

# ĆWICZENIE 1

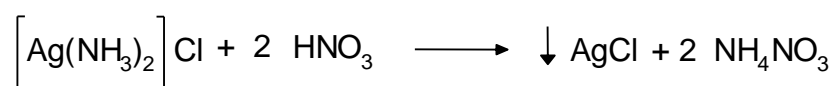
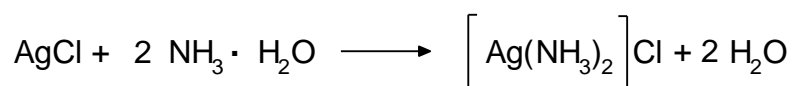
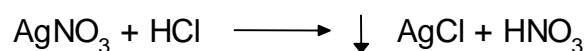
## Analiza jakościowa kationów i anionów

### I. Kationy

#### 1. Jon srebra ( $Ag^+$ )

Srebro w swoich związkach jest zasadniczo jednowartościowe. Większość soli srebra trudno rozpuszcza się w wodzie. Do związków dobrze rozpuszczalnych w wodzie należy azotan(V) srebra (znany w medycynie pod nazwą lapis).

Kwas solny wytrąca z roztworów soli srebra biały osad chlorku srebra, który rozpuszcza się w amoniaku z wytworzeniem związku kompleksowego - chlorku diaminasrebra. Z roztworu tego związku kwas azotowy(V) ponownie strąca biały osad chlorku srebra.



#### Wykrywanie jonu $Ag^+$

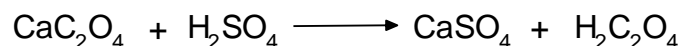
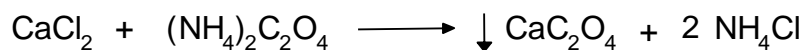
Do około 1 ml (kilkanaście kropli) badanego roztworu dodać kilka kropli 2M HCl, wytrąca się biały, serowaty osad AgCl. Do niewielkiej ilości tego osadu dodać nadmiar 2M  $NH_3(aq)$ . Osad rozpuszcza się i ponownie wytrąca po dodaniu kilkunastu kropli 2M  $HNO_3$ .

Sole srebrze chlorowców pod wpływem światła ulegają rozkładowi (reakcja fotochemiczna) – z wydzieleniem się wolnego srebra (osad ciemniejszy).

#### 2. Jon wapnia ( $Ca^{2+}$ )

Do najbardziej znanych i rozpowszechnionych w przyrodzie związków wapnia należą węglan i siarczan(VI) wapnia. Uwodniony siarczan(VI) wapnia ( $CaSO_4 \times 2H_2O$ ) znany jest pod nazwą „gips”. Gips palony (półhydrat -  $2CaSO_4 \times H_2O$ ) używany jest w chirurgii. Jony wapnia i jego związki odgrywają szczególnie ważną rolę w procesach metabolicznych zachodzących w kościach. Mają również wpływ na aktywność niektórych enzymów, biorą udział w procesach skurczu włókien mięśniowych, krzepnięciu krwi, itp.

a) Szczawian amonu wytrąca z roztworów zawierających jony wapnia osad szczawianu wapnia, rozpuszczalny w kwasach mineralnych. Reakcja ta jest wykorzystywana do ilościowego oznaczania jonów wapnia metodą manganometryczną.



b) Lotne sole wapnia zabarwiają płomień na kolor ceglasto-czerwony.

### Wykrywanie jonu $\text{Ca}^{2+}$

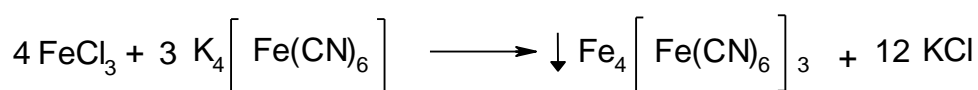
a) Do około 1 ml (kilkanaście kropli) roztworu soli wapnia dodać kilka kropli roztworu szczawianu amonu. Wytraca się biały osad, który rozpuszcza się w 1M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

b) Zabarwienie płomienia. Drucik platynowy wyprażyć w płomieniu palnika tak długo, aż płomień palnika będzie bezbarwny. Następnie zanurzyć drucik w roztworze soli wapnia i wprowadzić do płomienia. Obserwuje się krótkotrwałe ceglasto-czerwone zabarwienie płomienia.

### 3. Jony żelaza(II) i (III)

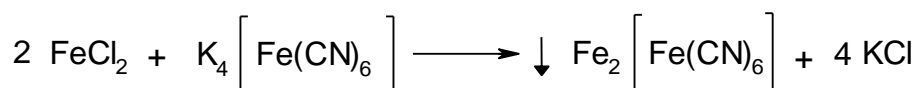
W przyrodzie najbardziej rozpowszechnione są sole żelaza(II) i żelaza(III). W roztworach wodnych trwałe są związki żelaza(III). Związki żelaza(II) na powietrzu utleniają się powoli do związków żelaza(III). Jony żelaza są niezbędne dla życia jako składniki hemoglobiny, hemin komórkowych i cytochromów. Jony  $\text{Fe}^{2+}$  i  $\text{Fe}^{3+}$  stosunkowo łatwo tworzą związki kompleksowe.

a) Sześciocyjanożelazian(II) potasu tworzy z jonami żelaza(III) osad sześciocyjanożelazianu(II) żelaza(III) o ciemnoniebieskiej barwie, zwany  **błękitem pruskim**,



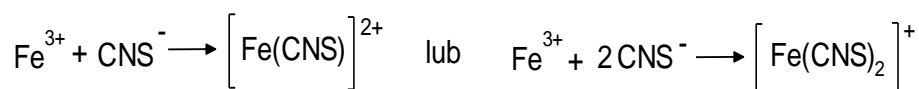
sześciocyjanożelazian(II) żelaza(III)

natomiast z jonami żelaza(II) tworzy biały osad sześciocyjanożelazianu(II) żelaza(II), który na powietrzu bardzo szybko utlenia się do błękitu pruskiego i zabarwia się na kolor niebieski.

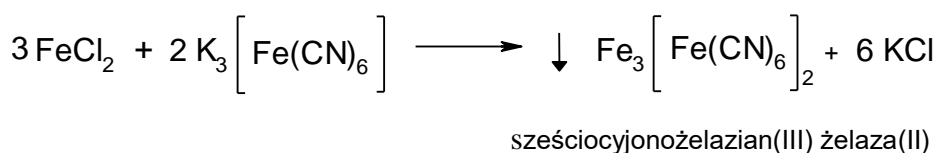


sześciocyjanożelazian(II) żelaza(II)

b) Tiocyjanian potasu (rodanek potasu) z jonami żelaza(III) tworzy związek kompleksowy, który zabarwia roztwór na kolor krwistoczerwony.



c) Sześciocyjanożelazian(III) potasu tworzy z jonami żelaza(II) niebieski osad sześciocyjanożelazianu(III) żelaza(II), nazywany zwyczajowo  **błękitem Turnbulla**.



### Wykrywanie jonów żelaza

a) Do około 1 ml (kilkanaście kropli) roztworu zawierającego jony  $\text{Fe}^{3+}$  lub  $\text{Fe}^{2+}$  dodać kilka kropli roztworu sześciocyjanożelazianu(II) potasu. W probówce zawierającej jony  $\text{Fe}^{3+}$  wytrąca się ciemnoniebieski osad błękitu pruskiego, a w probówce z jonami  $\text{Fe}^{2+}$  osad jest jasnoniebieski i stopniowo ciemnieje na skutek utleniania się jonów  $\text{Fe}^{2+}$  do  $\text{Fe}^{3+}$ .

b) Do około 1 ml roztworu zawierającego jony  $\text{Fe}^{3+}$  dodać kilka kropli roztworu tiocyjanianu amonu. Roztwór zabarwia się na kolor krwistoczerwony.

c) Do 1 ml roztworu zawierającego jony  $\text{Fe}^{2+}$  dodać kilka kropli sześciocyjanożelazianu(III) potasu. Powstaje ciemnoniebieski osad  **błękitu Turnbulla**.

## 4. Jon sodu ( $\text{Na}^+$ )

Jon sodu należy do pierwiastków biologicznie ważnych, występuje przede wszystkim w płynach pozakomórkowych.

Prawie wszystkie sole sodu dobrze rozpuszczają się w wodzie i wprowadzone na druciku platynowym do płomienia palnika gazowego barwią go na kolor żółty. Próba ta jest bardzo czuła i jest wykorzystywana do ilościowego oznaczania jonów sodu metodą spektrofotometrii płomieniowej.

### Wykrywanie jonu $\text{Na}^+$

Drucik platynowy wyprażać w płomieniu palnika gazowego tak długo, aż płomień będzie bezbarwny. Zanurzyć drucik w roztworze soli sodu, ponownie wprowadzić do płomienia i obserwować żółte zabarwienie płomienia.

## 5. Jon potasu ( $\text{K}^+$ )

Jon potasu występuje w organizmach żywych przede wszystkim wewnątrz komórek w odróżnieniu od jonu  $\text{Na}^+$ , który występuje głównie w płynach ustrojowych. Takie rozmieszczenie obu tych jonów pozwala na zachowanie równowagi osmotycznej. Większość soli potasowych dobrze rozpuszcza się w wodzie.

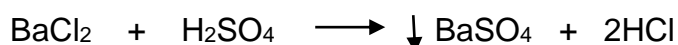
### Wykrywanie jonu $\text{K}^+$

Drucik platynowy wyprażać w płomieniu palnika gazowego tak długo, aż płomień będzie bezbarwny. Zanurzyć drucik w roztworze soli potasu i ponownie wprowadzić do płomienia. Płomień palnika należy obserwować przez szkło kobaltowe, które przepuszcza tylko barwę

fioletową. W ten sposób eliminuje się wpływ intensywnego żółtego zabarwienia pochodzącego od jonów sodu, które maskowałoby fioletowe zabarwienie identyfikujące potas. Próba ta jest wykorzystywana do ilościowego oznaczania jonów potasu (spektrofotometria płomieniowa).

## 6. Jon baru $Ba^{2+}$

Bar w swoich związkach jest dwuwartościowy. Rozpuszczalne sole baru są silnie trujące. nierozpuszczalny siarczan baru jest stosowany w medycynie w rentgenoskopii jako środek kontrastowy. Kwas siarkowy(VI) i rozpuszczalne w wodzie siarczany, np.  $Na_2SO_4$  wytrącają z roztworów soli baru biały osad siarczanu(VI) baru:



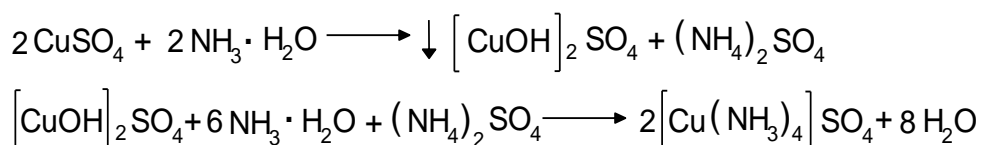
### Wykrywanie jonu $Ba^{2+}$

**a)** Do około 1ml (kilkanaście kropli) roztworu soli baru dodać kilka kropli 1M  $H_2SO_4$ . Wytrąca się biały osad nierozpuszczalny w kwasach i zasadach.

**b)** Drucik platynowy wyprażać w płomieniu palnika tak długo, aż płomień będzie bezbarwny. Zanurzyć drucik w roztworze soli baru i ponownie wprowadzić do płomienia. Obserwować zabarwienie płomienia na kolor zielony.

## 7. Jon miedzi $Cu^{2+}$

Jony miedzi(II) występują w organizmie w śladowych ilościach, ale są niezbędne do działania niektórych enzymów. Z roztworów soli miedzi(II) amoniak wytrąca jasnoniebieski osad zasadowej soli, która rozpuszcza się w nadmiarze  $NH_3(aq)$ , przy czym roztwór zabarwia się na kolor ciemnoniebieski w następstwie powstania soli kompleksowej – siarczanu tetraaminamiedzi(II).



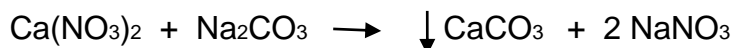
### Wykrywanie jonu $Cu^{2+}$

Do około 1ml roztworu (kilkanaście kropli) zawierającego jony  $Cu^{2+}$  dodać 1 kroplę 2M  $NH_3(aq)$ . Wytrąca się jasnoniebieski osad, rozpuszczający się w nadmiarze odczynnika i przechodzący w roztwór o barwie ciemnoniebieskiej.

## II. Aniony

### 1. Jon węglanowy ( $\text{CO}_3^{2-}$ )

Azotan lub chlorek wapnia wytrącają z roztworów zawierających jony węglanowe biały osad węglanu wapnia rozpuszczalny w kwasach mineralnych.



#### Wykrywanie jonu $\text{CO}_3^{2-}$

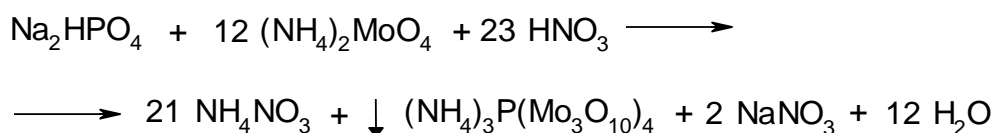
Do około 1 ml (kilkanaście kropli) roztworu zawierającego jony węglanowe dodać kilka kropli roztworu azotanu(V) wapnia. Wytrąca się biały osad.

### 2. Jon fosforanowy ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Fosforan wapnia jest głównym składnikiem kości. Estry kwasu fosforowego odgrywają istotną rolę w wielu procesach przemiany materii. Sole I- i II-rzędowe kwasu ortofosforowego wchodzi w skład układów buforowych krwi. Azotan(V) srebra wytrąca jasnożółty osad fosforanu srebra z roztworów zawierających ortofosforany.



Molibdenian amonu, zakwaszony  $\text{HNO}_3$  i użyty w nadmiarze, strąca na gorąco z roztworów fosforanów żółty krystaliczny osad fosformolibdenianu amonu.



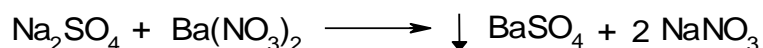
#### Wykrywanie jonu $\text{PO}_4^{3-}$

a) Do około 1 ml (kilkanaście kropli) roztworu zawierającego jony fosforanowe dodajemy kilka kropli roztworu azotanu(V) srebra. Wytrąca się jasnożółty osad.

b) Do około 0,5 ml roztworu zawierającego jony fosforanowe dodajemy 8 - 10 kropli mieszaniny molibdenowej. Po ogrzaniu w płomieniu palnika wytrąca się żółty osad.

### 3. Jon siarczanowy ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

Azotan lub chlorek baru wytrącają z roztworów zawierających siarczany(VI) biały osad siarczanu(VI) baru, który nie rozpuszcza się w kwasach i zasadach:



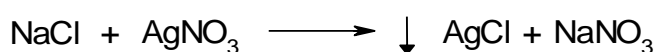
### Wykrywanie jonu $SO_4^{2-}$

Do około 1 ml (kilkanaście kropli) roztworu zawierającego jony siarczanowe dodać kilka kropli roztworu  $Ba(NO_3)_2$ . Wytrąca się biały osad, nierozpuszczalny w kwasach i zasadach.

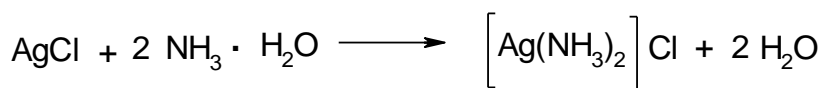
### 4. *Jon chlorkowy ( $Cl^-$ )*

Jony chlorkowe należą do anionów biologicznie ważnych. Znajdują się one przeważnie, chociaż nie wyłącznie, w przestrzeni pozakomórkowej. W osoczu krwi należą do głównych anionów.

Azotan(V) srebra wytrąca z roztworów zawierających jony chlorkowe biały, serowaty osad chlorku srebra.



Osad chlorku srebrowego rozpuszcza się w nadmiarze amoniaku dając rozpuszczalną sól kompleksową – chlorek diaminasrebra.



### Wykrywanie jonu $Cl^-$

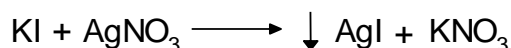
Do około 1 ml (kilkanaście kropli) roztworu zawierającego jony chlorkowe dodać kilka kropli roztworu azotanu(V) srebra. Wytrąca się biały osad. Do niewielkiej ilości osadu dodać w nadmiarze 2M  $NH_3(aq)$ . Osad rozpuszcza się, a po zakwaszeniu 2M  $HNO_3$  ponownie się wytrąca.

### 5. *Jon jodkowy $I^-$*

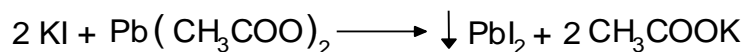
Jod należy do najważniejszych dla życia pierwiastków śladowych. Jony jodkowe pobierane są z krwi przez gruczoł tarczowy, gdzie są utleniane do  $I_2$ , który jest następnie wbudowany do hormonów tarczycy.

Obecność jonów jodkowych w roztworze możemy stwierdzić za pomocą reakcji z  $AgNO_3$  lub  $Pb(CH_3COO)_2$ .

a)  $AgNO_3$  wytrąca z roztworów zawierających jony jodkowe jasnożółty osad jodku srebra.



**b)** sole ołowiu(II) np. octan ołowiu(II) wytracają z roztworów jodków żółty osad jodku ołowiu(II).



### Wykrywanie jonu $\text{I}^-$

**a)** Do około 1 ml (kilkanaście kropli) roztworu zawierającego jony jodkowe dodać kilka kropli roztworu  $\text{AgNO}_3$ . Wytrąca się jasnożółty osad.

**b)** Do około 1 ml roztworu zawierającego jony jodkowe dodać kilka kropli roztworu octanu ołowiu(II). Wytrąca się żółty osad. Po ogrzaniu osad rozpuszcza się. Po ostudzeniu ponownie wytrącają się żółte płatki  $\text{PbI}_2$ .

### *Zadanie:*

Wykrywanie obu jonów w roztworze soli.