

Uniwersytet Warszawski
Wydział Chemii

Pracownia Chemii Ogólnej i Analitycznej

skrypt dla studentów
Wydziału Biologii UW

pod redakcją
Magdaleny Maj-Żurawskiej
i Elżbiety Wagner-Czauderna



Uniwersytet Warszawski
Wydział Chemii

Pracownia Chemii Ogólnej i Analitycznej

**skrypt dla studentów
Wydziału Biologii UW**

redakcja
Magdalena Maj-Żurawska
i Elżbieta Wagner-Czauderna



Autorzy
dr Teresa Jędral
dr Jan Kotowski
dr Tadeusz Krawczyński
prof. dr hab. Magdalena Maj-Żurawska
dr Iwona Paleska
prof. dr hab. Wiktor Pawłowski
dr Izabela Surowiec
dr Elżbieta Wagner-Czauderna
dr Barbara Kowalewska

Korekta
Małgorzata Galus

Skład i łamanie
Pracownia DTP Aneta Osipiak-Wypiór

© Copyright by Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2009
© Copyright by Magdalena Maj-Żurawska
and Elżbieta Wagner-Czauderna 2009
Wszelkie prawa zastrzeżone

Wydanie pierwsze: Warszawa 2005

ISBN 978-83-235-2902-6 (druk)
ISBN 978-83-235-2910-1 (pdf online)

Wydanie VI, Warszawa 2017

Autorzy serdecznie dziękują
Panu prof. dr. hab. Adamowi Hulanickiemu
Panu prof. dr. hab. Stanisławowi Głąbowi
Pani prof. dr hab. Krystynie Pyrzyńskiej
za cenne uwagi, dotyczące ostatecznej koncepcji pracy

Spis treści

Regulamin laboratorium chemicznego	7
Tematy ćwiczeń wykonywanych podczas zajęć	10
Sposób prowadzenia dziennika laboratoryjnego	10
Zasady pracy w laboratorium chemicznym	12
Równania reakcji chemicznych <i>Tadeusz Krawczyński</i>	15
Ćwiczenia wstępne (typy reakcji) <i>Tadeusz Krawczyński</i>	24
ANALIZA JAKOŚCIOWA <i>Tadeusz Krawczyński</i>	27
Analiza kationów I (Al^{3+} , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+})	30
Reakcje charakterystyczne i wykrywanie kationu Al^{3+}	30
Reakcje charakterystyczne i wykrywanie kationu NH_4^+	31
Reakcje charakterystyczne i wykrywanie kationu Ca^{2+}	31
Reakcje charakterystyczne i wykrywanie kationu Mg^{2+}	32
Sposób wykonania analizy kationów I	34
Analiza kationów II (Ag^+ , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{3+})	37
Reakcje charakterystyczne i wykrywanie kationu Ag^+	37
Reakcje charakterystyczne i wykrywanie kationu Cu^{2+}	39
Reakcje charakterystyczne i wykrywanie kationu Fe^{3+}	40
Reakcje charakterystyczne i wykrywanie kationu Cr^{3+}	42
Sposób wykonania analizy kationów II	44
Reakcje charakterystyczne dla poszczególnych kationów	44
Analiza mieszaniny dwóch kationów	46
Analiza anionów (SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, PO_4^{3-} , Cl^- , I^- , NO_3^-)	51
Reakcje charakterystyczne i wykrywanie anionu SO_4^{2-}	51
Reakcje charakterystyczne i wykrywanie anionu CO_3^{2-}	51
Reakcje charakterystyczne i wykrywanie anionu $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	52
Reakcje charakterystyczne i wykrywanie anionu PO_4^{3-}	53
Reakcje charakterystyczne i wykrywanie anionu Cl^-	54
Reakcje charakterystyczne i wykrywanie anionu I^-	54

Reakcje charakterystyczne i wykrywanie anionu NO_3^-	55
Sposób wykonania analizy anionów	56
Reakcje charakterystyczne dla poszczególnych anionów	57
Wykrywanie anionów w mieszaninach zawierających dwa aniony	59
ANALIZA ILOŚCIOWA <i>Iwona Paleska, Magdalena Maj-Żurawska</i>	66
Sposoby nastawiania mian roztworów	67
Alkacymetria. Miareczkowanie kwasowo-zasadowe	67
Nastawianie miana kwasu solnego	70
Podstawowe wzory stosowane przy obliczeniach pH roztworów	76
Pehametria. Pomiar pH metodą potencjometryczną <i>Jan Kotowski, Elżbieta Wagner-Czaundera</i>	77
Kompleksometria. Kompleksometryczne oznaczanie cynku <i>Izabela Surowiec</i>	79
Oksydymetria. Oznaczanie tlenu metodą Winklera <i>Magdalena Maj-Żurawska</i>	81
SPEKTROFOTOMETRIA <i>Teresa Jędral, Wiktor Pawłowski</i>	83
ĆWICZENIA FAKULTATYWNE <i>Barbara Kowalewska</i>	89
Biotechnologia i elektrochemia w praktyce. Pozyskiwanie energii z mikroorganizmów	
Wymagania do kolokwiiów	92
Analiza jakościowa. Przykłady pytań i zadań	92
Analiza ilościowa. Przykłady pytań i zadań	94

Regulamin laboratorium chemicznego

I. Przepisy porządkowe

1. Studenci mają obowiązek przestrzegać regulaminu pracowni.
2. Na pracownię należy przynosić fartuch laboratoryjny, okulary ochronne, rękawiczki jednorazowe, wodoodporny pisak do pisanie na szkłe, ścierkę, ręcznik, mydło i środki do mycia szkła laboratoryjnego.
3. Przed przystąpieniem do ćwiczeń studenci podpisują listę obecności.
4. Studenci solidarnie odpowiadają za ewentualne zniszczenia. Warunkiem uzyskania wpisu w indeksie jest uregulowanie należności za zniszczone szkło laboratoryjne.
5. Brakujący sprzęt i odczynniki chemiczne są wydawane przez laboranta.
6. Wszystkie sprawy dotyczące zajęć i ich zaliczenia są realizowane w czasie zajęć laboratoryjnych.
7. Studenci powinni być przygotowani teoretycznie do ćwiczeń. Dlatego też przed wykonaniem analiz będą przeprowadzane krótkie testy sprawdzające przygotowanie teoretyczne.
8. Ćwiczenia nieskończone w trakcie zajęć można dokończyć na następnych zajęciach.
9. Harmonogram wystawiania naczyń na analizy jest umieszczony w gablocie. Wystawiane naczynia powinny być czyste i odpowiednio oznakowane.
10. Studenci pełnią dyżury porządkowe w grupach, pracujących przy jednym stole, w ustalonej wcześniej kolejności. Dyżurni mają obowiązek m.in. uporządkować salę laboratoryjną po zakończeniu zajęć. Dyżurni opuszczają pracownię ostatni.
11. Zajęcia na pracowni odbywają się według planu. Pierwsze dwie godziny są przeznaczone na ćwiczenia rachunkowo-seminaryjne i wprowadzenie do ćwiczeń laboratoryjnych lub na kolokwia.
12. Ćwiczenia laboratoryjne studenci wykonują samodzielnie.
13. Wążenie na wagach analitycznych oraz pehametria są wykonywane w grupach 6-osobowych według ustalonego planu.

II. Zasady bezpieczeństwa i organizacji pracy

1. Studenci są zobowiązani do przestrzegania zasad BHP i znajomości zasad udzielania pierwszej pomocy. Zasady te są wywieszone w sali laboratoryjnej oraz dołączone do niniejszego Regulaminu.
2. Studenci mają obowiązek zachować porządek podczas pracy w laboratorium. Czystość i porządek na sali kontrolują dyżurni.
3. **Studentom zabrania się:**
 - jedzenia, picia, żucia gumy, palenia tytoniu oraz używania telefonów komórkowych w sali ćwiczeń;

- wykonywania jakichkolwiek doświadczeń niezwiązanych z tematem ćwiczeń, tzn. takich, które **nie są** opisane i zalecane do wykonania w niniejszym skrypcie;
- przenoszenia na stoły laboratoryjne odczynników, które są do dyspozycji wszystkich studentów pracujących na sali; z tymi odczynnikami należy pracować w miejscu, w którym się znajdują (na półkach lub pod wyciągami na końcu sali);
- samodzielnego zapalania palników.

4. Studentom nakazuje się:

- nosić odzież ochronną (fartuch laboratoryjny) w sali ćwiczeń;
 - pracować wyłącznie pod wyciągiem, jeżeli jest to zalecane podczas przeprowadzania eksperymentu;
 - zachować szczególną ostrożność podczas ogrzewania roztworów, czy rozcieńczania stężonych roztworów kwasów czy zasad;
 - utrzymywać swoje miejsce pracy (stół laboratoryjny i jego otoczenie, łącznie z salą ćwiczeń) w porządku i czystości;
 - usuwać roztwory soli metali ciężkich oraz roztwory zawierające ciecze organiczne do odpowiednich pojemników, **a nie do zlewu**;
 - umyć dłonie przed każdym wyjściem z laboratorium;
 - **niezwłocznie zawiadomić asystenta, przebywającego w sali ćwiczeń, o zdarzeniu grożącym studentom utratą zdrowia.**
5. Studenci mają obowiązek oszczędzać: odczynniki laboratoryjne, gaz, energię elektryczną, wodę oraz szkło i sprzęt laboratoryjny.

III. Sposób wydawania i zaliczania analiz

1. Analizy są wydawane na początku zajęć w naczyniach przygotowanych (wystawionych) na poprzednich zajęciach.
2. Warunkiem zaliczenia analizy jest właściwe jej wykonanie oraz opisanie w zeszycie laboratoryjnym. Niepoprawnie wykonaną analizę (z dużym błędem) można poprawiać tylko raz.
3. Wynik oznaczenia ilościowego musi być wartością średnią z co najmniej dwóch równoległe wykonanych oraz dostatecznie zgodnych analiz.
4. Oddawany do zaliczenia opis ćwiczenia musi podpisać dyżurujący na sali asystent.
5. Jeżeli asystent uzupełni opis ćwiczenia swoimi uwagami, wszelkie poprawki należy wpisywać poniżej wpisu. Nie wolno poprawiać raz ocenionej treści. Zeszyt z zaliczeniami należy zachować do końca semestru. Właściwie wykonaną analizę potwierdza wpis ZAL lub ocena. Analizę do poprawienia (należy powtórnie przygotować naczynie na analizę) oznacza wpis NZAL. Analizę niezaliczoną (ocenioną negatywnie) oznacza wpis NDST.

IV. Warunki zaliczenia pracowni

Wersja „Mała”. Zaliczenie ćwiczeń, potwierdzone wpisem w indeksie, otrzymuje się po:

- a) uzyskaniu minimum 25 punktów z testów przeprowadzanych podczas ćwiczeń seminaryjno-rachunkowych;
- b) poprawnym wykonaniu ćwiczeń wstępnych.

Testy. W semestrze odbędzie się 5 testów, z każdego z nich można uzyskać maksymalnie 10 punktów. Studenci, którzy uzyskają mniej niż 25 punktów, mają szansę otrzymać zaliczenie po napisaniu testu poprawkowego z całego materiału.

Wersja „Duża”. Zaliczenie ćwiczeń, potwierdzone wpisem w indeksie, otrzymuje się po:

- a) uzyskaniu minimum 75 punktów z kolokwiów i testów;
- b) zaliczeniu wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych;
- c) rozliczeniu się za zniszczone szkło laboratoryjne.

Kolokwia i testy. W trakcie zajęć będą przeprowadzone 2 kolokwia po 50 punktów i 5 testów po 10 punktów. Student uzyskuje 0 punktów z kolokwium w przypadku nieusprawiedliwionej nieobecności. Nieobecność można usprawiedliwić wyłącznie na podstawie zwolnienia lekarskiego okazanego nie później niż tydzień po zakończeniu choroby. Studenci, którzy nie uzyskają wymaganego minimum 75 punktów, mogą napisać kolokwium poprawkowe z całości materiału.

Ocena końcowa jest wyznaczana na podstawie sumy uzyskanych punktów, w następujący sposób:

Liczba punktów		Ocena
wersja „Mała”	wersja „Duża”	
45–50	136–150	5
40–44	121–135	4+
35–39	106–120	4
30–34	91–105	3+
25–29	75–90	3
poniżej 25	poniżej 75	2

Dodatkowo ocenę podwyższa (o 7 punktów) bezbłędne zaliczenie wszystkich analiz za pierwszym razem.