



**WYDZIAŁ TECHNOLOGII I INŻYNIERII CHEMICZNEJ**  
**Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy**  
**w Bydgoszczy**

**MATERIAŁY POMOCNICZE**  
**DO ĆWICZEŃ LABORATORYJNYCH Z CHEMII**

Kierunek: Technologia żywności i żywienie człowieka,

**BYDGOSZCZ 2012**

**HARMONOGRAM I TEMATYKA ĆWICZEŃ**  
**Kierunek: Technologia żywności i żywienie człowieka**

LAB.	TEMATYKA ĆWICZEŃ
1	<b>Wiadomości wstępne:</b> regulamin pracowni chemicznej i przepisy BHP, wskazówki nt. wykonywania i opracowania pisemnego doświadczeń, zasady i terminy zaliczenia przedmiotu.
2	<b>Sprzęt laboratoryjny oraz podstawowe czynności wykonywane w laboratorium:</b> pokaz szklą i odczynników, proste operacje jak np. ogrzewanie, sączenie, dekantacja, suszenie, rozcieńczanie i zateżanie roztworów, pobieranie próbek analitycznych, pipetowanie. <b>Test – BHP.</b>
3	<b>Właściwości chemiczne i fizyczne podstawowych grup substancji:</b> kwasy, zasady, tlenki i sole.
4	<b>Przygotowywanie roztworów:</b> sposoby wyrażania stężeń, obliczenia, przygotowanie roztworu wodnego o zadanym stężeniu z substancji stałej, przygotowanie roztworu przez rozcieńczenie.
5	<b>Kinetyka chemiczna:</b> wpływ stężenia i temperatury na szybkość reakcji chemicznych.
6	<b>Wybrane reakcje chemiczne (I):</b> zobojętnianie, wypieranie słabych kwasów i zasad z ich soli, reakcje wymiany.
7	<b>Wybrane reakcje chemiczne (II):</b> utleniania i redukcji, hydroliza soli.
8	<b>Pomiary pH wodnych roztworów soli, kwasów i zasad oraz cieczy spożywczych:</b> określenie odczynu za pomocą wskaźników pH i pH-metru.
9	<b>Reakcje analityczne wybranych anionów:</b> $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{S}^{2-}$ .
10	<b>Reakcje analityczne wybranych kationów:</b> $\text{Ag}^+$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Sn}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+(2+)}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{K}^+$ , $\text{NH}_4^+$ .
11	<b>Analiza jakościowa soli:</b> 1-wodny roztwór soli, 2-wodny roztwór mieszaniny dwóch soli.
12	<b>Szereg napięciowy metali:</b> oznaczenie reaktywności wybranych metali szlachetnych i nieszlachetnych. <b>KOLOKWIMUM!</b>
13	<b>Związki kompleksowe:</b> otrzymywanie hydrokso- i amminokompleksów wybranych jonów metali, wpływ rodzaju ligandu na trwałość związków kompleksowych.
14	<b>Strącanie i rozpuszczanie osadów:</b> rozpuszczalność, iloczyn rozpuszczalności.
15	Odrobienie zaległych ćwiczeń i <b>KOLOKWIMUM</b> (I-sza poprawka).

**Laboratorium 1**  
Wiadomości wstępne:

**1. Omówienie regulaminów i przepisów BHP obowiązujących w laboratorium chemicznym**

*Tekst regulaminów można pobrać ze strony internetowej:  
<http://wtiich.utp.edu.pl/plan/materialy/regulamin.pdf>  
<http://wtiich.utp.edu.pl/plan/materialy/bhp.pdf>*

**2. Wskazówki nt. wykonania ćwiczeń i ich opracowania pisemnego**

**Każde ćwiczenie powinno być opisane wg. Poniższego schematu**

Bydgoszcz, dn. ....

.....  
.....  
(imiona i nazwiska osób  
wykonujących ćwiczenie)

LABORATORIUM NR „x”

.....  
(tytuł)

x.1. ....  
(temat ćwiczenia)

- a) Krótki opis ćwiczenia
- b) Wyniki, obserwacje
- c) Równania reakcji, obliczenia, wykresy
- d) Wniosek

x.2. ....  
(temat ćwiczenia)

- a) Krótki opis ćwiczenia
- b) Wyniki, obserwacje
- c) Równania reakcji, obliczenia, wykresy
- d) Wniosek

itd.

**3. Zasady i terminy zaliczenia przedmiotu.**

*Student przystępuje do jednego kolokwium zaliczeniowego z przedmiotu, które odbędzie się na 12 laboratorium. Kolejne podejście do zaliczenia (poprawka 1) zostanie przeprowadzona na 15 zajęciach. Ostateczna zaliczenie (poprawka 2) odbędzie się po uzgodnieniu terminu z prowadzącym laboratorium, nie wcześniej niż w dniu egzaminu z przedmiotu.*

## **Laboratorium 2**

### **Sprzęt laboratoryjny oraz podstawowe czynności wykonywane w laboratorium**

#### **1. Pokaz sprzętu laboratoryjnego**

*W ramach ćwiczenia student zapoznaje się z podstawowym sprzętem laboratoryjnym (szklanym, metalowym, drewnianym, porcelanowym).*

#### **2. Pipetowanie, miareczkowanie**

*W ramach ćwiczenia student zapoznaje się techniką pracy z pipetą (jednomiarową, wielomiarową), biuretą (szklaną, półautomatyczną) oraz zapozna się z procesem miareczkowania.*

#### **3. Ważenie**

*W ramach ćwiczenia student zapoznaje się rodzajami wag (techniczna, analityczna) używanych w laboratorium chemicznym i analitycznym.*

#### **4. Sączenie, suszenie, dekantacja**

*W ramach ćwiczenia student zmontuje zestaw do sączenia w oparciu o lejek analityczny oraz zestaw do sączenia pod próżnią. Ponadto wysuszy sączek papierowy i przeprowadzi dekantację roztworu z nad osadu.*

#### **3. Ogrzewanie, zateżanie roztworów**

*W ramach ćwiczenia student zapozna się z techniką ogrzewania próbek ciekłych i stałych oraz z metodami zateżania roztworów.*

### Laboratorium 3

## Właściwości chemiczne i fizyczne podstawowych grup substancji

### **1. Badanie właściwości kwasów: $H_2SO_4$ , $HNO_3$ , $HCl$ , $CH_3COOH$ i $H_3PO_4$ (POKAZ!)**

- 1.1. Do 4 probówek wlać po ok.  $1\text{cm}^3$  stężonych kwasów i zbadać organoleptycznie ich barwę oraz zapach. Następnie do probówek (z wyjątkiem tej, która zawiera  $H_2SO_4$ ) wlać po ok.  $5\text{cm}^3$  wody, zaś zawartość probówki z  $H_2SO_4$  wlać do probówki z ok.  $5\text{cm}^3$  wody. W celu przyspieszenia procesu rozcieńczania kwasów probówki delikatnie wytrząsać przez kilkanaście sekund. Ponownie zbadać barwę i zapach, a także temperaturę (przez przyłożenie dłoni).
- 1.2. Za pomocą uniwersalnych papierków wskaźnikowych ocenić odczyn roztworów (pH) kwasów po rozcieńczeniu wodą, przenosząc każdorazowo kroplę kwasu na papierek za pomocą bagietki szklanej.

### **2. Badanie właściwości zasad $NaOH$ i $NH_3 \cdot aq$ (POKAZ!)**

- 2.1. Oglądnąć i opisać właściwości fizyczne (wygląd, zapach, barwę) stałego  $NaOH$  w słoiku oraz  $NH_3 \cdot aq$  w butelce.
- 2.2. Do jednej probówki wlać  $1\text{cm}^3$  stężonego roztworu  $NH_3 \cdot aq$ , a do drugiej wrzucić 1 granulkę  $NaOH$ . Do obu probówek dodać po ok.  $5\text{cm}^3$  wody i zawartość dobrze pomieszać. Zbadać ich odczyn za pomocą uniwersalnego papierka wskaźnikowego.

### **3. Badanie właściwości soli**

- 3.1. Ze słoików handlowych zawierających  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ,  $NaCl$ ,  $NiCO_3$ ,  $MnSO_4$ ,  $CoSO_4$ ,  $(NH_4)_2Cr_2O_7$ , pobrać szczyptę każdej soli na skrawek bibuły i opisać ich właściwości fizyczne (wygląd, barwa, zapach)
- 3.2. Niewielką ilość pobranych próbek wrzucić do probówek i dodać po ok.  $5\text{cm}^3$  wody. Mieszając zawartości obserwować proces rozpuszczania ciała stałego. Zbadać pH otrzymanych roztworów i opisać ich wygląd.

### **4. Badanie właściwości tlenków**

Wykonać podobne próby jak w części 3 pobierając ze słoików handlowych próbki następujących tlenków:  $ZnO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $CuO$ ,  $P_2O_5$ ,  $CaO$ ,  $SiO_2$ ,  $MgO$ .

## Laboratorium 4

### Przygotowanie roztworów

#### **1. Przygotowanie roztworu wodnego o zadanym stężeniu z substancji stałej**

*Przygotować z naważki soli NaCl :*

- 1.1. 200 cm<sup>3</sup> roztworu 8 %,
- 1.2. 100 cm<sup>3</sup> roztworu 4%,
- 1.3. 100 cm<sup>3</sup> roztworu 0,5 M,
- 1.4. 250 cm<sup>3</sup> roztworu 0,1 M.

*Wyliczyć ilość NaCl potrzebną do przygotowania roztworu. NaCl odważyć na wadze technicznej (punkty 1.1 i 1.2) lub analitycznej (punkty 1.3. i 1.4.).*

#### **2. Przygotowanie roztworu przez rozcieńczenie**

*Przygotować z 2 M roztworu NaCl:*

- 2.1. 100 cm<sup>3</sup> 8 % roztworu NaCl,
- 2.2. 200 cm<sup>3</sup> 4 % roztworu NaCl,
- 2.3. 100 cm<sup>3</sup> 0,5M roztworu NaCl,
- 2.4. 250 cm<sup>3</sup> 0,1 M roztworu NaCl,

*Wyliczyć odpowiednią objętość roztworu wyjściowego potrzebnego do przygotowania zadanego roztworu. Wyliczoną objętość pobrać pipetą i przenieść do kolby miarowej lub zlewki, a następnie uzupełnić wodą destylowaną lub dodać odpowiednią ilość rozpuszczalnika. Roztwór wymieszać i przelać do odpowiedniej butli.*

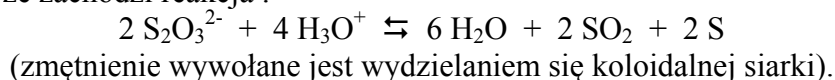
## Laboratorium 5

### Kinetyka chemiczna

#### 1. Wpływ stężenia na szybkość reakcji chemicznej

Do czterech probówek dodać kolejno po  $10\text{ cm}^3$ : 0,2; 0,1; 0,05 i 0,025 M roztworu  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (roztwory 0,1 M; 0,05 M i 0,025 M przygotowuje się przez odpowiednie rozcieńczenie roztworu 0,2 M). Do każdej z probówek dodać po  $1\text{ cm}^3$  0,02 M roztworu  $\text{HCl}$ . Zmierzyć czas, w którym nastąpi zmętnienie roztworu.

W roztworze zachodzi reakcja :



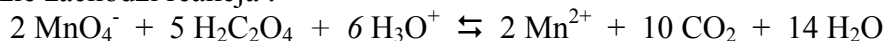
Wyniki doświadczenia zestawić w tabeli i sporządzić wykres  $t = f(c)$ .

Nr probówki	Stężenie $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ $c$ [mol/dm <sup>3</sup> ]	Czas zmętnienia $t$ [s]
1	0,2	
2	0,1	
3	0,05	
4	0,025	

#### 4.2. Wpływ temperatury na szybkość reakcji chemicznej

Do dwóch probówek dodać po  $5\text{ cm}^3$  0,05 M roztworu  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , po  $3\text{ cm}^3$  1 M roztworu  $\text{H}_2\text{SO}_4$  oraz po  $1\text{ cm}^3$  0,01 M roztworu  $\text{KMnO}_4$ . Jedną z dwóch probówek umieścić w łaźni wodnej o temperaturze  $90\text{ }^\circ\text{C}$  (363 K). Odnotować również temperaturę pomieszczenia. Zmierzyć czas odbarwienia roztworu w obu probówkach.

W układzie zachodzi reakcja :



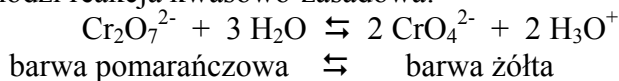
Wyniki zanotować w tabeli :

Nr probówki	Temperatura, T [K]	Czas, t [min]
1	293	
2	363	

#### 4.3. Wpływ stężenia jonów oksoniowych na stan równowagi

Do probówki wlać po  $5\text{ cm}^3$  2 M roztworu  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ , a następnie (porcjami po około  $0,5\text{ cm}^3$ ) 1 M roztworu  $\text{H}_2\text{SO}_4$  do zmiany zabarwienia po każdorazowym dodaniu porcji  $\text{H}_2\text{SO}_4$  zamieszać. Po uzyskaniu trwałej zmiany zabarwienia dodawać porcjami 2 M roztworu  $\text{NaOH}$  do uzyskania zabarwienia pierwotnego.

W układzie zachodzi reakcja kwasowo-zasadowa:



Zapisać objętość kwasi i zasady potrzebną do zmiany zabarwienia roztworu.

## Laboratorium 6

### Wybrane reakcje chemiczne (I)

#### **1. Reakcje zubożenia**

- 1.1. Do próbki wprowadzić 10 kropli 2M HCl oraz 3 krople jednego z dostępnych wskaźników (oranż metylowy, fenoloftaleina, błękit bromotymolowy). Zanotować barwę roztworu. Następnie powoli (kroplami) dodawać 2M NaOH. Obserwować zmianę zabarwienia wskaźnika.
- 1.2. Opisane wyżej czynności powtórzyć dla innego zestawu kwas-wskaźnik. Zanotować obserwacje.

#### **2. Reakcje wypierania słabych kwasów i wodorotlenków**

- 2.1. Do próbki wprowadzić około 2 cm<sup>3</sup> roztworu jonów CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, a następnie dodać około 1 cm<sup>3</sup> 2M roztworu kwasu solnego. Obserwować zachowanie się zawartości próbki w trakcie dodawania kwasu.
- 2.2. Do próbki wprowadzić około 2 cm<sup>3</sup> roztworu jonów NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, a następnie dodać około 1 cm<sup>3</sup> 2M roztworu NaOH. Natychmiast wstrząsnąć mieszaninę i sprawdzić zapach.

#### **3. Reakcje strącania osadów**

- 3.1. Do trzech próbek wprowadzić po około 1 cm<sup>3</sup> roztworów 2M HCl, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> i Ba<sup>2+</sup>, po czym do każdej z próbek dodać po około 1 cm<sup>3</sup> roztworu Ag<sup>+</sup>. Porównać wytrącone osady.
- 3.2. Do próbki wprowadzić około 1 cm<sup>3</sup> roztworu jonów Cu<sup>2+</sup>, a następnie dodać około 1 cm<sup>3</sup> 2M NaOH. Zapisać obserwacje. Probówkę z osadem pozostawić do ćw. 4.

#### **4. Rozpuszczanie osadów metodą kompleksowania**

Użyć niewielkiej ilości osadu z ćw. 3.2. Dodać kroplami 2M NH<sub>3</sub> · aq do wyraźnej zmiany barwy roztworu. Obserwować zachodzące zmiany.



## Laboratorium 7

### Wybrane reakcje chemiczne (II)

#### **1. Utlenianie i redukcja**

- 1.1. Do probówki nasypać niewielką ilość  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  nalać ok.  $10 \text{ cm}^3$  (1/2 wysokości probówki) wody destylowanej, 5 kropli 2 M roztworu  $\text{H}_2\text{SO}_4$  i zamieszać. Do powstałej mieszaniny dodać po kropli ok.  $1 \text{ cm}^3$  0,02 M roztwór jonów  $\text{MnO}_4^-$ , mieszając zawartość probówki po dodaniu każdej kropli. Obserwować zachodzące zmiany.
- 1.2. Do probówki dodać kolejno niewielką ilość nadsiarczanu(VI) amonu -  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ , ok.  $2 \text{ cm}^3$  2M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 2÷4 kropli jonów  $\text{Ag}^+$  oraz ok.  $10 \text{ cm}^3$  wody destylowanej (1/2 wysokości probówki). Zawartość probówki zamieszać i wstawić na 2÷4 minuty do łaźni wodnej o temperaturze ok.  $90^\circ\text{C}$ . Po wyjęciu wkropić 1÷2 kroplę roztworu jonów  $\text{Mn}^{2+}$ . Obserwować zmiany, zinterpretować ich charakter.

#### **2. Hydroliza soli**

- 2.1. W probówce rozpuścić niewielką ilość krystalicznej soli w niewielkiej objętości (ok.  $5 \text{ cm}^3$ ) wody destylowanej. Zbadać pH roztworu za pomocą papierka wskaźnikowego, wskaźnika pH (oranż metylowy, fenoloftaleina). Wykonać pomiary dla następujących związków:
- a) chlorek sodu –  $\text{NaCl}$ ,
  - b) węglan sodu –  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,
  - c) chlorek amonu –  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,
  - d) węglan amonu –  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ,
  - e) chlorku żelaza(III) –  $\text{FeCl}_3$
- 2.2. Do 4 zlewek o pojemności min.  $50 \text{ cm}^3$  nasypać po jednej łyżce  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  lub innej dostępnej soli słabego kwasu-mocnej zasady, mocnego kwasu-słabej zasady następnie dodać ok.  $40 \text{ cm}^3$  wody destylowanej zamieszać i po rozpuszczeniu zmierzyć dokładną wartość pH za pomocą pH-metru (**ćwiczenie pokazowe**).

## Laboratorium 8

Pomiary pH wodnych roztworów soli, kwasów i zasad oraz cieczy spożywczych

### **1. Porównanie różnych metod pomiaru pH**

*Do 4 probówek wprowadzić po około 5 cm<sup>3</sup>:*

- a) wody destylowanej,
- b) wody wodociągowej,
- c) 0,1 M roztworu CH<sub>3</sub>COOH,
- d) 0,1 M roztworu NH<sub>3</sub> · aq,
- e) 0,1 M roztworu NaCl,

*Dokonać pomiarów pH za pomocą, papierków uniwersalnych. Następnie dodać po kilka kropli wskaźnika (np. błękitu bromotymolowego).*

### **2. Wyznaczanie pH cieczy spożywczych (ćwiczenie pokazowe)**

*W zlewkach przygotować próbki 10 badanych cieczy*

- a) napoje mleczne - mleko, kefir, jogurt...
- b) napoje orzeźwiające - Coca-Cola, Pepsi, Fanta, 7-up, piwo ...
- c) napoje codzienne - herbata (granulowana, ekspresowa, liściasta), kawa (ziarnista, instant)...
- d) soki owocowe, nektary owocowe, napoje miodowe ...
- e) wody mineralne gazowane i niegazowane...
- f) ocet spirytusowy, ocet winny, sok pomidorowy, ketchup ...

*Za pomocą pH-metru przeprowadzić pomiary pH. Można poddać badaniom inne przyniesione produkty, po akceptacji przez prowadzącego.*

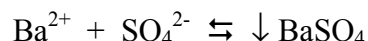
## Laboratorium 9

Reakcje analityczne wybranych anionów:  
 $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{S}^{2-}$

W probówkach lub na płytce porcelanowej przeprowadzić reakcje opisane poniższymi równaniami. Używać niewielkich ilości roztworów zawierających potrzebne jony.

### $\text{SO}_4^{2-}$

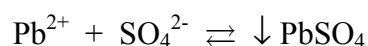
1. Jony baru(II) wytrącają biały, drobnokrystaliczny, trudno rozpuszczalny osad siarczanu(VI) baru(II):



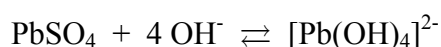
Osad ten nie rozpuszcza się w stężonych i rozcieńczonych kwasach mineralnych, lecz rozpuszcza się na gorąco w stężonym  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :



2. Jony ołowiu(II) wytrącają biały, krystaliczny osad siarczanu(VI) ołowiu(II):

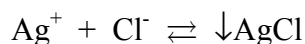


który rozpuszcza się w 2 M roztworze NaOH (ze względu na właściwości amfoteryczne):

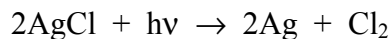


### $\text{Cl}^-$

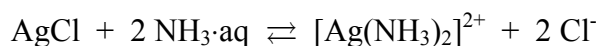
1. Jony srebra wytrącają biały serowaty osad chlorku srebra:



Osad ten na świetle przybiera barwę szarofioletową na skutek powstawania metalicznego srebra:



$\text{AgCl}$  rozpuszcza się w 2 M roztworze amoniaku (reakcja kompleksowania):



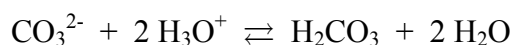
2. Jony ołowiu(II) wytrącają biały osad chlorku ołowiu(II):



który po podgrzaniu zawiesiny do ok.  $100^\circ\text{C}$  (373 K) rozpuszcza się częściowo w wodzie.



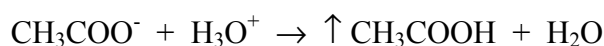
Rozcieńczone mocne kwasy (np.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ) wypierają kwas węglowy z roztworów jego soli:



$\text{H}_2\text{CO}_3$ , jako kwas nietrwały, rozpada się z wydzieleniem gazowego tlenu węgla(IV) (obserwuje się tzw. perlenie roztworu):



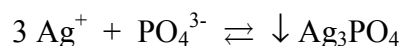
Rozcieńczone mocne kwasy (np.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ) wypierają kwas octowy z roztworów jego soli:



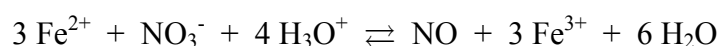
$\text{CH}_3\text{COOH}$  można łatwo zidentyfikować dzięki jego charakterystycznemu zapachowi.



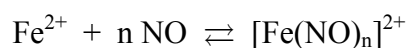
Jony  $\text{Ag}^+$  powodują wytrącanie żółtego osadu fosforanu(V) srebra:



Najważniejszą reakcją jonu azotanowego jest tzw. "reakcja obrączkowa". Jony żelaza(II) redukują jony azotanowe(V) do tlenku azotu(II):



a następnie NO z nadmiarem  $\text{Fe}^{2+}$  tworzy jon kompleksowy o brunatnym zabarwieniu:

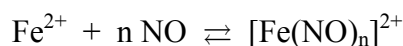
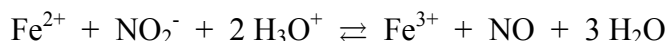


**Wykonanie reakcji wymaga pewnej zręczności, dlatego należy trzymać się następujących wskazówek:**

*Do probówki wprowadzić parę kropli badanego roztworu i około 1 cm<sup>3</sup> stężonego  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , po czym probówkę szybko oziębć zimną wodą wodociągową. Następnie, ostrożnie, po ściankach wlać 4-5 kropli nasyconego  $\text{FeSO}_4$  (**nie mieszać roztworu!**). W przypadku obecności w próbce jonów azotanowych(V) na granicy zetknięcia warstw cieczy powstaje brunatna obrączka.*

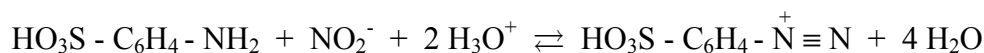
## $\text{NO}_2^-$

1. Jony żelaza(II) redukują jony azotanowe(III), podobnie jak azotanowe(V) do tlenku azotu. Reakcja ta, zwana obrączkową, zachodzi już w środowisku kwasu octowego:

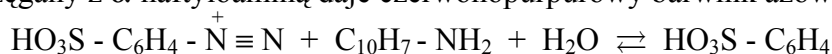


W reakcji przeszkadzają jony  $\text{I}^-$ ,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ ,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  i  $\text{SCN}^-$ .

2. Reakcja Griessa - jony azotanowe(III) reagują w środowisku kwaśnym z kwasem sulfanilowym, tworząc kwas diazobenzenosulfonowy:



Kwas ten sprzęgany z  $\alpha$ -naftyloaminą daje czerwonopurpurowy barwnik azowy:



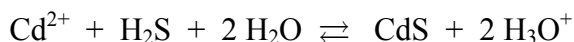
Reakcja ta jest specyficzna i najbardziej charakterystyczna dla jonów azotanowych(III).

3. Glin lub cynk metaliczny redukują w środowisku alkalicznym jony  $\text{NO}_2^-$  do amoniaku:

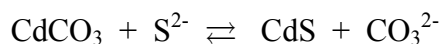


## $\text{S}^{2-}$

1. Jony kadmu tworzą z jonami siarczkowymi żółty osad siarczku kadmu:

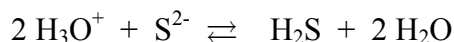


Aby oddzielić jony siarczkowe od siarczanowych(IV) i (VI) oraz od jonów tiosiarczanowych(VI), do wytrącenia siarczku CdS można użyć świeżo przygotowaną i przemytą wodą zawiesinę węglanu kadmu:



Siarczek kadmu jest rozpuszczalny w kwasach, a nierozpuszczalny w amoniaku i roztworach cyjanków.

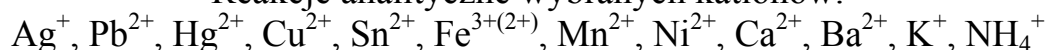
2. Rozcieńczone, mocne kwasy nieutleniające oraz kwas octowy wypierają  $\text{H}_2\text{S}$  z roztworów siarczków, a także z niektórych siarczków nierozpuszczalnych w wodzie:



Reakcję tę przyspiesza podwyższenie temperatury reagentów.

## Laboratorium 10

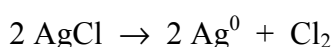
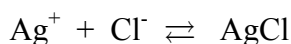
### Reakcje analityczne wybranych kationów:



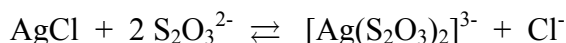
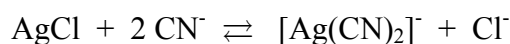
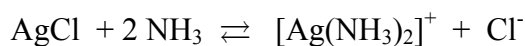
W probówkach, na płytce porcelanowej lub na bibule przeprowadzić reakcje opisane poniższymi równaniami. Używać niewielkich objętości roztworów zawierających potrzebne jony.

### **Ag<sup>+</sup>**

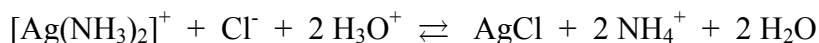
Jony chlorkowe powodują wytrącenie białego, serowatego osadu chlorku, który pod wpływem światła ulega reakcji fotochemicznego rozpadu, przyjmując szaro-fioletowe zabarwienie od mieszaniny  $\text{Ag}^0$  i  $\text{AgCl}$ :



Osad  $\text{AgCl}$  rozpuszcza się w roztworach  $\text{NH}_3$ ,  $\text{KCN}$  oraz  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  tworząc bezbarwne jony kompleksowe, w których liczba koordynacyjna  $\text{Ag}$  wynosi 2:



Z roztworów jonów diaminasrebra(I) można z powrotem wytrącić  $\text{AgCl}$  przez zakwaszenie:



### **Pb<sup>2+</sup>**

1. Jeżeli badany roztwór zawiera jony  $\text{Pb}^{2+}$ , to zadanie go roztworem jonów  $\text{I}^-$  spowoduje wytrącenie się żółtego osadu  $\text{PbI}_2$  zgodnie z równaniem:



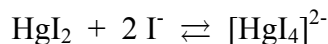
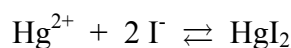
Osad  $\text{PbI}_2$  po podgrzaniu i gwałtownym schłodzeniu (rekrytalizacja) daje efekt unoszących się i mieniających, złotych kryształków.

2. Wszystkie rozpuszczalne sole kwasu solnego tworzą z jonami  $\text{Pb}^{2+}$  biały osad  $\text{PbCl}_2$ :

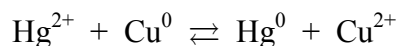


### **Hg<sup>2+</sup>**

1. Jony jodkowe strącają żółty osad  $\text{HgI}_2$ , który szybko przechodzi w odmianę czerwoną, rozpuszczalną w nadmiarze odczynnika z wytworzeniem bezbarwnych jonów tetrajodortęcianowych (II):



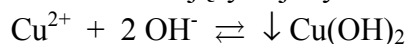
2. Metale (np. Cu, Zn, Al, Fe) o niższym potencjale normalnym od potencjału normalnego układu  $\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}^0$  redukują jony rtęci(II) do wolnej rtęci:



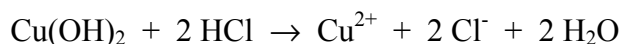
Jeśli w roztworze znajdzie się chlorek rtęci(II) lub obecne są jony chlorkowe, wówczas w wyniku redukcji najpierw wytrąci się chlorek dwurtęci(I), który po pewnym czasie ulegnie dalszej redukcji do metalicznej rtęci.

## **Cu<sup>2+</sup>**

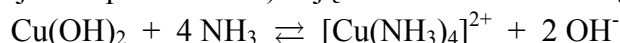
Wodorotlenki wytrącają z roztworów zawierających jony  $\text{Cu}^{2+}$  niebieski osad  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ :



Osad ten rozpuszcza się w rozcieńczonych kwasach, np. w HCl:

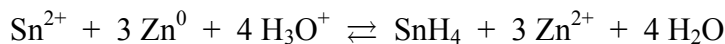


oraz w amoniaku (reakcja kompleksowania) dając roztwór o ciemnobłękitnym zabarwieniu:



## **Sn<sup>2+</sup>**

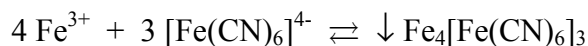
Reakcja z metalicznym cynkiem - obecność cyny i jej związków można wykryć stosując bardzo czułą reakcję barwienia płomienia na kolor niebieski. *Do badanej próby, umieszczonej w parownicze, dodaje się stężonego roztworu HCl i granulkę metalicznego cynku (lub lepiej szczyptę pyłu Zn). Zawartość parowniczki miesza się przez chwilę cienką probówką, napełnioną uprzednio zimną wodą, a następnie jeszcze wilgotną od strony dna, wprowadza się do bezbarwnego płomienia palnika. W obecności cyny dno próbówki świeci jasnyniebiesko. Efekt ten wywołany jest spalaniem lotnego cynowodoru (stannan), który powstał w reakcji związku cyny z mieszaniną redukującą ( $\text{Zn}^0 + \text{stężony HCl}$ ):*



Opisaną wyżej reakcję można przeprowadzać z próby pierwotnej.

## **Fe<sup>3+</sup> (Fe<sup>2+</sup>)**

1. Sześciocyjanożelazian(II) potasu  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  wytrąca jasnogranatowy osad sześciocyjanożelazianu(II) żelaza(III) (tzw. błękit pruski):

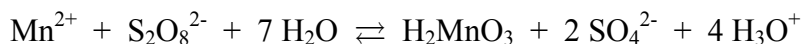
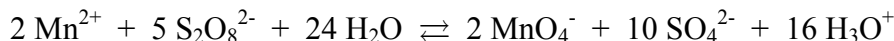


2. Jony tiocyjanianowe (inaczej rodankowe) tworzą z jonami  $\text{Fe}^{3+}$  mieszaninę kompleksów o krwistoczerwonym zabarwieniu:



### **Mn<sup>2+</sup>**

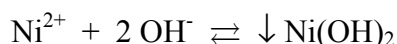
Utlnienie za pomocą jonów  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  w silnie kwaśnym środowisku, w obecności  $\text{Ag}^+$  jako katalizatora, prowadzi również do powstania  $\text{MnO}_4^-$ , zaś bez udziału  $\text{Ag}^+$  - do  $\text{Mn(IV)}$ :



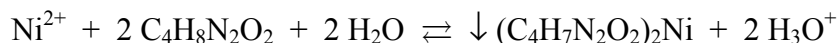
*Aby wykonać tę reakcję, do probówki ze szczyptą  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  należy dodać kolejno: 1 cm<sup>3</sup> 1 M roztworu  $\text{H}_2\text{SO}_4$  i 2 krople roztworu  $\text{AgNO}_3$ . Mieszaninę reakcyjną ogrzewa się na łaźni wodnej, po czym za pomocą cienkiej bagietki wprowadza się niewielką ilość badanej próby, z której wcześniej usunięto jony  $\text{Cl}^-$ . Fioletowe zabarwienie roztworu, pochodzące od wytworzonego  $\text{MnO}_4^-$ , stanowi dowód obecności jonów  $\text{Mn}^{2+}$  w próbce pierwotnej.*

### **Ni<sup>2+</sup>**

1. Jony wodorotlenowe wytrącają zielony osad wodorotlenku nikiel(II):



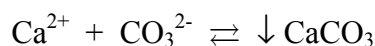
2. Dimetylogliksym, związek organiczny o wzorze sumarycznym  $\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2$ , strąca malinowy osad dimetylogliksymianu nikiel(II):



Reakcję poleca się przeprowadzić metodą kropłową: *kroplę badanego roztworu umieścić na bibule filtracyjnej, a na powstałą plamkę nanieść kroplę roztworu dimetylogliksymu; w przypadku obecności jonów  $\text{Ni}^{2+}$ , po krótkim przetrzymaniu bibuły w parach amoniaku wokół plamki powstanie malinowa obwódka.*

### **Ca<sup>2+</sup>**

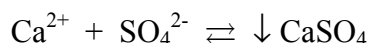
1. Jony węglanowe wytrącają z roztworów soli wapnia biały osad:



$\text{CaCO}_3$  dobrze rozpuszcza się w rozcieńczonych mocnych kwasach dając efekt perlenia:



2. Jony siarczanowe(VI) strącają ze stężonych roztworów soli wapnia biały osad:



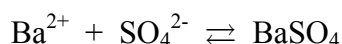
$\text{CaSO}_4$  rozpuszcza się w rozcieńczonych roztworach kwasów mineralnych i kwasu octowego.



3. Barwienie płomienia. Lotne sole wapnia, np.  $\text{CaCl}_2$  i  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , barwią płomień palnika na kolor ceglastoczerwony. Aby wykonać tę reakcję, należy końcem oczyszczonego drucika platynowego zeszkrobać odrobinę osadu ze ścianek probówki z badaną próbą, zanurzyć do kropli stężonego roztworu  $\text{HCl}$  umieszczonej w zagłębieniu płytki porcelanowej, a następnie drucik wprowadzić do utleniającego płomienia palnika gazowego. Ceglastoczerwone zabarwienie płomienia świadczy o obecności jonu  $\text{Ca}^{2+}$ . W przypadku gdy próba nie zawiera osadu, jej 3 krople miesza się z kroplą stężonego roztworu  $\text{HCl}$  w zagłębieniu płytki porcelanowej i dalej postępuje tak jak wyżej.

## **Ba<sup>2+</sup>**

1. Jony siarczanowe(VI) wytrącają z roztworów jonów baru biały, drobnokrystaliczny osad siarczanu(VI) baru:



Związek ten jest jednym z najtrudniej rozpuszczalnych pochodnych baru. Przechodzi częściowo do roztworu w stężonych kwasach azotowym(V) i solnym, a rozpuszcza się całkowicie dopiero podczas gotowania w stężonym roztworze  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :



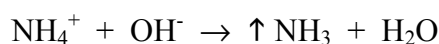
2. Barwienie płomienia. Lotne sole baru, a zwłaszcza chlorek i azotan, barwią płomień palnika gazowego na kolor żółtozielony. Sposób wykonania reakcji jest identyczny do tego, który zamieszczono przy omawianiu jonu  $\text{Ca}^{2+}$ . Należy jednak podkreślić, że podobne zabarwienie płomienia (zielone) dają również sole miedzi.

## **K<sup>+</sup>**

Barwienie płomienia. Lotne sole potasu, a w szczególności chlorek i azotan(V), barwią płomień palnika na kolor jasnofioletowy. W obecności nawet niewielkich ilości sodu barwa ta jest maskowana. Stąd też obserwacje płomienia należy przeprowadzać przez szkiełko kobaltowe, przez roztwór fioletu metylu lub roztwór indyga, służących jako środki absorbujące żółtą barwę. Pojawiający się fioletowy błysk świadczy o obecności jonów  $\text{K}^+$  w badanej próbce.

## **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>**

Jony  $\text{OH}^-$  pochodzące z mocnych zasad wypierają amoniak ze związków amonowych. Można go rozpoznać po zapachu lub po niebieskim zabarwieniu wilgotnego papierka uniwersalnego zbliżonego do wylotu probówki ogrzewanej wraz z mieszaniną reakcyjną.



## Laboratorium 11

### Analiza jakościowa soli

Każdy student (zespół studencki) dostaje do badań dwie próbki ciekłe zawierające:

- a) roztwór soli składający się z anionu i kationu,
- b) mieszaninę dwóch soli (**kation lub anion tych soli może być wspólny!**).

Prawidłowa identyfikacja jonów w próbkach polega na ich wykryciu za pomocą reakcji charakterystycznych podanych w ćwiczeniach 8 i 9.

W opracowaniu podać wynik analizy (pisząc również reakcje charakterystyczne, które posłużyły do identyfikacji wykrytych jonów) wg poniższego schematu.

#### Wzór kontrolki

..... \\Imię i nazwisko\	Bydgoszcz, dnia.....
<b>Analiza jakościowa dwóch próbek</b>	
Właściwości próbki:	Numer próby:.....
barwa:.....	
osad:.....	Lista reakcji za pomocą których wykryto kationy i aniony.
pH:.....	
WYKRYTO: .....	
Wpisać wzory jonów, które zidentyfikowano w próbce	

**Laboratorium 12**  
**Szereg napięciowy metali**

**1. Badanie reaktywności wybranych metali**

UWAGA:

**Przy pracy ze stężonymi kwasami zachować szczególną ostrożność!**  
**Doświadczenia ze stężonymi kwasami wykonywać zawsze pod włączonym wyciągiem.**

*Do czterech probówek wprowadzić niewielkie ilości następujących metali: Mg, Zn, Sn, Al, Cu. Do każdej wlać ok. 2 cm<sup>3</sup> wody destylowanej i ogrzać przez zanurzenie w łaźni wodnej. Doświadczenie powtórzyć (**bez ogrzewania!**) używając zamiast wody kolejno następujących roztworów: 2 M HCl, stężonego HCl, 2 M HNO<sub>3</sub>, stężonego HNO<sub>3</sub> oraz 2 M NaOH.*

Wyniki doświadczeń przedstawić w poniższej tabeli, stosując następujące oznaczenia:

- „++” gdy metal rozpuszcza się bardzo dobrze,
- „+” gdy metal rozpuszcza się powoli,
- „-”, gdy metal nie ulega rozpuszczeniu.

Rozpuszczalnik	Rodzaj metalu				
	Mg	Zn	Sn	Cu	Al
H <sub>2</sub> O					
2 M HCl					
stężony HCl					
2 M HNO <sub>3</sub>					
stężony HNO <sub>3</sub>					
2 M NaOH					

Zaobserwować i opisać właściwości produktów wydzielonych w reakcjach. Do zachodzących reakcji napisać odpowiednie równania. Zastosowane w ćwiczeniu metale uszeregować od najbardziej do najmniej aktywnego, biorąc pod uwagę wyniki ujęte w tabeli.

## Laboratorium 13

### Związki kompleksowe

#### **1. Otrzymywanie hydroksokompleksów**

*W zagłębieniach płytki porcelanowej umieścić jedną-dwie krople roztworów azotanów(V)  $Cr^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$  oraz  $Fe^{3+}$ . Następnie wprowadzić kroplami, ciągle mieszając 2M roztwór NaOH do wyraźnego zmętnienia (sprawdzić papierkiem uniwersalnym  $pH \approx 8$ ). Do otrzymanych próbek dodać kroplami 6M roztworu NaOH (nadmiar).*

#### **2. Otrzymywanie aminakompleksów**

*W zagłębieniach płytki porcelanowej umieścić jedną-dwie krople roztworów azotanów(V)  $Cr^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$  oraz  $Fe^{3+}$ . Następnie wprowadzić kroplami, ciągle mieszając 2M roztwór  $NH_3 \cdot aq$  do wyraźnego zmętnienia (sprawdzić papierkiem uniwersalnym  $pH \approx 8$ ). Do otrzymanych próbek pod wyciągiem dodać kroplami 6M roztwór  $NH_3 \cdot aq$ .*

#### **3. Trwałość związków kompleksowych**

*Do czterech zagłębień płytki porcelanowej wprowadzić po parę kropli 0,5 M roztworu  $FeCl_3$ . W pierwszym zagłębieniu będzie próbka porównawcza. Do kolejnych trzech zagłębień wprowadzić kroplami roztwór z jonami  $SCN^-$  do uzyskania ciemnoczerwonego zabarwienia w każdej próbce. Z otrzymanych trzech próbek jedną pozostawia się bez zmian (do porównania z innymi). Do następnej próbki dodaje się kroplami 2M roztwór HCl, a do ostatniej- 2M roztwór NaOH.*

## Laboratorium 14

### Strącanie i rozpuszczanie osadów

#### **1. Wpływ stężeń jonowych**

Do probówki wprowadzić  $1\text{ cm}^3$   $0,5\text{ M}$  roztworu  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , rozcieńczyć wodą destylowaną do ok.  $5\text{ cm}^3$  i dodać  $1\text{ cm}^3$   $1\text{ M}$  roztworu  $\text{KBr}$  (zostawić dla ćwiczenia 2.). Doświadczenie powtórzyć używając  $0,0005\text{ M}$  roztworów.

#### **2. Wpływ wspólnych jonów**

Od pozostałego z doświadczenia 1. roztworu z osadem  $\text{PbBr}_2$  oddzielić do osobnej probówki  $2\text{ cm}^3$  dekantentu. Do dekantentu dodać kroplami  $1\text{ cm}^3$   $2\text{ M}$  roztworu  $\text{KBr}$ .

#### **3. Wpływ pH**

Do czterech zagłębień płytki porcelanowej wprowadzić po parę kropli roztworów  $\text{Ag}^+$  i  $\text{PO}_4^{3-}$ . W pierwszym zagłębieniu będzie próbka porównawcza. Do kolejnych trzech zagłębień wprowadzić po dwie krople  $2\text{ M HNO}_3$ ,  $2\text{ M NH}_3 \cdot \text{aq}$ ,  $2\text{ M HCl}$ .

#### **4. Frakcjonowane strącanie**

Wprowadzić do probówki  $1\text{ cm}^3$   $0,1\text{ M}$  roztworu  $\text{KJ}$  i  $1\text{ cm}^3$   $1\text{ M NaCl}$ . Następnie dodawać stopniowo, kroplami  $0,5\text{ M}$  roztwór  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  do ok.  $2\text{ cm}^3$ . Po dodaniu każdej kropli tego roztworu należy odczekać do opadnięcia osadu na dno probówki.

#### **5. Rozpuszczanie przez reakcje kwasowo-zasadowe**

- a) Do probówki wprowadzić po dwie krople  $0,5\text{ M AgNO}_3$  i  $0,5\text{ M K}_2\text{CrO}_4$ . Wytrącony osad rozpuścić w  $2\text{ M HNO}_3$ .
- b) Do probówki wprowadzić po dwie krople  $0,5\text{ M Pb}(\text{NO}_3)_2$  i  $2\text{ M}$  roztworu  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Wytrącony osad rozpuścić w  $2\text{ M NaOH}$ .

#### **6. Rozpuszczanie przez reakcje kompleksowania**

Do dwóch probówek wprowadzić po 2 krople  $0,5\text{ M AgNO}_3$  i po 2-3 krople  $2\text{ M}$  roztworu  $\text{NaCl}$ . Wytrącone i oddzielone osady rozpuścić w  $2\text{ M}$  roztworach  $\text{NH}_3 \cdot \text{aq}$  i  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .

#### **7. Rozpuszczanie przez reakcje redoks**

Do probówki wprowadzić po  $1\text{ cm}^3$   $0,5\text{ M AgNO}_3$  i  $0,5\text{ M Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Do wytrąconego i oddzielonego osadu dodać  $5\text{ cm}^3$   $2\text{ M HNO}_3$  i dodawać po dwie krople  $\text{KMnO}_4$ .

#### **8. Rozpuszczanie osadów o właściwościach amfoterycznych**

Do dwóch probówek wprowadzić po dwie krople  $0,5\text{ M Cu}(\text{NO}_3)_2$  i  $2\text{ M}$  roztworu  $\text{NaOH}$ . Otrzymane osady rozpuścić w  $2\text{ M}$  roztworach:  $\text{NH}_3 \cdot \text{aq}$  i  $\text{HCl}$ .

#### **9. Wpływ temperatury**

Do probówki wprowadzić po trzy krople  $1\text{ M}$  roztworu  $\text{KI}$  i  $0,5\text{ M}$  roztworu  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . Rozcieńczyć wodą destylowaną do ok.  $5\text{ cm}^3$  i ogrzewać na łaźni wodnej przez 5 minut. Po wyjęciu z łaźni wstrząsnąć probówkę. Następnie oziębć pod zimną bieżącą wodą. Zanotować obserwacje.

**Laboratorium 15**  
Odrabianie zaległych ćwiczeń.

Bydgoszcz, dnia.....

.....  
\Imię i nazwisko\

**KONTROLKA Z ĆWICZENIA nr .....**

**Właściwości fizyczne  
próby nr.....**

barwa:.....

osad:.....

pH:.....

**Wykonane reakcje**

**WYKRYTO:**

-----

Bydgoszcz, dnia.....

.....  
\Imię i nazwisko\

**KONTROLKA Z ĆWICZENIA nr .....**

**Właściwości fizyczne  
próby nr.....**

barwa:.....

osad:.....

pH:.....

**Wykonane reakcje**

**WYKRYTO:**

-----

Bydgoszcz, dnia.....

.....  
\Imię i nazwisko\

**KONTROLKA Z ĆWICZENIA nr .....**

**Właściwości fizyczne  
próby nr.....**

barwa:.....

osad:.....

pH:.....

**Wykonane reakcje**

**WYKRYTO:**