

**Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych Chemia Ogólna i
Analityczna**

Biologia Medyczna I Rok

Imię:

Nazwisko:

Grupa:

Chemia Ogólna i Analityczna, I Rok Biologia Medyczna, semestr zimowy 2025/2026

Numer zajęć	Zakres materiału
1	Zapoznanie z regulaminem ćwiczeń laboratoryjnych Chemii Ogólnej i Analitycznej oraz z przepisami BHP. Organizacja stanowiska pracy. Wydanie sprzętu i przydzielenie szafek. I: Oddzielanie osadu od roztworu
2-5	II: Wybrane reakcje jonów Ag^+, Cu^{2+}, Bi^{3+}, Cd^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}, Mn^{2+}, Fe^{3+}, Cr^{3+}, Al^{3+}, Zn^{2+}, NH_4^+, Mg^{2+}. II-1 Reakcje jonów Ag^+ z kwasami i zasadami II-2: Właściwości AgCl II-3 Reakcje Cu^{2+} , Bi^{3+} , Cd^{2+} z roztworem amoniaku II-4 Identyfikacja jonów Co^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , NH_4^+ , Mg^{2+} III: Wybrane reakcje anionów: Cl^-, Br^-, I^-, NO_2^-, NO_3^-, CH_3COO^-, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, PO_4^{3-} III-1 Wykrywanie utleniaczy i reduktorów III-2 Reakcje jonów I^- , Br^- z wodą chlorową III-3. Reakcje anionów CO_3^{2-} , CH_3COO^- , NO_2^- , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ z 1M H_2SO_4 III-4 Reakcja obrączkowa dla NO_2^- i NO_3^- III-5 Reakcja jonu PO_4^{3-} z mieszaniną magnezową. III-6 Rozróżnienie osadów: BaCO_3 , $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$, BaSO_4 IV: Rozdział i identyfikacja mieszaniny kationów: Ag^+, Mn^{2+}, Cu^{2+}, Fe^{3+}, Zn^{2+}, Al^{3+}, NH_4^+ Kolokwium I – na zajęciach 4 (materiał z ćwiczeń II-III).
6	V: Odmierzanie objętości za pomocą pipety jednomiarowej. Przygotowanie mianowanego roztworu Na_2CO_3, Nastawianie miana roztworu HCl. Oznaczanie zasady sodowej
7	VI: Przygotowanie mianowanego roztworu NaOH, Oznaczania kwasu octowego
8	VII: Manganometryczne oznaczenie nadtlenku wodoru
9	VIII: Kompleksometryczne oznaczanie jonów cynku. Obliczanie precyzji własnej (CV, RSD), dokładności metody (błąd względny i bezwzględny, granice przedziału ufności). Kolokwium II – materiał z ćwiczeń V-VIII

I: Oddzielanie osadu od roztworu

W czterech oddzielnych probówkach wirówkowych przeprowadzić reakcje wytrącania osadów:

- do kilku kropel roztworu $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ dodaj podobną objętość $(\text{NH}_4)_2[\text{Hg}(\text{SCN})_4]$;
- do kilku kropel roztworu $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ dodaj podobną objętość stężonego roztworu amoniaku;
- do kilku kropel roztworu FeCl_3 dodaj podobną objętość roztworu wodorotlenku sodu
- do kilku kropel roztworu $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ dodaj podobną objętość roztworu kwasu solnego HCl .

Zaproponuj sposób oddzielenia osadu od roztworu:

- dekantacja - zlać ciecz z nad odstanego osadu powolnym ruchem jednostajnym, aby nie mieszać oddzielanych substancji, można też wyssać roztwór znad osadu za pomocą pipetki;
- odwirowanie + dekantacja
- sączenie - dobrać odpowiedniej wielkości sączonek bibułowy do lejka szklanego, sączonek składa się na cztery części i umieszcza w lejku, następnie zwilża się bibułkę

woda destylowaną i układa tak by ściśle przylegał do lejka, nóżkę lejka umieszcza się w naczyniu (probówce, zlewce itp.), do którego zostanie zebrany przesącz. Do tak przygotowanego zestawu wlewa się do lejka mieszaninę rozdzielaną.

Oddziel osad od roztworu zaproponowanym sposobem. Po oddzieleniu sprawdź w przesączu całkowitą wytrącenia. Jeśli po podaniu odczynnika strącającego pojawił się osad, oddziel go od roztworu. Czynność tę powtarzaj do osiągnięcia całkowitego strącenia jonów kobaltu, bizmutu, żelaza i rtęci.

Uzupełnij tabelkę

Probówka	Kolor osadu	Postać osadu	Sposób oddzielenia osadu od roztworu
1			
2			
3			
4			

II: Wybrane reakcje jonów Ag^+ , Cu^{2+} , Bi^{3+} , Cd^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , NH_4^+ , Mg^{2+} .

II-1 Reakcje jonów Ag^+ z kwasami i zasadami

Przygotuj pięć probówek. Do każdej dodaj 2-3 krople roztworu AgNO_3 . Następnie do probówki pierwszej dodaj 2-3 krople 1M HCl , do drugiej 1M H_2SO_4 , do trzeciej 1M HNO_3 , do czwartej 1M NaOH , do piątej 1M $\text{NH}_3\text{H}_2\text{O}$. Czy w każdej probówce wytrącają się osady? Zapisz równania reakcji (jonowo) i obserwacje:

Probówka 1:

Probówka 2

Probówka 3

Probówka 4

Probówka 5

Jaki byłby wynik reakcji gdyby zamiast HCl, H₂SO₄, HNO₃ użyć odpowiednio NaCl, Na₂SO₄, NaNO₃? Dlaczego?

II-2 Właściwości AgCl

A. Wytrąć AgCl w probówce zwykłej i probówce wirówkowej. Zapisz równanie reakcji. Do probówek w których wtrącił się osad dodaj nadmiar odczynnika strącającego. Dobrze wymieszaj zawartość probówek. Czy któryś osad się rozpuścił lub zmienił barwę? Zapisz obserwacje i równania reakcji (jonowo)

B. Probówkę zwykłą z osadem chlorku srebra odłóż na 15-20 minut. Czy zaszły jakieś zmiany? Zapisz obserwacje.

C. Osad w probówce wirówkowej odwiruj i oddziel od roztworu (dekantacja). Do osadu dodaj stężony roztwór amoniaku. Zapisz równanie reakcji i obserwacje.

D. Zmień pH na odczyn kwasowy dodając 6M HNO₃ (pod wyciągiem, upewni się czy odczyn jest kwasowy (papierek). Czy nastąpiła jakaś reakcja? Zapisz obserwacje i równanie reakcji (jonowo).

II-3 Reakcje Cu²⁺, Bi³⁺, Cd²⁺ z roztworem amoniaku

A. Przygotuj dwie probówki zwykłe i jedną wirówkową. Do pierwszej zwykłej probówki dodaj kilka kropli roztworu Cu(NO₃)₂, do drugiej Cd(NO₃)₂ a do probówki wirówkowej Bi(NO₃)₃. Następnie do każdej probówki dodaj kroplami roztwór amoniaku do pojawienia się osadu. Nie więcej! Zapisz obserwacje i równania reakcji w tabelce.

Kation	+ amoniak	
	reakcja (jonowo)	kolor osadu
Cu^{2+}		
Cd^{2+}		
Bi^{3+}		

B. Kontynuuj dodawanie kroplami roztworu amoniaku. Czy wszystkie osady rozpuściły się w nadmiarze amoniaku? Zapisz reakcje i obserwacje w tabelce:

Osad	+ amoniak	
	reakcja (jonowo)	obserwacje

C. Nierozpuszczalny w nadmiarze amoniaku osad wodorotlenku bizmutu odwiruj i oddziel od roztworu. Do osadu dodaj roztwór cyninu sodowego (mieszanina SnCl_2 i NaOH). Obserwuj czernienie osadu. Zapisz równanie reakcji (w oparciu o bilans elektronowy).

II-4 Identyfikacja jonów Ni^{2+} , Co^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Cr^{3+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , NH_4^+ , Mg^{2+}

Ni^{2+}

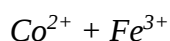
- Do probówki zwykłej wlej kilka kropli roztworu $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$. Dodaj dimetylogliksym. Następnie dodaj rozcieńczonego roztworu amoniaku do zobojętnienia lub lekko zasadowego środowiska. Obserwuj powstawanie różowego osadu. Narysuj wzór powstałego związku. Jakiego typu to jest związek? Jaki jest rodzaj wiązania pomiędzy nikiem a dimetylogliksym?



- Do probówki zwykłej wlej kilka kropli roztworu $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$. Dodaj KSCN (lub NH_4SCN). Dodaj alkohol amylowy. Wyekstrahuj powstający kompleks kobaltu do warstwy alkoholowej. Obserwuj jej niebieskie zabarwienie. Zapisz równanie reakcji.



- Do probówki zwykłej wlej kilka kropli roztworu FeCl_3 . Dodaj KSCN (lub NH_4SCN). Obserwuj krwistoczerwone zabarwienie roztworu. Zapisz równanie reakcji.



- Do probówki zwykłej wlej kilka kropli roztworu $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ i FeCl_3 . Dodaj KSCN (lub NH_4SCN). Dodaj alkohol amylowy. Wyekstrahuj. Zapisz reakcje i obserwacje.
- Do probówki zwykłej wlej kilka kropli roztworu $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ i FeCl_3 . Do mieszaniny dodaj kilka kropel roztworu zawierającego jony SCN^- . Następnie dodawaj kroplami roztworu fluorku amonu aż do zaniku "smoczej krwi" (mieszaj). Do tak przygotowanej mieszaniny dodaj alkoholu amylowego i wstrząśnij (w razie potrzeby dodaj więcej jonów SCN^-). Zapisz obserwacje i wszystkie zachodzące reakcje.



- Umieść na parownicze małą ilość Pb_3O_4 (minia). Bezpośrednio na minię dodaj 1-2 krople roztworu MnCl_2 . Dodaj stężony HNO_3 (pod wyciągiem). Ostrożnie

wymieszaj. Obserwuj pojawianie się fioletowego zabarwienia. W przypadku braku objawów reakcji ogrzej na płycie grzejnej. Zapisz równanie reakcji i uzupełnij współczynniki w oparciu o bilans elektronowy.



- Do probówki zwykłej wlej kilka kropli roztworu $CrCl_3$. Dodaj kroplami roztworu NaOH do wytrącenia osadu. Zapisz w tabelce równanie reakcji (reakcja 1).
- Dodaj następne porcje NaOH tak by osad się rozpuścił (mieszaj). Zapisz w tabelce równanie reakcji (reakcja 2).
- Dodaj wody utlenionej i ogrzewaj na łaźni wodnej. Obserwuj zmianę zabarwienia z zielonej na żółtą. Zapisz w tabelce równanie reakcji (reakcja 3).
- Wyjmij probówkę z łaźni wodnej. Odłóż do ostygnięcia. W międzyczasie przygotuj w probówce zwykłej mieszaninę Lehnera ($H_2O_2 + H_2SO_4 + \text{eter}$). Do mieszaniny Lehnera energicznie lecz ostrożnie dolej żółty roztwór chromianu. Obserwuj niebieskie zabarwienie warstwy eterowej. Zapisz w tabelce równanie reakcji (reakcja 4).
- Odstaw próbkę i po czasie obserwuj zabarwienie warstwy wodnej i eterowej. Zapisz w tabelce równanie reakcji (reakcja 5).

	Reakcja	Obserwacje
1		
2		
3		
4		
5		



- Do probówki zwykłej wlej kilka kropli roztworu $Zn(NO_3)_2$. Dodaj kilka kropli

roztworu $(\text{NH}_4)_2\text{Hg}(\text{SCN})_4$ (lub $\text{K}_2\text{Hg}(\text{SCN})_4$). Obserwuj powstawanie białego osadu. Zapisz w tabelce równanie reakcji (reakcja 1).

- Do probówki zwykłej wlać kilka kropli roztworu $(\text{NH}_4)_2\text{Hg}(\text{SCN})_4$ (lub $\text{K}_2\text{Hg}(\text{SCN})_4$) i 0,02% CoCl_2 . Następnie dodaj roztwór $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$. Obserwuj wytrącanie się jasnobłękitnego osadu. Zapisz w tabelce równanie reakcji (reakcja 2).
- Do probówki zwykłej wlej kilka kropli roztworu $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$. Dodaj kilka kropli roztworu $(\text{NH}_4)_2\text{Hg}(\text{SCN})_4$ (lub $\text{K}_2\text{Hg}(\text{SCN})_4$). Obserwuj powstawanie grantowego osadu. Zapisz w tabelce równanie reakcji (reakcja 3).

	Reakcja	Obserwacje
1		
2		
3		

Al^{3+}

- Do obojętnego roztworu AlCl_3 (sprawdź i w razie potrzeby zmień pH) dodaj kilka kropli aluminium i ogrzewaj na łaźni wodnej. Obserwuj powstawanie czerwonego lub różowego galaretowanego osadu

NH_4^+

- Umieść niewielką ilość roztworu soli amonowej na szkiełku zegarkowym. Dodaj 1M NaOH . Trzymając nad parowniczką zwilżony papier lakmusowy. Obserwuj niebieskie (lub zielone) zabarwienie papierka. Zapisz jonowo równanie reakcji.
- Umieść niewielką ilość roztworu soli amonowej w probówce. Dodaj odczynnika Nesslera. Obserwuj wytrącanie się osadu. Zapisz obserwacje i równanie reakcji.



- Przeprowadź reakcje jonów Mg^{2+} z magnezonem w obecności NaOH. Obserwuj niebieskie zabarwienie roztworu lub powstawanie osadu.

III Wybrane reakcje anionów: Cl^- , Br^- , I^- , NO_2^- , NO_3^- , CH_3COO^- , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , PO_4^{3-}

III-1 Wykrywanie utleniaczy i reduktorów

	SO_4^{2-}	Cl^-	CH_3COO^-	Br^-	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	NO_2^-	I^-	CO_3^{2-}	PO_4^{3-}	NO_3^-
+ KMnO_4										
+KI										

A. Wykrywanie reduktorów

- Do osobnych probówek zwykłych wlej 2-3 krople roztworu każdego z w/w anionów. Dodaj kroplę rozcieńczonego H_2SO_4 . Dodaj 1 kroplę KMnO_4 . Pomieszaj (ewentualnie ogrzej). Obserwuj przebieg reakcji. Które z badanych anionów reagują z KMnO_4 . Zapisz równania reakcji i uzupełnij tabelkę wpisując + (gdy reakcja zachodzi) lub – (gdy reakcja nie zachodzi).

B. Wykrywanie utleniaczy

- Do osobnych probówek zwykłych wlej 2-3 krople roztworu każdego z w/w anionów. Dodaj kroplę rozcieńczonego HCl . Dodaj 1-2 krople roztworu KI. Pomieszaj. Obserwuj przebieg reakcji. Które z badanych anionów reagują z KI?. Zapisz równania reakcji i uzupełnij tabelkę wpisując + (gdy reakcja zachodzi) lub – (gdy reakcja nie zachodzi).

III-2 Reakcje jonów I^- , Br^- z wodą chlorową.

- Do niewielkiej ilości roztworu KI dodaj chloroform tak by wyraźnie były widoczne dwie warstwy. Dodaj wody chlorowej. Energicznie wytrząsaj. Obserwuj zabarwienie warstwy chloroformowej (gdyby warstwa chloroformowa była bezbarwna, dodaj kroplę HCl). Zapisz obserwację i równanie reakcji.
- Do niewielkiej ilości roztworu KBr dodaj chloroform tak by wyraźnie były widoczne dwie warstwy. Roztwór zakwaszamy kwasem solnym. Dodaj wody chlorowej. Energicznie wytrząsaj. Obserwuj zabarwienie warstwy chloroformowej. Zapisz obserwację i równanie reakcji.
- Zmieszaj niewielkie ilości roztworów KI i KBr. Dodaj chloroform tak by wyraźnie były widoczne dwie warstwy. Dodaj 2-3 krople wody chlorowej. Energicznie wytrząsaj. Obserwuj zabarwienie warstwy chloroformowej (gdyby warstwa chloroformowa była bezbarwna, dodaj kroplę HCl). Zapisz równanie reakcji i obserwację.
- Dodaj kolejne porcje wody chlorowej, wytrząsaj. Czynność powtarzaj aż do odbarwienia się warstwy chloroformowej. Zapisz równanie reakcji

- Dodaj kolejne porcje wody chlorowej, kroplę kwasu solnego i wytrząsaj. Obserwuj zabarwienie warstwy organicznej. Zapisz obserwacje i równanie reakcji.

III-3. Reakcje anionów CO_3^{2-} , CH_3COO^- , NO_2^- , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ z 1M H_2SO_4

	+ H_2SO_4 - obserwacje
CO_3^{2-}	
CH_3COO^-	
NO_2^-	
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	

- W zwykłej probówce przeprowadź reakcje jonów CO_3^{2-} z 1M H_2SO_4 . Jakie są objawy reakcji? Zapisz równanie reakcji. Uzupełnij tabelkę.
- Na szkiełku zegarkowym przeprowadź reakcje jonów CH_3COO^- z 1M H_2SO_4 . Zbadaj zapach po reakcji. Zapisz równanie reakcji. Uzupełnij tabelkę.
- W zwykłej probówce (lub na szkiełku zegarkowym) przeprowadź reakcje jonów NO_2^- z 1M H_2SO_4 . Jakie są objawy reakcji? Zapisz równanie reakcji. Uzupełnij tabelkę.

- W zwykłej probówce (lub na szkiełku zegarkowym) przeprowadź reakcje jonów $S_2O_3^{2-}$ z 1M H_2SO_4 . Jakie są objawy reakcji? Zapisz równanie reakcji. Uzupełnij tabelkę.

III-4 Reakcja obrączkowa dla NO_2^- i NO_3^-

- Do niewielkiej ilości roztworu z jonami NO_2^- dodaj roztwór $FeSO_4$. Następnie powoli dodaj kroplami po ścianie nachylonej probówki **rozcieńczony** H_2SO_4 , podwarstwiając roztwór. Obserwuj w miejscu zetknięcia się obu warstw brunatną obrączkę. Zapisz równanie reakcji.
- Do niewielkiej ilości roztworu z jonami NO_3^- dodaj roztwór $FeSO_4$. Następnie powoli dodaj kroplami po ścianie nachylonej probówki **stężony** H_2SO_4 , podwarstwiając roztwór. Obserwuj w miejscu zetknięcia się obu warstw brunatną obrączkę. Zapisz równanie reakcji.

III-5 Reakcja jonu PO_4^{3-} z mieszaniną magnezową.

- Do probówki zwykłej wlej kilka kropel roztworu zawierającego anion PO_4^{3-} . Dodaj roztwór mieszaniny magnezowej. Obserwuj wytrącenie się osadu. Zapisz równanie reakcji.

III-6 Rozróżnienie osadów: BaCO_3 , $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$, BaSO_4

- Przygotuj trzy probówki wirówkowe. Do pierwszej wlej kilka kropel roztworu jonów CO_3^{2-} , do drugiej PO_4^{3-} do trzeciej SO_4^{2-} . Następnie do każdej dodaj kilka kropel roztworu BaCl_2 , tak by wtrącił się osad. Zapis równania reakcji i kolor osadu.
- Oddziel osad od roztworu. Do osadu dodaj 1M HNO_3 . Czy któryś osad się rozpuścił? Zapisz równania reakcji.

IV: Rozdział i identyfikacja mieszaniny kationów: Ag^+ , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} , Al^{3+} , NH_4^+

W próbówce wirówkowej zmieszaj niewielką ilość kationów Ag^+ , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} , Al^{3+} , NH_4^+

Wykrycie obecności jonu NH_4^+

Niewielką ilość roztworu analizy wlej na parowniczkę i dodaj do niego stężonego roztworu NaOH lub KOH . Papierek wskaźnikowy zwilż wodą destylowaną. Umieść parowniczkę na płycie grzejnej. Nad parowniczką umieść zwilżony papierek. Zaobserwuj zmiany zabarwienia papierka oraz charakterystyczny zapach wydzielającego się amoniaku. Zapisz równanie reakcji.

Oddzielenie jonów Ag^+ od jonów Mn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} , Al^{3+}

Do mieszaniny kationów dodawaj kroplami HCl do całkowitego wytrącenia osadu. Odwiruj, sprawdź całkowitość wytrącenia, oddziel osad (O1) od roztworu (R1). Zapisz jonowo odpowiednie równania reakcji.

Potwierdzenie obecności jonów Ag^+

Do osadu (O1) dodaj stężony roztwór amoniaku do całkowitego rozpuszczenia osadu. Zapisz jonowo równanie reakcji.

Następnie dodaj 6M HNO_3 do wytrącenia białego osadu. Zapisz jonowo równanie reakcji i zachowaj próbkę z osadem do sprawdzenia (P1).

Oddzielenie jonów Mn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} od Zn^{2+} , Al^{3+}

Do roztworu (R1) dodaj NaOH do uzyskania odczynu zasadowego, następnie dodaj H_2O_2 . Ogrzewaj na łaźni wodnej 5 minut. Odwiruj, sprawdź całkowitość wytrącenia, oddziel wytrącony osad (O2) od roztworu (R2). Zapisz jonowo zachodzące równania reakcji.

Oddzielenie jonów Mn^{2+} od Cu^{2+} , Fe^{3+}

Do osadu (O2) dodaj 1M H_2SO_4 . Dobrze wymieszaj bagietką. Oddziel nierozpuszczony osad (O3) od roztworu (R3). Zapisz obserwacje i jonowo równania reakcji.

Potwierdzenie obecności jonów Mn^{2+}

Na parownicze do osadu (O3) dodaj stężony H_2SO_4 i ogrzewaj do ukazania się białych dymów. Po schłodzeniu dodaj minę, i stężony. HNO_3 . Ogrzej. Pojawienie się fioletowego zabarwienia świadczy o obecności jonów Mn^{2+} . Zapisz jonowo równanie reakcji i zachowaj probówkę do sprawdzenia (P2).

Oddzielenie jonów Cu^{2+} i Fe^{3+}

Do roztworu (R3) dodaj roztwór amoniaku do uzyskania odczynu zasadowego i dodatkowo 2 krople nadmiaru. Oddziel powstały osad (O4) od roztworu (R4). Zapisz obserwacje i jonowo równania reakcji.

Potwierdzenie obecności jonów Cu^{2+}

Ciemnoniebieskie zabarwienie roztworu (R4) świadczy o obecności jonów Cu^{2+} . Zachowaj część tego roztworu do sprawdzenia (P3).

Potwierdzenie obecności jonów Fe^{3+}

Dodaj do osadu (O4) HCl , ogrzewaj na łaźni wodnej, mieszając w razie potrzeby, aż do rozpuszczenia osadu. Sprawdź czy odczyn roztworu jest mocno kwaśny. Zapisz jonowo równanie reakcji. dodaj dwie krople NH_4SCN , zapisz jonowo równanie reakcji i obserwacje. Zachowaj probówkę do sprawdzenia (P4).

Oddzielenie jonów Zn^{2+} i Al^{3+}

Do roztworu (R2) dodaj kroplami HNO_3 do odczynu kwaśnego. Następnie dodawaj kroplami roztworu amoniaku do pojawienia się galaretowatego osadu. Oddziel powstały osad (O5) od roztworu (R5). Zapisz jonowo równanie reakcji.

Potwierdzenie obecności jonów Al^{3+}

Rozpuść galaretowaty osad (O5) w 6M HCl. Dodaj trzy krople aluminionu oraz NH_3H_2O do uzyskania odczynu zasadowego. Powstanie czerwonego laku świadczy o obecności jonów Al^{3+} . Zapisz równanie reakcji i zachowaj probówkę z osadem do sprawdzenia (P5).

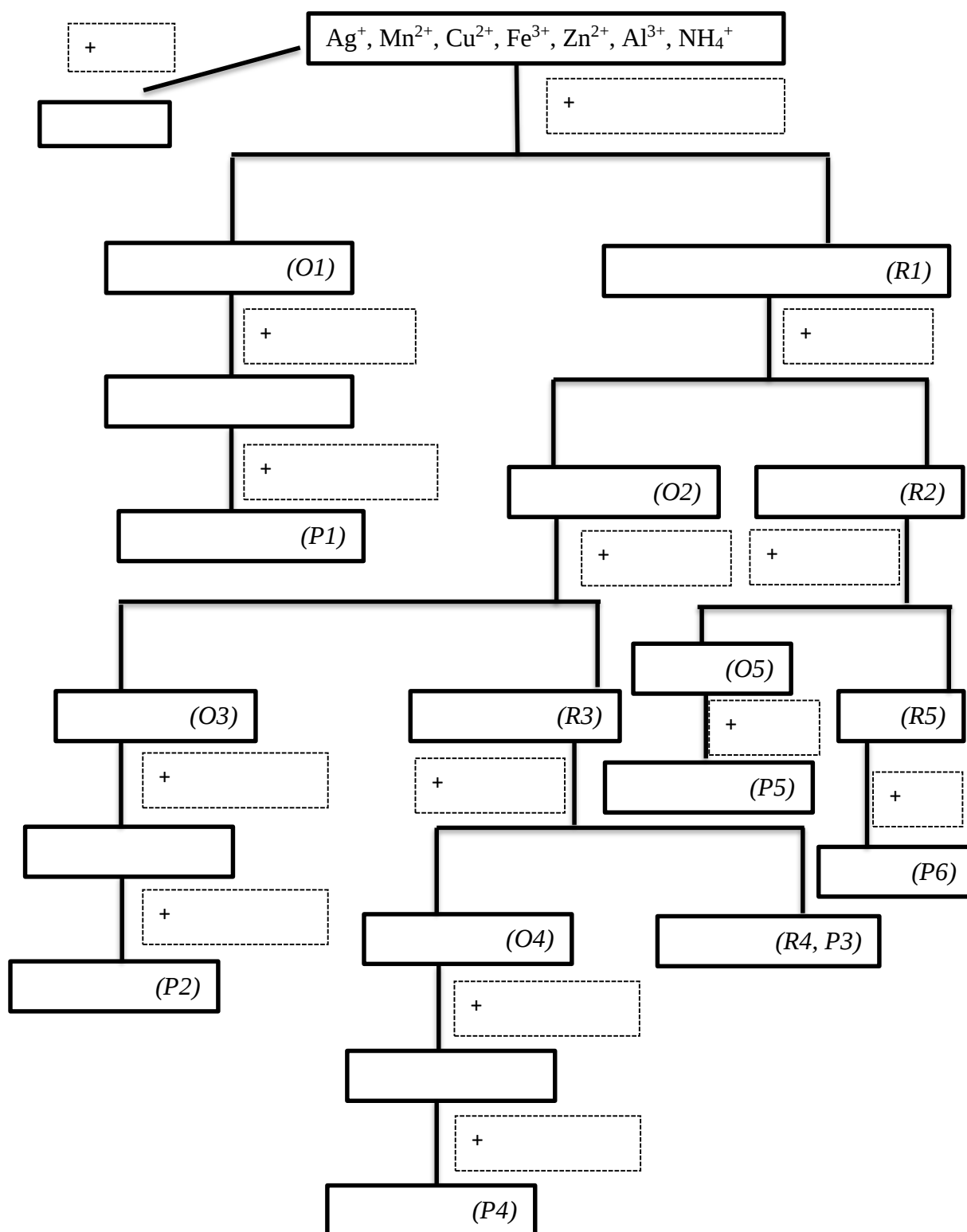
Potwierdzenie obecności jonów Zn^{2+}

Do roztworu (R5) dodaj kroplami HCl do odczynu lekko kwaśnego. Następnie dodaj dwie krople $K_4[Fe(CN)_6]$. Powstanie białego osadu świadczy o obecności jonów Zn^{2+} . Zapisz jonowo równanie reakcji. Zachowaj probówkę do sprawdzenia (P6).

Sprawozdanie:

- ✓ zapisanie jonowo wymienione w ćwiczeniu reakcje.
- ✓ pokazanie probówek P1-P6 z pozytywną reakcją potwierdzającą obecność badanego kationu
- ✓ zapisanie wzorów i nazw związków w probówkach P1-P6

✓ uzupełnić schemat wpisując odpowiednie wzory



V: Odmierzanie objętości za pomocą pipety jednomiarowej. Przygotowanie mianowanego roztworu Na_2CO_3 . Nastawianie miana roztworu HCl . Oznaczanie zasady sodowej.

Odmierzanie objętości za pomocą pipety jednomiarowej.

Student ma za zadanie przenieść do kolby miarowej określoną liczbę pipet jednomiarowych o pojemności 10,00 mL wody destylowanej. Przed przystąpieniem do wykonania tego ćwiczenia należy dokładnie umyć wnętrze kolby miarowej o pojemności 100,0 mL tak, aby uzyskać jednorodną zwilżalną przez wodę destylowaną powierzchnię. Podobnie należy umyć pipetę jednomiarową o pojemności 10,00 mL.

Czystą, suchą z zewnątrz i podpisaną kolbę miarową należy wraz z dziennikiem laboratoryjnym przekazać asystentowi. Po otrzymaniu ich z powrotem do wnętrza kolby trzeba przenieść za pomocą pompki do pipet taką liczbę pipet wody destylowanej, jaką wskazano w dzienniku laboratoryjnym. Kolba miarowa musi pozostać sucha z zewnątrz – dokładność pracy sprawdzona zostanie wagowo przez asystenta, któremu po zakończeniu ćwiczenia należy przekazać kolbę, wraz z dziennikiem laboratoryjnym.

Przygotowanie mianowanego roztworu Na_2CO_3 $c(\text{Na}_2\text{CO}_3) \approx 0,05 \text{ mol/l}$

W naczynku wagowym przygotować wstępnie na wadze technicznej odważkę ok. 0,55 g bezwodnego węglanu sodu i zważyć ją na wadze analitycznej z dokładnością do 0,0001 g. Przenieść substancję do kolby miarowej o poj. 100,0 mL, rozpuścić w wodzie destylowanej i dopełnić wodą do kreski. Zważyć puste naczynko wagowe na wadze analitycznej, obliczyć masę substancji przeniesionej do kolby i obliczyć stężenie molowe otrzymanego roztworu. Wymieszać. $M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 105,99 \text{ g/mol}$

Nastawianie miana roztworu HCl $C(\text{HCl}) \approx 0,1 \text{ mol/l}$

Należy przygotować ok. 0,1 mol/l roztwór HCl poprzez odmierzenie do butelki 450 mL wody destylowanej a następnie odmierzenie przy pomocy cylindra miarowego 50 mL roztworu HCl o $c = 1 \text{ mol/l}$. Po wymieszaniu należy nastawić miano tak powstałego roztworu wykorzystując roztwór mianowany Na_2CO_3 .

Odmierzyć pipetą pełną 10,00 mL mianowanego roztworu Na_2CO_3 i przenieść do kolby stożkowej z szeroką szyjką, dodać 2 krople roztworu oranżu metylowego i miareczkować roztworem kwasu solnego do zmiany zabarwienia roztworu z żółtego na przejściowe żółto-pomarańczowe. Miareczkowanie powtórzyć jeszcze dwukrotnie.

Zanotować:

1. Równanie reakcji.
2. Obliczyć stężenie molowe HCl

Oznaczanie zasady sodowej

Otrzymany w kolbie miarowej o poj. 100,0 mL roztwór zawierający próbkę NaOH rozcieńczyć wodą destylowaną do kreski. Wymieszać. Pobrać pipetą pełną 10,00 mL tego roztworu i przenieść do kolby stożkowej, dodać 2 krople oranżu metylowego i miareczkować mianowanym roztworem kwasu solnego do zmiany zabarwienia z żółtego na przejściowe żółto-pomarańczowe. Oznaczenie powtórzyć jeszcze dwukrotnie.

Sprawozdanie:

1. Równanie reakcji.
2. Obliczyć zawartość NaOH w otrzymanym do oznaczenia roztworze. Wynik podać w gramach.

$M(\text{NaOH}) = 40,00 \text{ g/mol}$

VI: Przygotowanie mianowanego roztworu NaOH, Oznaczania kwasu octowego

Przygotowanie mianowanego roztworu NaOH

Przygotowanie i nastawianie miana roztworu NaOH $C(\text{NaOH}) \approx 0,1 \text{ mol/l}$

Należy przygotować ok. 0,1 mol/l roztwór NaOH poprzez odmierzenie do butelki 450 mL wody destylowanej a następnie odmierzenie przy pomocy cylindra miarowego 50 mL roztworu NaOH o $c = 1 \text{ mol/l}$. Po wymieszaniu należy nastawić miano tak powstałego roztworu wykorzystując uprzednio przygotowany roztwór mianowany HCl.

Odmierzyć pipetą pełną 10,00 ml mianowanego roztworu HCl i przenieść do kolby stożkowej z szeroką szyjką, dodać 2 krople roztworu oranżu metylowego i miareczkować roztworem NaOH do zmiany barwy z czerwonej na wyraźnie żółtą. Miareczkowanie powtórzyć jeszcze dwukrotnie.

Zanotować:

1. Równanie reakcji.
2. Obliczyć stężenie molowe HCl

Oznaczania kwasu octowego

Otrzymany w kolbie miarowej o poj. 100,0 mL roztwór zawierający CH_3COOH rozcieńczyć wodą destylowaną do kreski. Wymieszać. Pobrać pipetą pełną 10,00 mL tego roztworu i przenieść do kolby stożkowej, dodać 10 krople roztworu fenoloftaleiny i miareczkować mianowanym roztworem NaOH do pojawienia się czerwonej barwy, utrzymującej się przez min. 30 s. Oznaczenie powtórzyć jeszcze dwukrotnie.

Sprawozdanie:

1. Równanie reakcji.
2. Obliczyć zawartość CH_3COOH w otrzymanym do oznaczenia roztworze. Wynik podać w gramach.

$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60,05 \text{ g/mol}$

VII: Manganometryczne oznaczenie nadtlenku wodoru

Manganometryczne oznaczenie nadtlenku wodoru

Otrzymany w kolbie miarowej o pojemności 100,0 mL roztwór zawierający H_2O_2 rozcieńczyć wodą destylowaną do kreski. Wymieszać. Pobrać pipetą pełną 10,0 mL tego roztworu i przenieść do kolby stożkowej, dodać 20 mL 1 mol/L H_2SO_4 i rozcieńczyć wodą destylowaną do ok. 80 mL. Miareczkować mianowanym roztworem manganianu(VII) potasu do trwałego bladnoróżowego zabarwienia utrzymującego się przez ok. 30 s. Oznaczenie powtórzyć jeszcze przynajmniej dwukrotnie. Napisać reakcję pomiędzy titrantem a analitem i obliczyć zawartość H_2O_2 w otrzymanym do oznaczenia roztworze. Wynik podać w gramach.

KMnO_4 o stężeniu 0,02000 mol/L – studenci otrzymują gotowy titrant;

$M(\text{H}_2\text{O}_2) = 34,00 \text{ g/mol}$

VIII: Kompleksometryczne oznaczanie jonów cynku. Obliczanie precyzji własnej (CV, RSD), dokładności metody (błąd względny i bezwzględny, granice przedziału ufności).

Kompleksometryczne oznaczanie jonów cynku

Przed przystąpieniem do analizy należy przygotować mianowany roztwór kompleksonu III, który sporządza się z odważki wersenianianu dwusodowego.

W naczynku wagowym przygotować wstępnie na wadze technicznej odważkę ok. 1,9 g bezwodnego wersenianu dwusodowego i zważyć ją na wadze analitycznej z dokładnością do 0,0001 g. Przenieść substancję ilościowo do kolby miarowej o pojemności 250,0 mL, rozpuścić w wodzie destylowanej i dopełnić wodą do kreski. Wymieszać. Zważyć puste naczynko wagowe na wadze analitycznej, obliczyć masę substancji przeniesionej do kolby i obliczyć stężenie molowe otrzymanego roztworu. Wersenian dwusodowy rozpuszcza się powoli, dlatego należy najpierw rozpuścić całkowicie substancję w trzech czwartych objętości potrzebnej wody a po rozpuszczeniu dopełnić wodą do kreski.

$M(\text{EDTA} \cdot \text{Na}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 372,24 \text{ g/mol}$

Otrzymany roztwór, zawierający sól cynku, rozcieńczyć w kolbie miarowej o pojemności 100,0 mL wodą destylowaną do kreski. Wymieszać. Odmierzyć pipetą pełną 10,00 mL tego roztworu i przenieść do kolby stożkowej. Rozcieńczyć wodą destylowaną do ok. 100 mL, dodać 5 mL roztworu buforu amonowego ($\text{pH} = 10$) oraz szczyptę wskaźnika – czerni eriochromowej T (wskaźnik dodawać stopniowo, ciągle mieszając, aż do uzyskania barwy winnoczerwonej). Miareczkować przygotowanym roztworem kompleksonu III aż do zmiany barwy z winnoczerwonej na stalowoniebieską. Miareczkowanie powtórzyć jeszcze przynajmniej dwukrotnie.

Obliczyć zawartość cynku w otrzymanej do oznaczenia próbce. Wynik podać w gramach.

$M(\text{Zn}) = 65,38 \text{ g/mol}$

Obliczanie precyzji własnej (CV, RSD), dokładności metody (błąd względny i bezwzględny), granic przedziału ufności.

Precyzja analizy jest obliczana na podstawie rzeczywistej wartości zmiennej - objętości titranta, zużywanego w poszczególnych miareczkowaniach. Jej miarą jest odchylenie standardowe σ , określane na podstawie parametru s , wyliczanego ze wzoru:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$
, gdzie x_i – wynik pojedynczego miareczkowania, n – liczba miareczkowań, $\bar{x}$ – średnia ze wszystkich miareczkowań; funkcja w programie Excel: „odch.standard.próbki” lub funkcja w niektórych modelach kalkulatorów „ σ_{n-1} ”

Precyzję można określić także niezależnie od jednostek pomiaru i przedstawić ją w procentach, za pomocą współczynnika zmienności CV% (lub oznaczanego RSD%), wyliczanego ze wzoru:

$$\text{CV\%} = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

Obliczyć wartości s i CV%. Dokładność analizy należy podać w postaci wartości względnej, odnosząc otrzymany wynik analizy do wartości referencyjnej (podanej przez prowadzącego). Po podaniu przez asystenta prawidłowego wyniku analizy miareczkowej, obliczamy:

-błąd bezwzględny $\Delta x = X - x_0$, gdzie X – wartość otrzymana x_0 - wartość rzeczywista (podana przez prowadzącego)

-błąd względny [%] $\delta x = \frac{100|\Delta x|}{|x_0|}$

- granice przedziału ufności, dla trzech miareczkowań i 95% prawdopodobieństwa wyliczamy na podstawie wzoru $\Delta = t \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$, gdzie $t_{95\%,2}=4,303$. Wynik podajemy jako: $\bar{x} \pm \Delta$

REGULAMIN ZAJĘĆ DYDAKTYCZNYCH
Katedry i Zakładu Podstaw Nauk Chemicznych
Wydziału Farmaceutycznego
Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu
w roku akademickim 2025/2026
dla

Biologia Medyczna – rok I, semestr I

Przedmiot: Chemia Ogólna i Analityczna – ćwiczenia laboratoryjne

Zgodnie z regulaminem studiów obowiązującym na Uniwersytecie Medycznym we Wrocławiu uczestnictwo w zajęciach laboratoryjnych **jest obowiązkowe** (regulamin studiów §13). Dopuszcza się nieobecności usprawiedliwione. Nieobecności na ćwiczeniach usprawiedliwiają zwolnienia lekarskie oraz przyczyny losowe (po akceptacji prowadzącego grupę). Zgodnie z regulaminem studiów (§13), „W przypadku nieobecności, o przyczynie i przewidywanym czasie trwania nieobecności student jest zobowiązany **niezwłocznie** powiadomić osobę prowadzącą zajęcia, na których był nieobecny, wysyłając maila z adresu w domenie student.umw.edu.pl”. Oraz (§13): „Nieobecność na zajęciach wymaga dostarczenia za pośrednictwem poczty elektronicznej z adresu w domenie student.umw.edu.pl formalnego usprawiedliwienia wystawionego przez właściwy podmiot zewnętrzny”. **Niezwłocznie** po ustaniu nieobecności oryginał dokumentu, stanowiący podstawę do usprawiedliwienia należy dostarczyć do osoby prowadzącej zajęcia.

Zaległe ćwiczenia należy odrobić. Odrobienie zajęć następuje w formie i terminie uzgodnionym z osobą prowadzącą zajęcia, co należy uczynić **niezwłocznie po ustaniu przyczyny nieobecności**.

1. Organizacja zajęć
 - Ćwiczenia laboratoryjne odbywają się zgodnie z Harmonogramem Zajęć
 - Student ma obowiązek wydrukować instrukcję do wszystkich ćwiczeń, połączyć trwale (np. zbindować, zgrzać) i przynieść je na pierwsze i kolejne zajęcia. **Brak instrukcji będzie skutkowało nie dopuszczeniem do zajęć. Do zajęć z analizy ilościowej wymagany jest dodatkowy zeszyt 16-kartkowy w kratkę.**
 - Student zobowiązany jest stawiać się punktualnie na zajęcia z odpowiednim przygotowaniem teoretycznym, posiadać wiedzę niezbędną do zrozumienia ćwiczeń i praktycznego ich wykonania.
 - Wejście na pracownię możliwe jest tylko w fartuchu laboratoryjnym, obuwiu zmiennym
 - Student zajmuje przydzielone mu miejsce
 - Obecność w pracowni obowiązuje przez cały czas trwania ćwiczeń. Studentowi wolno wcześniej opuścić pracownię po uprzednim zgłoszeniu osobie prowadzącej ćwiczenia
 - W pracowni należy zachować ciszę i spokój i unikać wszelkich czynności niezwiązanych z wykonywanymi ćwiczeniami. Nie dopuszcza się używania wszelkiego rodzaju urządzeń mobilnych (smartfony, tablety itp.)
 - Po skończonych zajęciach swoje stanowisko pracy należy pozostawić nienagannym stanie. Za stan pracowni odpowiadają dyżurni, którzy opuszczają sale jako ostatni
 - Po ostatnich ćwiczeniach, aby otrzymać zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych należy zdać pobrane na początku roku akademickiego szkło 1:1

2. Zaliczenie zajęć

- Praktyczne wykonanie wszystkich ćwiczeń
- Zaakceptowanie przez prowadzącego ćwiczenia uzupełnionej instrukcji. Instrukcje muszą być zaakceptowane nie później do dnia zakończenia zajęć dydaktycznych
- Zaliczenie kolokwium. W trakcie semestru przewidziane są dwa kolokwia. Kolokwium pierwsze odbędzie się na zajęciach czwartych, kolokwium drugie na zajęciach ósmych. Za kolokwium można uzyskać 100ptk. Kolokwium jest zaliczone jeśli student otrzyma co najmniej 60ptk na 100 możliwych. W przypadku nie zaliczenia kolokwium, student ma prawo do kolokwium poprawkowego. Terminy kolokwium poprawkowych zostaną ustalone w porozumieniu ze starostą roku.
- zdanie pobranego drobnego sprzętu laboratoryjnego

3. Zasady BHP

- W trakcie pracy ze stałymi lub stężonymi substancjami żrącymi oraz innych niebezpiecznych operacji należy używać odpowiednich okularów i rękawic ochronnych.
- Wszystkie prace z substancjami łatwopalnymi, toksycznymi, cuchnącymi należy bezwzględnie prowadzić pod włączonym wyciągiem lub dygestorium.
- Probówkę, w której ogrzewa się ciecz, należy trzymać otworem skierowanym od siebie oraz w stronę gdzie nie znajdują się inne osoby.
- Podczas przeprowadzania jakiegokolwiek reakcji chemicznej nie wolno nachylać się nad naczyniem, w którym ona zachodzi.
- Wszelkie operacje i doświadczenia należy wykonywać ściśle według podanych instrukcji.
- Podczas odwirowywania osadów za pomocą wirówek, wyważone próbki wirówkowe należy umieszczać parami, w przeciwnych gniazdach. Niedozwolone jest hamowanie wirówki ręką!
- Do ćwiczeń laboratoryjnych nie wolno używać probówek oraz innych szklanych naczyń laboratoryjnych, które uległy uszkodzeniom (pęknięcia, stłuczone brzegi itp.).
- Podczas pracy z substancjami łatwopalnymi należy zachować szczególną ostrożność i nie zbliżać się do otwartego ognia.
- Przy wszystkich pracach w laboratorium należy zachować ostrożność.
- Student powinien bacznie uważać, aby substancje, z którymi pracuje nie przedostały się na skórę rąk, twarzy a zwłaszcza oczu. Jeżeli jednak do tego dojdzie należy bezzwłocznie spłukać miejsce skażone dużą ilością wody wodociągowej i poinformować osobę prowadzącą ćwiczenia.
- W przypadku zaistnienia wypadku przy pracy, skaleczeniu, oparzeniu, złym samopoczuciu należy natychmiast udzielić poszkodowanemu pierwszej pomocy, a przede wszystkim zgłosić to do prowadzącego zajęcia.
- W wypadku ogłoszenia alarmu, pożaru itp. nie należy wywoływać paniki lecz natychmiast poinformować obsługę pracowni i opuścić budynek, kierując się oznakowaniem ewakuacyjnym.

Oświadczam, że zapoznałem się z „Regulaminem zajęć dydaktycznych”. Powyższe zasady się dla mnie zrozumiały i zobowiązuję się do ich przestrzegania.