

# Analiza jakościowa

## ANALIZA ANIONÓW

Podział anionów na grupy wg Bunsena

Grupa	Aniony	Reakcje 1mol l <sup>-1</sup> AgNO <sub>3</sub>	Reakcje z 0,25 mol l <sup>-1</sup> BaCl <sub>2</sub>
I	<b>Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, CN<sup>-</sup>, SCN<sup>-</sup>, Fe(CN)<sub>6</sub><sup>4-</sup>, Fe(CN)<sub>6</sub><sup>3-</sup>, ClO<sup>-</sup></b>	Jony Ag <sup>+</sup> wytrącają białe osady nierozpuszczalne w 6mol l <sup>-1</sup> HNO <sub>3</sub>	Nie tworzą osadów
II	<b>S<sup>2-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup></b>	Jony Ag <sup>+</sup> wytrącają białe osady rozpuszczalne w 6mol l <sup>-1</sup> HNO <sub>3</sub>	Nie tworzą osadów
III	<b>CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, BO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>, C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub><sup>2-</sup></b>	Jony Ag <sup>+</sup> wytrącają białe osady rozpuszczalne w 6mol l <sup>-1</sup> HNO <sub>3</sub>	Jony Ba <sup>2+</sup> wytrącają osady rozpuszczalne w 6mol l <sup>-1</sup> HNO <sub>3</sub>

Grupa	Aniony	Reakcje 1 mol l <sup>-1</sup> AgNO <sub>3</sub>	Reakcje z 0,25 mol l <sup>-1</sup> BaCl <sub>2</sub>
IV	S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> , AsO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , AsO <sub>3</sub> <sup>3-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Jony Ag <sup>+</sup> wytracają barwne osady rozpuszczalne w HNO <sub>3</sub>	Jony Ba <sup>2+</sup> wytracają osady rozpuszczalne w HNO <sub>3</sub>
V	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Jony Ag <sup>+</sup> osadu nie wytracają	Jony Ba <sup>2+</sup> osadu nie wytracają
VI	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , F <sup>-</sup> , SiF <sub>6</sub> <sup>2-</sup>	Jony Ag <sup>+</sup> osadu nie wytracają	Jony Ba <sup>2+</sup> wytracają osad trudno rozpuszczalny w HNO <sub>3</sub>
VII	SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Jony Ag <sup>+</sup> wytracają żółty osad rozpuszczalny w HNO <sub>3</sub>	Jony Ba <sup>2+</sup> wytracają biały osad rozpuszczalny w HNO <sub>3</sub>

## ANIONY – podział wg. JACYMIRSKIGO

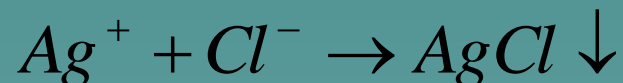
I grupa	$\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{PO}_3^{3-}$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{SiO}_3^{2-}$ , $\text{SiF}_6^{2-}$ , $\text{AsO}_4^{3-}$
II grupa	$\text{AsO}_3^{3-}$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , $\text{CrO}_4^{2-}$ , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$ , $\text{IO}_3^-$
III grupa	$\text{S}^{2-}$ , $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ , $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$
IV grupa	$\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{CN}^-$ , $\text{SCN}^-$ , $\text{ClO}^-$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
V grupa	$\text{BO}_2^-$ , $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{ClO}_3^-$ , $\text{ClO}_4^-$ , $\text{MnO}_4^-$ , $\text{BrO}_3^-$ ,

# Analiza jakościowa I grupy anionów $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{CN}^-$ , $\text{SCN}^-$ , $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ , $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ , $\text{ClO}^-$

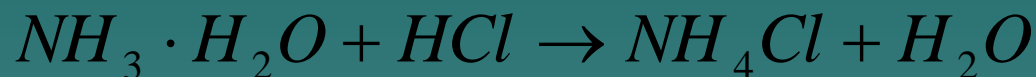
## Jon chlorkowy

Reakcje charakterystyczne jonu  $\text{Cl}^-$ .

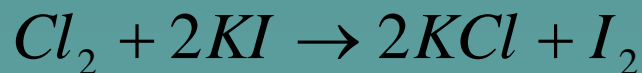
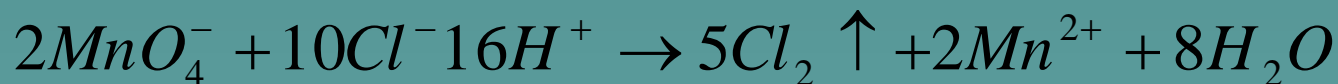
**1. Azotan (V) srebra (I)  $\text{AgNO}_3$**  z roztworów zawierających jony  $\text{Cl}^-$  wytrąca biały, trudno rozpuszczalny w wodzie, serowaty osad  $\text{AgCl}$ :



**2. Stężony kwas siarkowy (VI)  $H_2SO_4$**  nie utlenia jonów  $Cl^-$ , w reakcji na gorąco uwalnia się bardziej lotny  $HCl$ , który z amoniakiem tworzy białe dymy  $NH_4Cl$ :



**3. Utleniacze:  $KMnO_4$ ,  $PbO_2$ ,  $MnO_2$ ,  $KClO_3$ , stężony  $HNO_3$**  w środowisku kwasowym ( $H_2SO_4$ ) utleniają jony  $Cl^-$  do wolnego chloru:



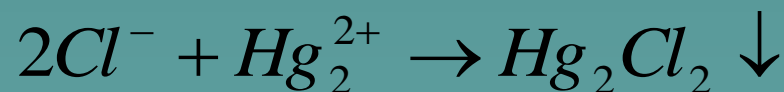
**4. Stały dichromian (VI) potasu,  $K_2Cr_2O_7$  – reakcja chromylowa.**

Ogrzewanie suchych chlorków roztartych ze stałym  $K_2Cr_2O_7$  i zwilżonym stężonym  $H_2SO_4$  powoduje wydzielenie się żółtych dymów dichlorku ditlenku chromu (VI) –  $CrO_2Cl_2$  (z fluorkami powstaje lotny difluorek ditlenek chromu (VI); bromki i jodki utleniają się w tych warunkach do wolnego bromu i jodu):



**5. Azotan (V) rtęci (I)  $Hg_2(NO_3)_2$**

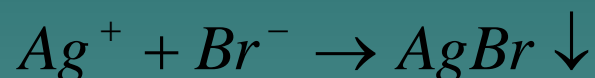
wytrąca z roztworów jonów  $Cl^-$  biały osad  $Hg_2Cl_2$ :



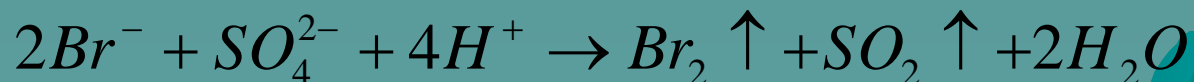
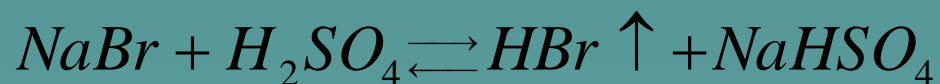
## Jon bromkowy

Reakcje charakterystyczne jonu.

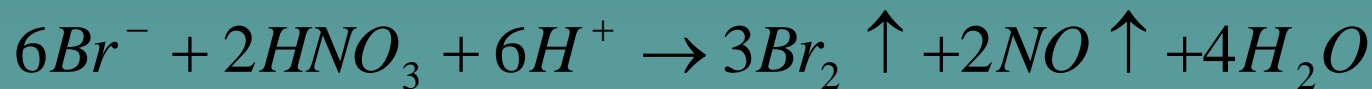
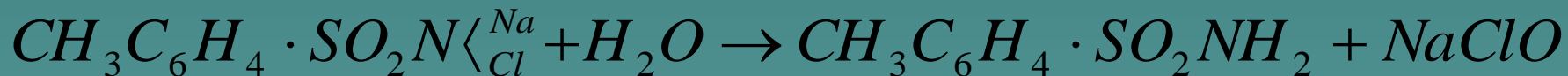
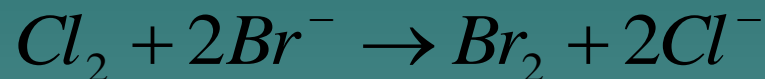
**1. Azotan (V) srebra (I)  $\text{AgNO}_3$**  wytrąca z roztworów bromków żółty, trudno rozpuszczalny w wodzie osad  $\text{AgBr}$ :



**2. Stężony kwas siarkowy (VI)  $\text{H}_2\text{SO}_4$**  w reakcji z bromkami wypiera gazowy  $\text{HBr}$ , który w następnym etapie reakcji zostaje częściowo utleniony do wolnego bromu:



**3. Woda chlorowa** – woda nasycona chlorem (lub roztwór chloraminy T) dodawana do roztworów zawierających jony  $Br^-$  utlenia je do wolnego bromu. Brom można wyekstrahować chloroformem. Chloroform barwi się przy tym na kolor od żółtego do brunatnoczerwonego w zależności od stężenia bromu.





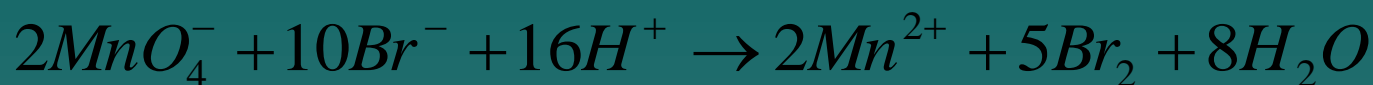
**4. Dichromian (VI) potasu  $K_2Cr_2O_7$**  w środowisku kwasowym (stężony  $H_2SO_4$ ) utlenia jony  $Br^-$  do wolnego bromu:



**5. Bromian (V) potasu  $KBrO_3$**  utlenia jony  $Br^-$  do wolnego bromu:



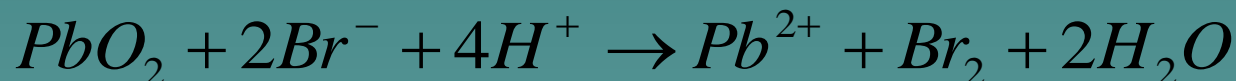
**6. Manganian (VII) potasu  $\text{KMnO}_4$**  w środowisku kwasowym ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) utlenia jony  $\text{Br}^-$  do wolnego  $\text{Br}_2$ :



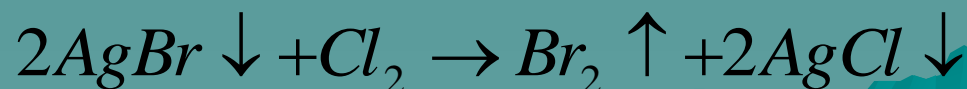
Wykrywanie jonów  $\text{Br}^-$  w trudno rozpuszczalnych bromkach (np.  $\text{AgBr}$ ). Do umieszczonego w próbówce osadu  $\text{AgBr}$  dodaje się rozcieńczonego  $\text{H}_2\text{SO}_4$  i cynku. Podczas reakcji jony  $\text{Ag}^+$  redukują się do metalicznego srebra:



**7. Fluoresceina,  $\text{C}_{20}\text{H}_{12}\text{O}_5$** . Związek ten reaguje z wolnym bromem przechodząc w czerwoną tetrabromofluoresceinę (eozynę).



Wykrywanie jonów  $\text{Cl}^-$  w obecności  $\text{Br}^-$ . W roztworze wodnym węglanu amonu  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  w wyniku hydrolizy znajduje się pewna ilość amoniaku. Ilość ta jest wystarczająca do rozpuszczenia  $\text{AgCl}$ ;  $\text{AgBr}$  przy tak małym stężeniu nie rozpuści się.

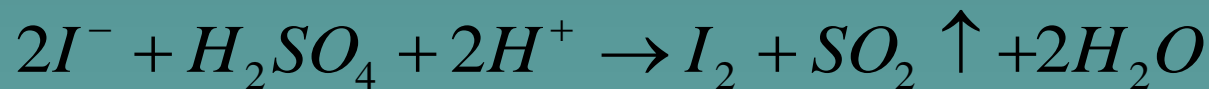


## Jon jodkowy

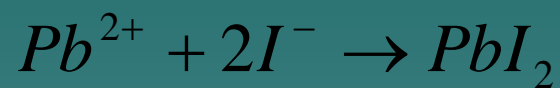
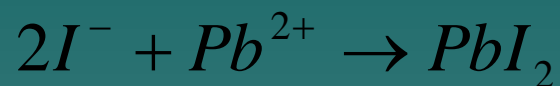
### Reakcje charakterystyczne jonu I<sup>-</sup>

**1. Azotan (V) srebra (I) AgNO<sub>3</sub>** wytrąca z roztworów zawierających jony I<sup>-</sup> żółtokremowy, trudno rozpuszczalny w wodzie osad AgI. Jodek srebra (I) praktycznie nie rozpuszcza się w NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O i w rozcieńczonym HNO<sub>3</sub>. AgI reaguje z cyjankami i tiosiarczanami (VI) tworząc odpowiednie związki kompleksowe.

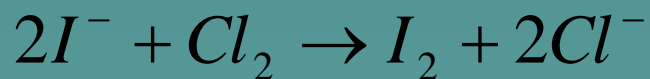
**2. Stężony kwas siarkowy (VI) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** utlenia jony I<sup>-</sup> do wolnego I<sub>2</sub>. W porównaniu z jonami bromkowymi reakcja ta przebiega szybciej:



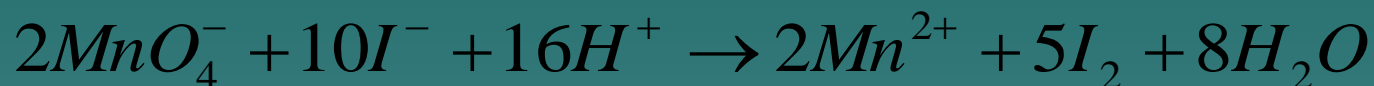
**3. Octan ołowiu (II)  $Pb(CH_3COO)_2$**  wytrąca z roztworów zawierających jony jodkowe żółty osad jodku ołowiu (II):



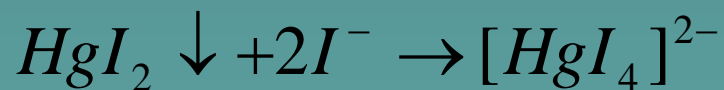
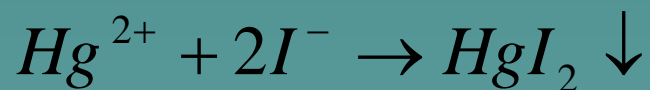
**4. Woda chlorowa lub chloramina T** utlenia jony  $I^-$  do wolnego jodu. Wydzielony jod zabarwia wówczas roztwór na brunatno, natomiast po wyekstrahowaniu jodu do warstwy chloroformowej powstaje zabarwienie fioletowe:



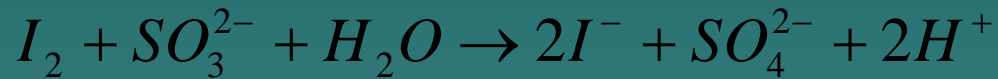
**5. Manganian (VII) potasu  $\text{KMnO}_4$**  w środowisku kwasowym na zimno utlenia jony  $\text{I}^-$  do wolnego jodu:



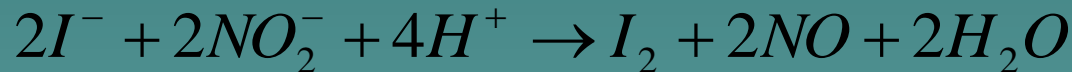
**6. Jony  $\text{Hg}^{2+}$**  wytrącają z roztworów zawierających jony  $\text{I}^-$  czerwony osad jodku rtęci (II)  $\text{HgI}_2$ , który reaguje z nadmiarem jonów  $\text{I}^-$ , tworząc jony kompleksowe tetrajodortęcianu (II)  $[\text{HgI}_4]^{2-}$ :



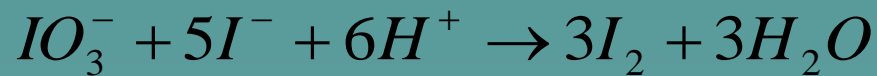
**7. Jony  $\text{Cu}^{2+}$**  wytrącają z roztworów zawierających jony  $\text{I}^-$  biały, trudno rozpuszczalny w wodzie osad  $\text{Cu}_2\text{I}_2$ ; wydzielający się w reakcji jod zabarwia osad  $\text{Cu}_2\text{I}_2$  na kolor jasnobrązowy:



**8. Jony azotanowe (III),  $\text{NO}_2^-$**  utleniają w środowisku kwasowym jony  $\text{I}^-$  do wolnego  $\text{I}_2$ :



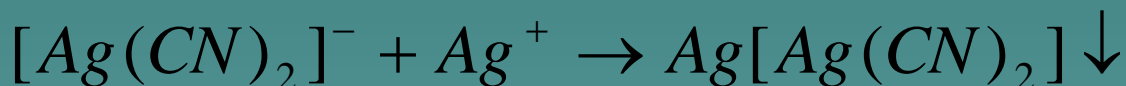
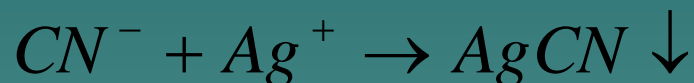
**9. Jodan (V) potasu  $\text{KIO}_3$**  utlenia jony  $\text{I}^-$  w środowisku kwasowym do wolnego jodu:



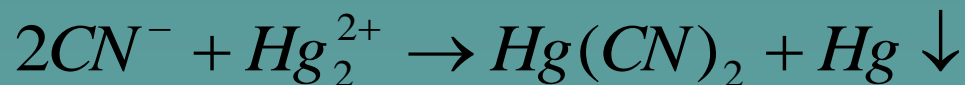
## Jon cyjankowy

### Reakcje charakterystyczne jonu $\text{CN}^-$

**1. Azotan (V) potasu  $\text{AgNO}_3$**  reaguje z jonami  $\text{CN}^-$  tworząc początkowo biały osad cyjanku srebra (I):



**2. Azotan (V) rtęci (I)  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$**  reaguje z roztworem wodnym KCN wytrącając metaliczną rtęć, tworzy się przy tym łatwo rozpuszczalny w wodzie  $\text{Hg}(\text{CN})_2$  (odróżnienie od jonów  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ):



**3. Sproszkowana siarka** podczas ogrzewania ze stałymi cyjankami tworzy tiocyjaniany:



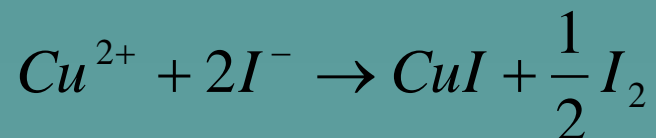
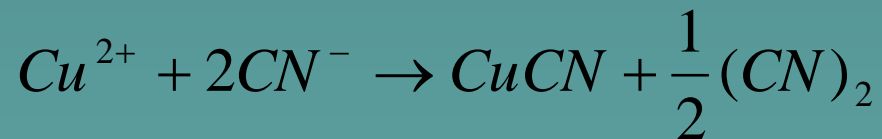
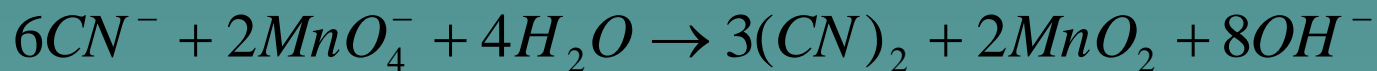
**4. Disiarczek diamonu  $(NH_4)_2S_2$**  tworzy z jonami  $CN^-$  jony  $SCN^-$ :



**5. Tiosiarczan (VI) sodu  $Na_2S_2O_3$**  przeprowadza jony  $CN^-$  w jony  $SCN^-$ :

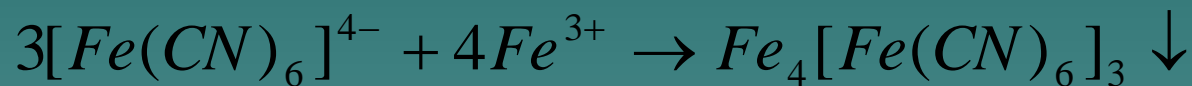
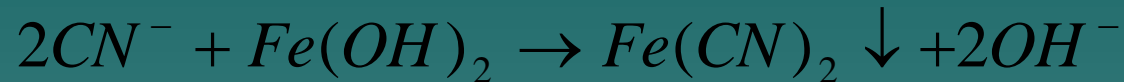


**6. Utleniacze –  $KMnO_4$ ,  $H_2O_2$ ,  $Cl_2$**  utleniają jony  $CN^-$  do dicyjanu:

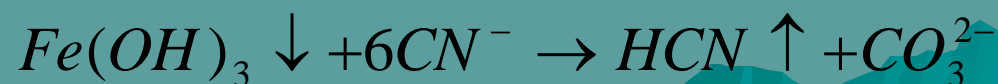
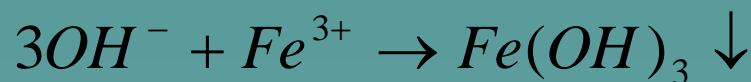




**7. Siarczan (VI) żelaza (II)  $FeSO_4$**  wytrąca z roztworów cyjanków biały, trudno rozpuszczalny w wodzie osad  $Fe(CN)_2$ ; związek ten reaguje z nadmiarem cyjanków tworząc „błękit pruski” – heksacyjanożelazian (II):



**8. Chlorek żelaza (III)  $FeCl_3$**  działając na roztwory cyjanków (z wyjątkiem  $Hg(CN)_2$ , ponieważ sól ta jest bardzo słabym elektrolitem, reaguje tylko z metaliczną Hg, KI oraz  $H_2S$ ) wytrąca czerwono-brunatny osad wodorotlenku żelaza (III), który reaguje z nadmiarem cyjanków:



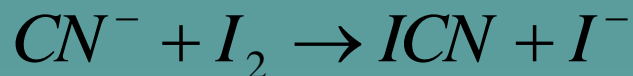
**9. Jony  $\text{Cu}^{2+}$**  reagują z jonami  $\text{CN}^-$  tworząc nietrwały żółty osad  $\text{Cu}(\text{CN})_2$ . Związek ten rozkłada się na biały, trudno rozpuszczalny cyjanek miedzi (I) i gazowy dicyjan. Osad  $\text{CuCN}$  rozpuszcza się w nadmiarze cyjanków przechodząc w kompleks cyjankowy:



**10. Siarczek miedzi (II)  $\text{CuS}$**  rozpuszcza się w  $\text{KCN}$  według reakcji:



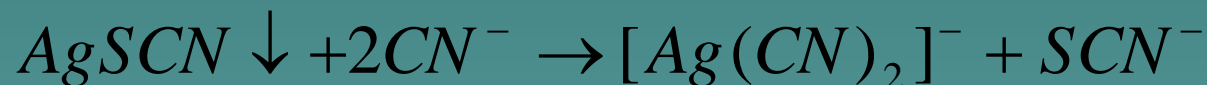
Roztwór jodu ze skrobią odbarwia się pod wpływem cyjanków. Powstaje wtedy cyjanek jodu:



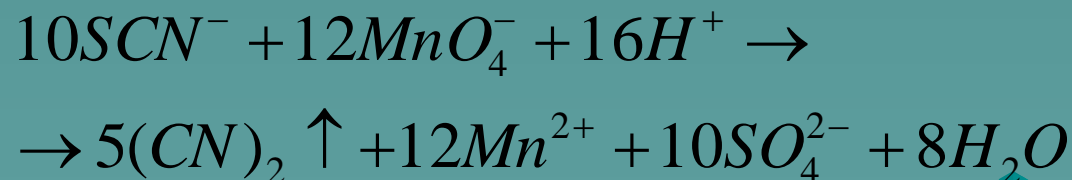
## Jon tiocyjanianowy (rodankowy)

### Reakcje charakterystyczne jonu $SCN^-$

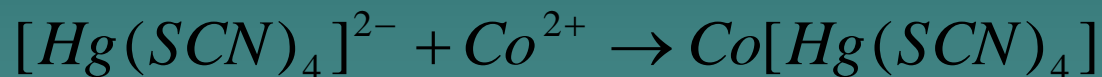
**1. Azotan (V) srebra (I)  $AgNO_3$**  wytrąca z roztworów tiocyjanianów biały osad tiocyjanianu srebra:



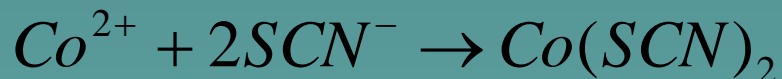
**2. Manganian (VII) potasu  $KMnO_4$**  utlenia jony  $SCN^-$  w środowisku kwasowym zgodnie z równaniem:



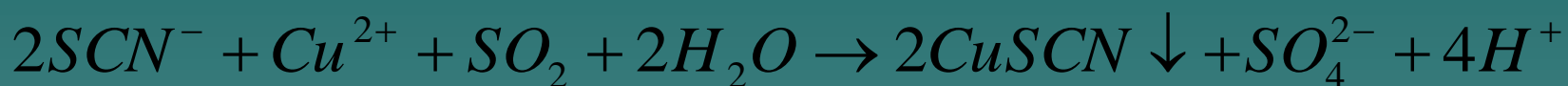
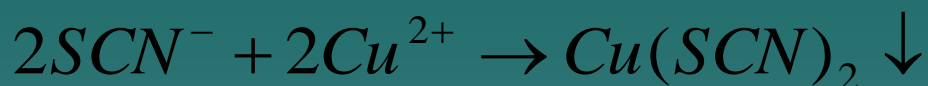
**3. Azotan (V) rtęci (II)  $Hg(NO_3)_2$**  podczas stopniowego dodawania do KSCN wytrąca biały osad  $Hg(SCN)_2$ . Osad ten reaguje z nadmiarem KSCN z utworzeniem bardzo trwałego kompleksu  $[Hg(SCN)_4]^{2-}$ :



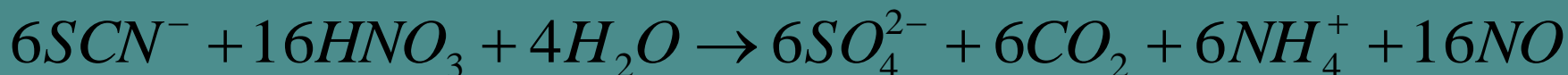
**4. Jony kobaltu  $Co^{2+}$**  dodane do roztworu o dużym stężeniu jonów  $SCN^-$  tworzą jony tetratiocyjanianokobaltu (II), które barwią mieszaninę acetonu i eteru dietylowego na kolor niebieski:



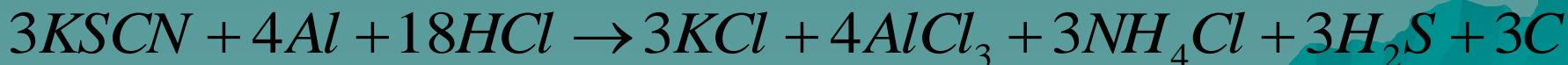
**5. Siarczan (VI) miedzi (II)  $\text{CuSO}_4$**  dodany do roztworów tiocyjanianów tworzy początkowo szmaragdowe zabarwienie, a następnie wytrąca się czarny osad tiocyjanianu miedzi (II):



**6. Kwas azotowy (V)  $\text{HNO}_3$**  rozkłada tiocyjaniany według reakcji:



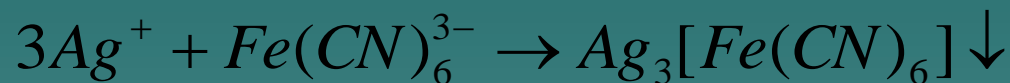
**7. Silne reduktory  $\text{Zn}$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{Mg}$**  w kwasowym środowisku redukują jony  $\text{SCN}^-$ :



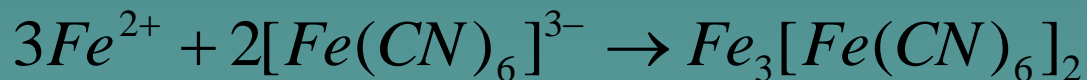
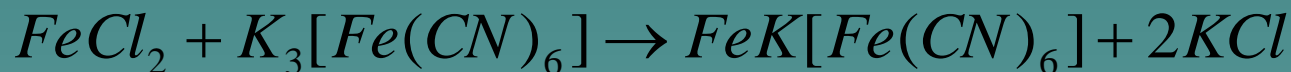
## Jon heksacyjanożelazianowy (III)

Reakcje charakterystyczne jonu  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$

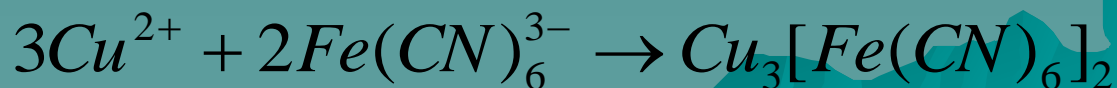
**1. Azotan (V) srebra (I)  $\text{AgNO}_3$**  wytrąca z roztworów zawierających jony  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  pomarańczowoczerwony osad heksacyjanożelazianu (III) srebra (I) –  $\text{Ag}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Osad ten jest nierozpuszczalny w rozcieńczonym  $\text{HNO}_3$ ; rozpuszcza się w  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  i  $\text{KCN}$ .



**2. Siarczan (VI) żelaza (II)  $\text{FeSO}_4$  lub chlorek żelaza (II)  $\text{FeCl}_2$**  reagują z jonami  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  tworząc niebieski osad  $\text{FeK}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  lub „błękit Turnbulla”  $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$



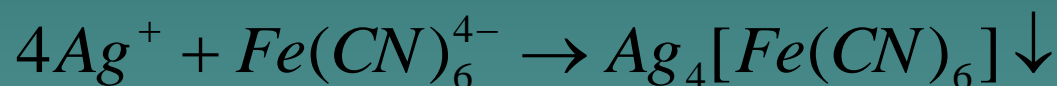
**3. Siarczan (VI) miedzi (II)  $\text{CuSO}_4$**  wytrąca z roztworów zawierających jony  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  zielony osad  $\text{Cu}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ , trudno rozpuszczalny w rozcieńczonych kwasach:



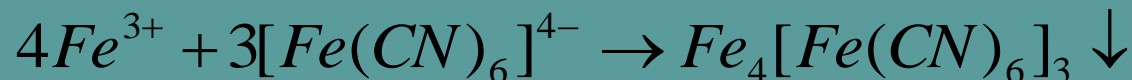
## Jon heksacyjanożelazianowy (II)

### Reakcje charakterystyczne jonu $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$

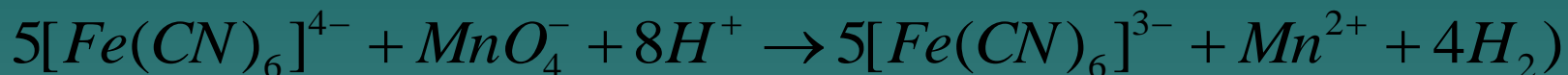
**1. Azotan (V) srebra (I)  $\text{AgNO}_3$**  wytrąca z roztworów zawierających jony  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  biały osad heksacyjanożelazianu (II) srebra (I) –  $\text{Ag}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , praktycznie nierozpuszczalny w rozcieńczonym  $\text{HNO}_3$  i  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , a rozpuszczalny w  $\text{KCN}$  i  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ :



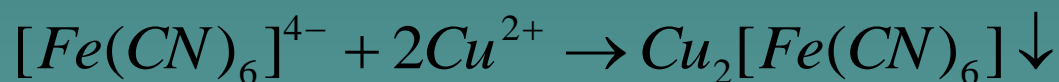
**2. Chlorek żelaza (III)  $\text{FeCl}_3$**  wytrąca z roztworów zawierających jony  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  niebieski osad heksacyjanożelazianu (II) żelaza (III)  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  („błękit pruski”), rozkładający się pod wpływem zasad:



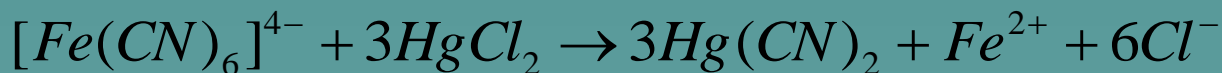
**3. Manganian (VII) potasu  $\text{KMnO}_4$**  w środowisku kwasowym, na zimno utlenia jony heksacyjanożelazianowe (II) do jonów heksacyjanożelazianowych (III):



**4. Jony miedzi (II)  $\text{Cu}^{2+}$**  tworzą z jonami  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  czerwono-brunatny osad  $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , trudno rozpuszczalny w rozcieńczonym  $\text{CH}_3\text{COOH}$ :



**5. Chlorek rtęci (II)  $\text{HgCl}_2$**



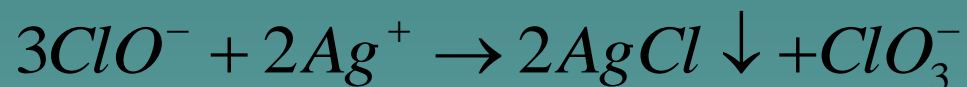


## Jon chloranowy (I)

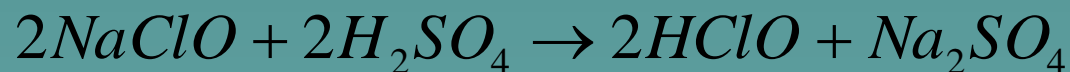


Reakcje charakterystyczne jonu  $\text{ClO}^-$ :

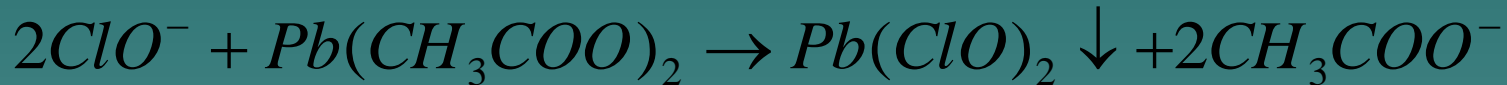
**1. Azotan (V) srebra (I)  $\text{AgNO}_3$**  reaguje z jonami  $\text{ClO}^-$  tworząc biały osad chlorku srebra (I):



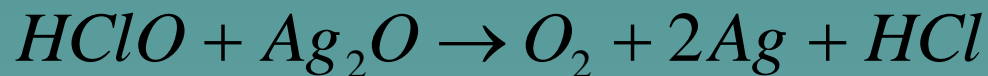
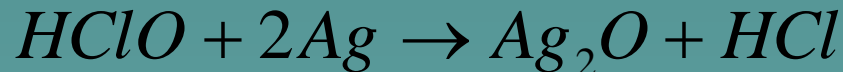
**2. Rozcieńczony kwas siarkowy (VI)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  i solny  $\text{HCl}$**  reagują z chloranami (I) wydzielając  $\text{HClO}$ :



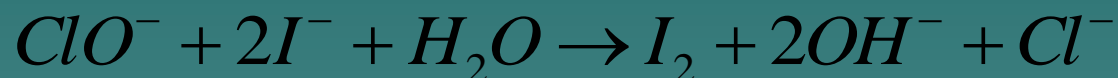
**3. Octan ołowiu (II)  $Pb(CH_3COO)_2$**  wytrąca z roztworów zawierających jony  $ClO^-$  - biały osad  $Pb(ClO)_2$ . Osad ten po pewnym czasie staje się pomarańczowo-czerowny w wyniku tworzenia  $PbO_2$ . Jony  $ClO_4^-$  nie dają analogicznej reakcji:



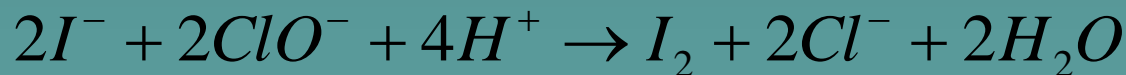
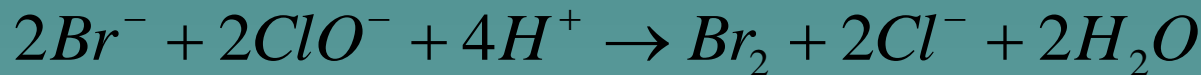
**4. Srebro metaliczne  $Ag$**  w postaci pyłu reaguje z jonami  $ClO^-$  z wydzieleniem tlenu:



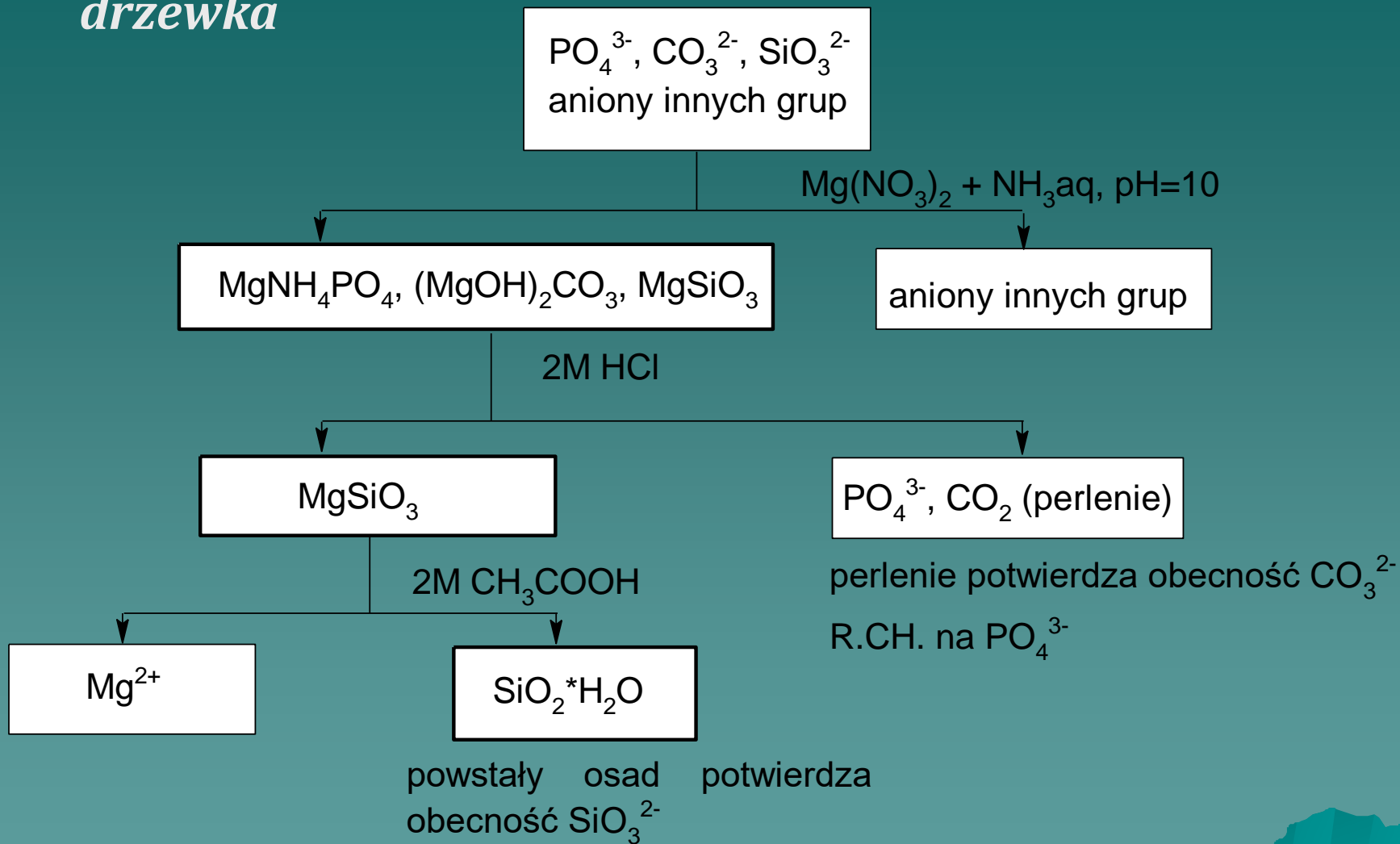
**5. Jodek potasu KI** osadzony na bibule w obecności skrobi (papierek jodoskrobiowy) pod wpływem NaClO zabarwia się na niebiesko pod wpływem wydzielonego jodu:



**6. Roztwór jonów Br<sup>-</sup> lub I<sup>-</sup>** pod wpływem chloranów (I) utleniają się do wolnego bromu lub jodu:



# Systematyczny rozdział anionów I grupy za pomocą drzewka

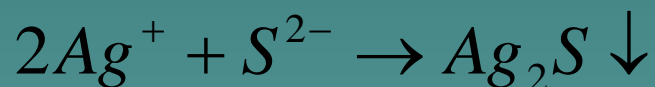


# Analiza jakościowa II grupy anionów $S^{2-}$ , $CH_3COO^-$ , $NO_2^-$

## Jon siarczkowy

### Reakcje charakterystyczne jonu $S^{2-}$

**1. Jony  $Ag^+$**  wytrącają czarny siarczek  $Ag_2S$ , rozpuszczalny po ogrzaniu w kwasie azotowym (V) z wydzieleniem koloidalnej siarki:



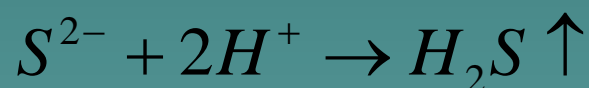
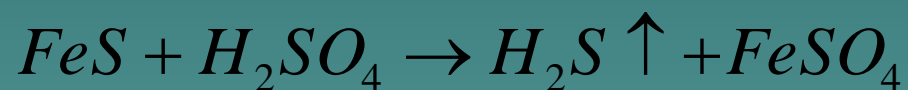
**2. Manganian (VII) potasu  $KMnO_4$**  w środowisku kwaśnym odbarwia się, utleniając jony  $S^{2-}$  do wolnej siarki:



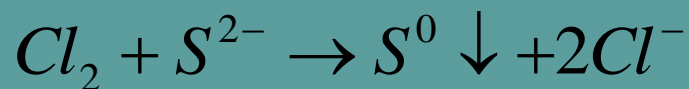
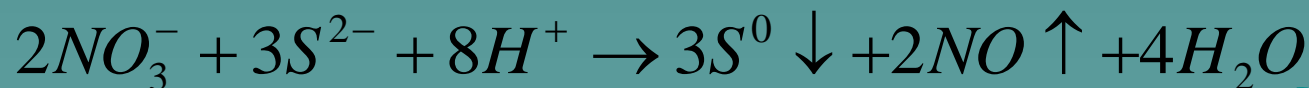
**3. Stężony  $H_2SO_4$**  rozkłada siarczki na gorąco z wydzielaniem wolnej siarki:



**4. Kwasy nieutleniające ( $HCl$ , rozcieńczony  $H_2SO_4$ )** rozkładają siarczki rozpuszczalne w wodzie i część nierozpuszczalnych z wydzielaniem siarkowodoru:



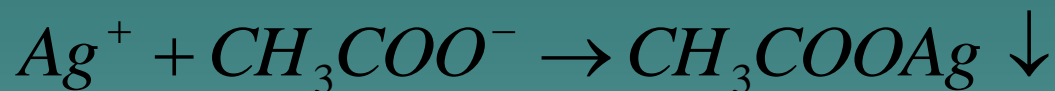
**5. Substancje utleniające ( $Cl_2$ ,  $HNO_3$ ,  $K_2CrO_4$ )** utleniają siarczki do wolnej siarki:



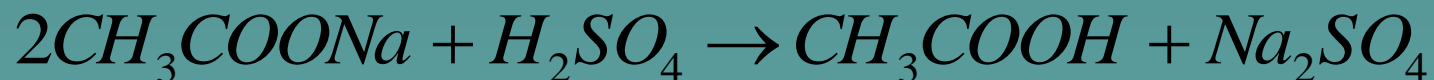
## Jon octanowy

### Reakcje charakterystyczne jonu $\text{CH}_3\text{COO}^-$

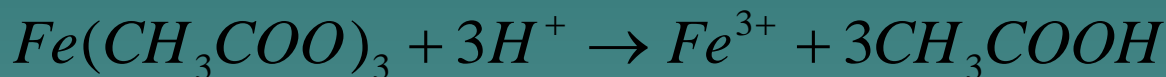
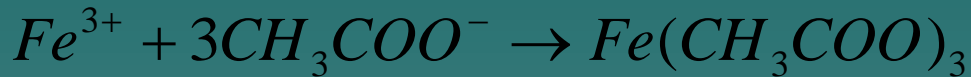
**1. Jony  $\text{Ag}^+$**  wytrącają ze stężonych roztworów biały osad octanu srebra (I) rozpuszczalny w gorącej wodzie:



**2. Rozcieńczony  $\text{H}_2\text{SO}_4$**  wydziela z roztworu octanów wolny kwas octowy o charakterystycznym zapachu:



**3. Jony  $Fe^{3+}$**  dają z jonami octanowymi roztwór o zabarwieniu ciemnoczerwonym pochodzącym od octanu żelaza (III), przechodzący po zagotowaniu w kłaczkowaty osad hydroksooctanu żelaza (III). Reakcja wymaga środowiska obojętnego, ponieważ kwasy rozkładają octan żelaza (III) do wolnego kwasu octowego.



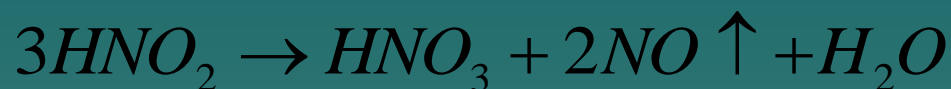
**4. Etanol.** Bezwodne octany ogrzewane z etanolem w obecności stężonego kwasu siarkowego (VI) ulegają reakcji estryfikacji, w wyniku czego powstaje octan etylu o charakterystycznym przyjemnym zapachu, przypominającym zapach jabłek:

**5. Arszenik  $As_2O_3$ ,** bezwodne octany prażone z tritlenkiem diarsenu tworzą tlenek kakodylu o przykrej woni, przypominającej zapach czosnku:



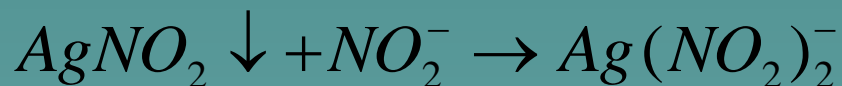
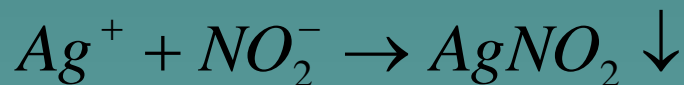


## Jon azotanowy (III)

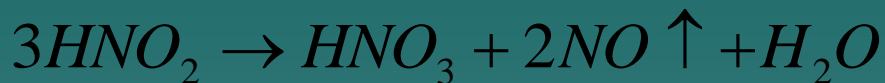


### Reakcje charakterystyczne jonu $\text{NO}_2^-$

**1. Jony  $\text{Ag}^+$**  wytrącają z roztworu zawierającego jony  $\text{NO}_2^-$  biały osad azotanu (III) srebra (I), rozpuszczalny w nadmiarze jonów  $\text{NO}_2^-$  z utworzeniem jonu kompleksowego:



**2. Rozcieńczony  $H_2SO_4$**  rozkłada azotany (III) na zimno z wydzieleniem brunatnego gazu.



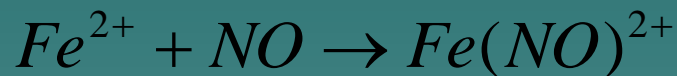
**3. Manganian (VII) potasu  $KMnO_4$**  utlenia azotany (III) w środowisku kwaśnym do azotanów (V):



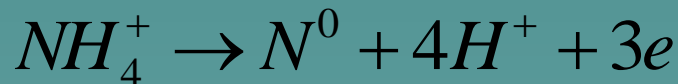
**4. Jony jodkowe  $I^-$**  utleniają się wobec azotanów (III) do wolnego jodu:



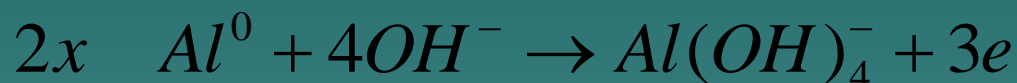
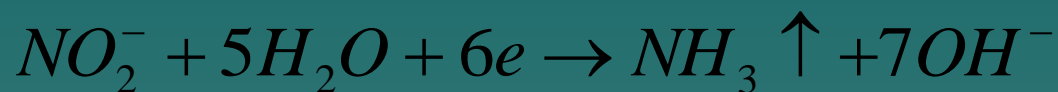
**5. Siarczan (VI) żelaza (II)  $FeSO_4$**  ulega częściowo utlenieniu do  $Fe_2(SO_4)_3$ , kosztem redukcji azotanów (III) do NO. Nadmiar jonów  $Fe^{2+}$  tworzy z NO brunatne zabarwienie w wyniku powstania jonów  $Fe(NO)^{2+}$ . Reakcja zachodzi w środowisku kwasowym:



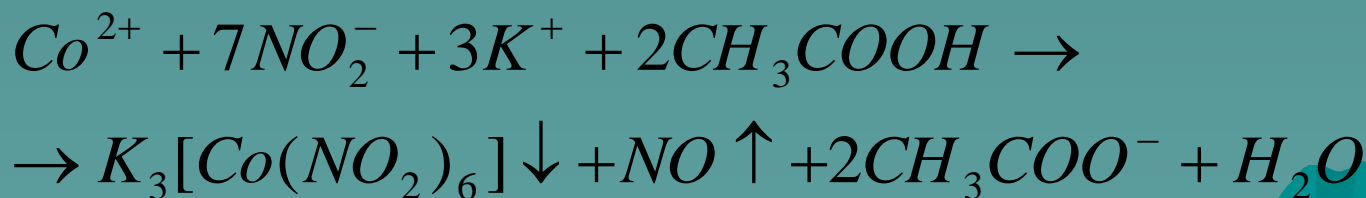
**6. Stałe sole amonu  $NH_4^+$**  gotowane z azotanami (III) redukują je do wolnego azotu. Reakcja ta pozwala usunąć jony  $NO_2^-$  z analizy:



**7. Metale Al lub Zn** (w postaci pyłu) w środowisku zasadowym redukują jony  $\text{NO}_2^-$  do amoniaku, który poznaje się po zapachu lub zmianie na niebiesko papierka lakmusowego.



**8. Jony  $\text{Co}^{2+}$**  w środowisku kwasu octowego tworzą krystaliczny żółty osad soli kompleksowej, w której kobalt jest trójwartościowy – heksazotano(III)kobaltanu(III) potasu  $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ ; jony  $\text{NO}_2^-$  częściowo redukują się do NO:



$\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  
aniony innych grup

$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$   
+ bufor amonowy pH=8

aniony innych grup

$\text{BaSO}_3$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{BaC}_2\text{O}_4$ ,  $\text{BaCrO}_4$

2M  $\text{CH}_3\text{COOH}$

$\text{SO}_2$  (perlenie potwierdza  
obecność  $\text{SO}_3^{2-}$ )

$\text{BaSO}_4$ ,  $\text{BaC}_2\text{O}_4$ ,  $\text{BaCrO}_4$

2M HCl

$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

$\text{BaSO}_4$

biały, nierozpuszczalny osad-  
potwierdza obecność  $\text{SO}_4^{2-}$

zawartość próbki podzielić na  
dwie części i osobno sprawdzić na  
obecność  $\text{CrO}_4^{2-}$  i  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$