$\text{MoO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{MoO}_4$ $3\text{H}_2\text{MoO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{Mo}_3\text{O}_{10} + 2\text{H}_2\text{O}$ $4\text{H}_2\text{Mo}_3\text{O}_{10} + \text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_4[\text{Si}(\text{Mo}_3\text{O}_{10})_4] + 3\text{H}_2\text{O}$	żółte zabarwienie	

Odczynniki organiczne stosowane w analizie anionów

Lp.	Nazwa	Anion	Efekt działania
1	aminy aromatyczne	NO_2^-	czzerwony osad, barwnik diazowy
2	antypiryna	NO_2^-	zielone zabarwienie
3	difenyloamina	NO_3^- , NO_2^- , CrO_4^{2-} , MnO_4^- , ClO_3^-	niebieskie zabarwienie
4	rodizonian baru	SO_4^{2-}	odbarwienie czerwonego osadu