



НУФУ

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ
З ДИСЦИПЛІНИ
«СУЧАСНА АНАЛІТИЧНА ЛАБОРАТОРНА ПРАКТИКА»**

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ
З ДИСЦИПЛІНИ
«СУЧАСНА АНАЛІТИЧНА ЛАБОРАТОРНА ПРАКТИКА»

Харків
НФаУ
2020

УДК: 543 2 (075.32)

M54

*Рекомендовано ЦМР Національного фармацевтичного університета
(протокол № от 2020)*

Автори: Гриценко І. С., Кизим О. Г., Колісник С. В. , Петухова І. Ю., Ахмедов Е. Ю.

Рецензенти:

С. В. Баярка, завідувач кафедри лікарської та аналітичної токсикології Національного фармацевтичного університету, професор, доктор фармацевтичних наук.

М. Е. Блажеєвський, доктор хімічних наук, професор кафедри фізичної та колоїдної хімії Національного фармацевтичного університету.

M54 Методичні рекомендації для проведення практичних занять з дисципліни «Сучасна аналітична лабораторна практика» / І. С. Гриценко, О. Г. Кизим, С. В. Колісник, І. Ю. Петухова та ін. – Х.: НФаУ, 2020. - 40 с.

Методичні рекомендації для проведення практичних занять з дисципліни «Сучасна аналітична лабораторна практика» розроблені на кафедрі аналітичної хімії НФаУ відповідно до програми з навчальної дисципліни «Сучасна аналітична лабораторна практика».

У методичних рекомендаціях наведено методики практичних робіт: з техніки виконання якісного хімічного полумікроаналізу; техніки зважування на різних типах вагів; калібрування мірного посуду; приготування стандартних розчинів титрантів та рефрактометричне визначення концентрації лікарських речовин в розчині лікарських речовин.

Методичні рекомендації призначені для здобувачів вищої освіти 2 - 3 курсу Національного фармацевтичного університету денної та заочної форм навчання спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація» з метою кращого засвоєння теоретичного матеріалу та набуття практичних умінь і навичок, необхідних для подальшої професійної діяльності.

УДК: 543 2 (075.32)

© Гриценко І.С., Кизим О.Г., Колісник С.В. , Петухова І.Ю., Ахмедов Э. Ю. 2020
© НФаУ, 2020

ЗМІСТ

Вступ	4
Правила роботи і техніка безпеки в лабораторії аналітичної хімії	5
Обладнання та оснащення аналітичної лабораторії. Хімічний посуд. Миття і сушіння хімічного посуду	10
Техніка виконання якісного полумікроаналізу.	16
Ваги. Техніка зважування.	21
Визначення вологи в лікарській субстанції методом висушування.....	24
Мірний посуд. Техніка роботи з мірним посудом.	25
Калібрування мірного посуду.	28
Техніка приготування стандартних розчинів.	31
Визначення молярної концентрації речовини еквівалента розчину натрій гідроксиду за стандартним розчином хлоридної кислоти	33
Рефрактометрія	34
Література.....	38

Вступ

Навчальна дисципліна «Сучасна аналітична лабораторна практика» відноситься до вибіркових дисциплін при підготовці здобувачів вищої освіти спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація» денної та заочної форм навчання.

Вивчення дисципліни здійснюється у відповідності з освітньої програмою з дисципліни «Сучасна аналітична лабораторна практика», яка створена у відповідності до Стандарту вищої освіти України при підготовці здобувачів вищої освіти галузі знань 22 «Охорона здоров'я» спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація» з урахуванням міжнародних нормативних документів та стандартів, що регулюють професійну діяльність та підготовку здобувачів вищої освіти.

Методичні рекомендації містять практичні роботи: по виконанню якісного полумікроанализу; по техніці зважування на ручних, технохімічних та аналітичних вагах; по визначенню вологи в лікарській субстанції методом висушування; по калібруванню мірного посуду; по техніці приготування розчинів титрантів, а також рефрактометричне визначення концентрації калій хлориду, калій бромиду та глюкози в розчині.

Методичні рекомендації складені у відповідності до ПОЛОЖЕННЯ про навчально-методичний комплекс дисциплін у Національному фармацевтичному університеті ПОЛА 2.5 -25 -124 від 2017 р. з урахуванням вимог методичних рекомендацій «Порядок підготовки до видання навчально методичної літератури»: Х.: НФаУ, 2016.

Призначені для проведення практичних робіт здобувачів вищої освіти денної та заочної форм навчання з дисципліни «Сучасна аналітична лабораторна практика», спеціальності 226 Фармація, промислова фармація.

Правила роботи і техніка безпеки в лабораторії аналітичної хімії

Загальні правила

1. Перед початком кожного заняття в лабораторії аналітичної хімії необхідно усвідомити мету роботи, її теоретичне обґрунтування і приступати до виконання практичної роботи лише після дозволу викладача.

2. Під час роботи в лабораторії необхідно підтримувати чистоту і порядок, а також виконувати правила техніки безпеки. Безлад і неакуратність при виконанні аналітичних операцій часто призводять до необхідності повторення експерименту.

3. Робота повинна бути організована таким чином, щоб при виконанні аналітичних операцій, які вимагають великих витрат часу (осадження, декантація, фільтрування, кип'ятіння, прожарювання і т.д.) паралельно можна було б виконувати інші операції з аналізу.

4. Не можна нагрівати пробірки з легкозаймисними рідинами на відкритому полум'ї. При нагріванні розчинів в пробірках не можна направляти отвори пробірок на себе, або на тих, хто працює поруч, не можна дивитися зверху в пробірку з рідиною, яку нагрівають.

5. У тих випадках, коли виникає необхідність перевірити запах речовин в пробірках або балонах, в яких зберігаються рідини, необхідно легким рухом долоні руки направити потік повітря від балона до себе і обережно понюхати.

6. Особливо обережно слід поводитися при роботі з центрифугою, яка може розвивати велику кількість обертів. З метою безпеки під час роботи з центрифугою необхідно:

- в гнізда центрифуги встановлювати пробірки з досліджуваними речовинами однакового об'єму;
- перед центрифугуванням центрифугу необхідно закрити кришкою; при відкритій кришці центрифугу в електричну мережу не включати;
- збільшувати швидкість обертів ротора в центрифугузі необхідно плавно;

- по завершенні центрифугування (на це потрібно кілька хвилин) вимкнути прилад і дати можливість центрифугі зупинитися без стороннього втручання;

- категорично забороняється працювати з несправною центрифугою.

7. Реактиви, дистильовану воду, газ, електричну енергію в лабораторії слід використовувати економно.

8. Всі роботи з речовинами, при взаємодії яких утворюються шкідливі для організму гази або речовини з неприємним запахом, необхідно проводити в спеціально відведених для цієї мети приміщеннях з посиленою вентиляцією або під тягою. Категорично забороняється працювати з вказаними речовинами на робочому місці.

9. Розчини гідроген сульфїду, кислот, лугів та інших подібних шкідливих речовин необхідно зливати в спеціально відведений посуд, щоб запобігти руйнування каналізаційної системи в лабораторії. Розчини, які містять сполуки срібла, ртуті, свинцю, йодид-іони, необхідно зливати в окремий посуд для їх подальшої регенерації.

10. Газові пальники повинні бути справними. При їх пошкодженні в приміщення лабораторії можуть потрапляти продукти неповного згоряння газу, що може стати причиною отруєння і вибуху.

11. Необхідно пам'ятати, що більшість реакцій протікає лише при створенні певних умов. Тому реактив слід додавати лише тоді, коли досліджуваний розчин підготовлений (створене необхідне середовище, досягнута необхідна температура і т.д.).

Якщо реакція протікає в кислому або лужному середовищі, то не слід додавати неконтрольований обсяг розчину кислоти або лугу до досліджуваного розчину. Рідину необхідно ретельно перемішати, і краплями додавати розчин кислоти або лугу, кожен раз перемішуючи суміш скляною паличкою і контролюючи рН середовища, торкаючись цієї паличкою індикаторної бумаги.

12. Якщо необхідно перевірити можливість утворення осаду, то в пробірку вносять 2-3 краплі розчину, що аналізується і 2-3 краплі реактиву.

13. При необхідності провести осадження до кінця, після додавання реактиву і утворення осаду необхідно перевіряти повноту осадження в окремій порції фільтрату або центрифугату. Якщо взята частина фільтрату або

центрифугату з реактивом дає осад, то повнота осадження не досягнута. Тоді необхідно додати осаджувач до всієї досліджуваної пробі. При досягненні повноти осадження центрифугат не повинен давати позитивну реакцію з осаджувачем.

14. Як правило, осадження проводять при нагріванні. Внаслідок цього утворюється кристалічний осад, який легко відокремлюють від розчину.

Робота з кислотами і лугами

1. Під час роботи з концентрованими кислотами і лугами необхідно бути обережним і стежити за тим, щоб вони не потрапили на шкіру і одяг.

2. При розведенні концентрованої сульфатної кислоти її обережно і поступово доливають у воду, а не навпаки. Це пов'язано з тим, що при розведенні сульфатної кислоти виділяється велика кількість тепла. Тому при додаванні води до кислоти, розчин може розбризкуватися і потрапити на шкіру і одяг.

3. При переливанні великих обсягів розчинів концентрованих кислот і лугів необхідно:

- одягнути гумові рукавички, фартух і захисні окуляри;
- балони з рідинами, вставленими в кошики необхідно помістити на підставку, а потім поступово нахилити і перелити рідини через воронку в добре вимиті та висушені склянки;

4. Необхідні об'єми розчинів кислот і лугів відміряють піпеткою з використанням гумової груші.

5. Тверді луги набирають за допомогою шпателя; при їх подрібненні очі слід захищати спеціальними окулярами.

Робота зі шкідливими і отруйними речовинами

При роботі зі шкідливими і отруйними речовинами (ціаніди, солі барію, ртуті, свинцю, миш'яку, міді, металева ртуть, гідроген сульфід і тощо) стежать за тим, щоб шкідливі або отруйні речовини не потрапили в організм через шлунково-кишковий тракт. У зв'язку з цим приймати їжу в лабораторії категорично забороняється. Після роботи в лабораторії необхідно добре вимити руки. Балони з ртуттю або заповнені нею прилади поміщають на спеці-

альні підставки, щоб у разі пошкодження приладів основна маса ртуті потрапила на підставку, а не на робочий стіл або на підлогу. Якщо ртуть все ж розлилась, її треба дуже швидко зібрати за допомогою мідного дроту або пластинки, а потім засипати місце розливу сіркою. Працювати зі ртуттю дозволяється тільки в спеціальних приміщеннях.

Робота з горючими речовинами

1. При роботі з діетиловим ефіром, спиртами, бенzenом та іншими горючими речовинами їх нагрівання проводять на водяній бані в колбі зі зворотним холодильником.

2. У лабораторії ці речовини необхідно зберігати в щільно закритих склянках невеликої ємності.

3. Пробірки і склянки з горючими речовинами повинні знаходитися на достатній відстані від пальників. По завершенні роботи з ними необхідно погасити пальники, а лише потім мити посуд, що містив ці речовини.

4. Горючі, легкозаймисті та леткі речовини не можна зберігати близько від полум'я або сильно нагрітих електричних приладів (термостати, електропечі і т.д.).

5. Лужні метали обов'язково слід зберігати під шаром вільного від води і вологи гасу. Під час роботи з металевим натрієм або калієм необхідно уникати їх контакту з водою. По завершенні роботи залишки цих металів потрібно перенести в спеціально відведені для них склянки.

Робота з речовинами, що утворюють вибухові суміші

1. Необхідно пам'ятати, що деякі гази (гідроген, гідроген сульфід, ацетилен, карбону (II) оксид і т.д.), а також леткі речовини (бензен, спирти, гексан і т.ін.), при випаровуванні утворюють з повітрям вибухові суміші. Працювати з цими речовинами необхідно при сильній витяжній вентиляції, щоб їх пари не накопичувалися в приміщенні лабораторії в небезпечних концентраціях.

2. Без дозволу та відповідного інструктажу викладача забороняється нагрівати, струшувати і розтирати речовини, що утворюють вибухові суміші (хлорати, перхлорати, персульфати і т.д.).

Перша допомога при нещасних випадках

Нещасні випадки (опіки, поранення, отруєння) при роботі в лабораторії виникають внаслідок недостатнього ознайомлення працюючих з відповідними інструкціями з охорони праці та техніки безпеки або в результаті необережної роботи.

При нещасному випадку потерпілому треба надати першу допомогу:

1. При попаданні на шкіру кислот, уражене місце слід інтенсивно промити водою, потім 1% розчином NaHCO_3 . При попаданні на шкіру концентрованої сульфатної кислоти, пошкоджену ділянку шкіри перед промиванням необхідно витерти сухим ватним тампоном.

2. При попаданні на шкіру розчинів лугів пошкоджену ділянку треба промити водою, а потім розведеним розчином ацетатної, цитратної кислоти, або насиченим розчином борної кислоти.

3. При попаданні на шкіру фенолу, бромю і подібних до них речовин пошкоджене місце необхідно негайно промити відповідними органічними розчинниками (спирт, ефір тощо).

4. При отруєнні хлором, бромом, нітроген оксидами потерпілому необхідно вдихати пари розведеного розчину амоніаку і випити молоко.

5. При опіках тіла полум'ям необхідно негайно промити місце опіку 1% розчином калію перманганату і покласти на пошкоджене місце компрес з спиртового розчину таніну.

6. При порізах рану слід обробити спиртовим розчином йоду і перев'язати.

7. Після надання першої допомоги потерпілому, його необхідно терміново відправити до лікарні.

8. При виникненні пожежі в лабораторії необхідно терміново вимкнути всі електричні прилади і перекрити подачу газу. Місце пожежі необхідно засипати піском або накрити протипожежною ковдрою і загасити вогонь за допомогою вогнегасника.

9. Застосовувати воду для гасіння пожежі слід обережно, так як вона в деяких випадках сприяє збільшенню пожежі.

**Тема: Обладнання та оснащення аналітичної лабораторії.
Хімічний посуд. Миття і сушіння хімічного посуду.**

Лабораторні роботи з аналізу проводяться в аналітичній лабораторії. До приміщення лабораторії пред'являються певні вимоги. Приміщення лабораторії повинно бути просторим, мати великі вікна, що забезпечують достатнє освітлення днем. При розміщенні лабораторних столів необхідно врахувати, що світло повинне падати на них зліва або спереду.

Обладнання, що застосовується в лабораторіях можна розділити на обладнання загального і спеціального призначення. До обладнання загального призначення відноситься обладнання, яке повинно знаходитись в будь-якій лабораторії. До обладнання спеціального призначення відноситься обладнання, яке повинно знаходитись тільки в лабораторії певного профілю.

Основним обладнанням лабораторії є робочий стіл, на якому проводиться вся експериментальна робота. Крім робочих столів у кожного робітника лабораторії повинен бути письмовий стіл. У кожній лабораторії повинна бути вентиляційна шафа для проведення робіт, пов'язаних з нагріванням та витяжна шафа для зберігання летких, шкідливих або легкозаймистих речовин.

Лабораторії обладнують водопроводом, каналізацією, проводкою технічного струму, газу, вакууму, гарячої води, а також бажана підводка стисненого повітря.

Лабораторія повинна мати установку для дистильованої (або демінералізованої) води.

У лабораторії обладнання загального призначення знаходиться в шафах та витяжних шафах. Обладнання індивідуального користування знаходиться на робочому місці кожного робітника лабораторії.

Посуд, який застосовується в аналітичних лабораторіях, може бути розділений на кілька груп. За призначенням посуд поділяють на посуд загального і посуд спеціального призначення.

Посуд загального призначення - це посуд, без якого не можна провести більшість лабораторних робіт. Цей посуд має постійно знаходитись в лабораторії. До посуду загального призначення відносять: пробірки конічні та циліндричні (рис. 1).

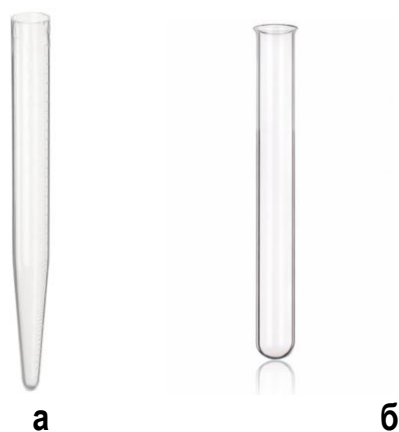


Рис. 1. Пробірки: **а** – конічна для центрифугування; **б** – циліндрична (звичайна)

Пробірки поміщають в спеціальні пристрої - штативи (рис. 2).



Рис. 2. Штатив для пробірок

При роботі з малими кількостями реактивів, реакції виконують на часовому або предметному склі (рис. 3), або на фарфорових пластинках (рис. 4)

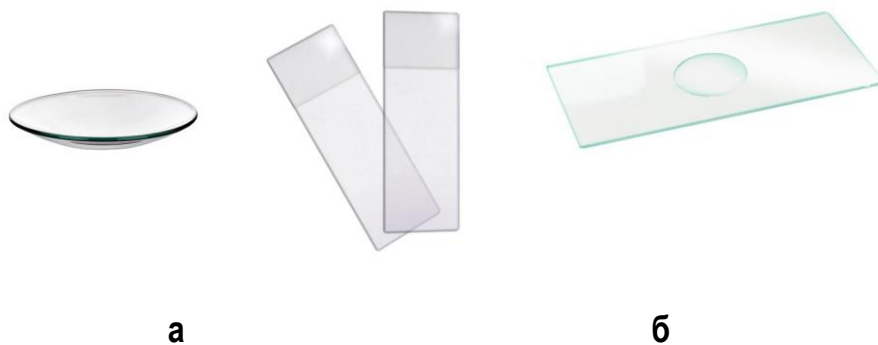


Рис. 3. **а** – часове скло; **б** – предметне скло



Рис. 4. Фарфорові пластинки з заглибленнями

Для перемішування розчинів в пробірках застосовують скляні палички (рис. 5), для відділення розчину від осаду використовують піпетки (рис. 6).

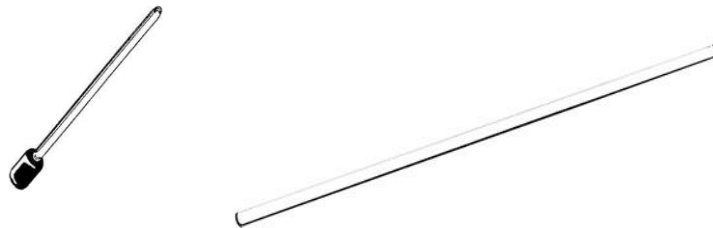


Рис. 5. Скляні палички для перемішування

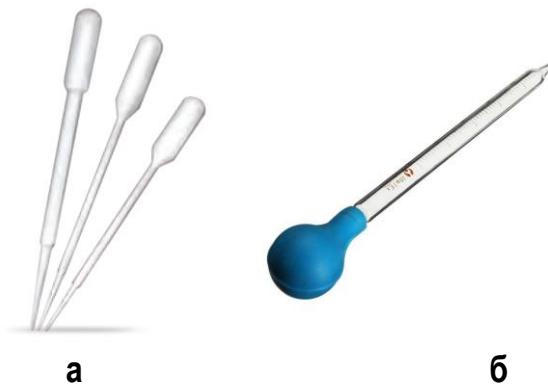


Рис. 6. Крапельні піпетки:

а - для додавання реактиву; **б** - для відділення розчину від осаду

В аналізі застосовують стакани і конічні колби (рис.7), фарфорові чашки і тиглі (рис. 8), промивалки (рис. 9).



а



б

Рис. 7. а – стакан, б - конічна колба



а



б

Рис. 8. а - фарфорова чашка, б - мікро- та макротиглі



Рис. 9. Промивалки

Посуд спеціального призначення – це посуд, який застосовують для однієї якої-небудь мети. До нього відносять круглodonні колби (рис. 10) і колби Вюрца (рис. 11); холодильники: прямі (рис. 12) і зворотні (рис. 13).



Рис. 10. Круглодонні колби



Рис. 11. Колби Вюрца



Рис. 12. Прямий холодильник (Либиха):



Рис. 13. Зворотний холодильник
Миття та сушіння посуду

Хімічний посуд, який застосовують для роботи в лабораторії аналітичної хімії, необхідно заздалегідь добре вимити, тому що навіть незначне забруднення може привести до помилок в результатах аналізу.

Розрізняють механічні, фізичні та хімічні методи очищення і миття хімічного посуду. Вибір методу залежить від характеру забруднюючої речовини, її хімічних і фізичних властивостей. Миття хімічного посуду починають з видалення механічного бруду за допомогою йоржа, скляної палички з гумовим наконечником. Якщо механічна обробка не дає позитивного результату, то застосовують 10-15% розчин натрій гідрокарбонату або інші миючі засоби. Після обробки лужними розчинами бажано помити посуд 3-5% розчином хлоридної кислоти.

До хімічних методів очищення посуду слід віднести обробку її різними окиснювачами, концентрованими розчинами мінеральних кислот і лугів. Окислювачами можуть бути: нітратна кислота; хромова суміш (5 % розчин $K_2Cr_2O_7$ в концентрованій сульфатній кислоті), які використовують багаторазово; підігрітий 4-5 % розчин $KMnO_4$, підкислений сульфатною кислотою. Після обробки посуд багаторазово промивають водопровідною водою, а потім два-три рази невеликими порціями дистильованої води.

Хімічний посуд сушать на повітрі (рис. 14 а) , електросушарках (рис. 14 б) або в сушильній шафі (рис. 14 в) при температурі $\sim 110\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Рис. 14. Обладнання для сушіння хімічного посуду

Тема: Техніка виконання якісного полумікроаналізу.

У лабораторній практиці найбільш широке застосування має якісний хімічний полумікроаналіз, метою якого є визначення якісного складу речовини. В цьому випадку для аналізу використовують 0,01-0,10 г сухої речовини або 0,5-5,0 см³ розчину. Виконують такий аналіз в спеціально обладнаній хімічній лабораторії. В лабораторії повинні бути спеціальні набори реактивів, які зберігають в крапельницях. Крапельниці бувають скляні (рис. 15 а-б) або поліетиленові (рис. 15 в).



Рис.15. Скляні крапельниці : а – крапельниця Шустера; б – крапельниця Страшейна; в - поліетиленові

Крапельниці з реактивами знаходяться в спеціальному лабораторному штативі (рис. 16).



Рис.16. Лабораторний штатів з крапельницями

При виконанні якісного полумікроаналізу виконують такі операції: осадження, перемішування, центрифугування, промивання осаду тощо.

1. Осадження проводять в конічних пробірках для центрифугування (рис. 1а).

Осадження плумбум хромату. До 2-3 крапель розчину солі плумбуму додають 2-3 краплі розчину калій хромату:

Осадження кальцій оксалату: До 2-3 крапель розчину солі кальцію додають 3-4 краплі розчину амоній оксалату:

При виконанні реакцій осадження проводять тест на повноту осадження. Для цього до 2-3 крапель центрифугату додають 1-2 краплі реактиву-осаджувача. Якщо осад не утворюється, осадження вважається повним. Якщо осад випадає, осадження повторюють.

Перевірте повноту осадження отриманих осадів за п.1.

2. Перемішування. Перемішування проводять скляною паличкою (рис.5).

3. Центрифугування. Проводять з метою відокремлення осаду від розчину. Центрифугування виконують за допомогою електричної центрифуги. Проведіть центрифугування отриманих осадів за п.1.

4. Відділення розчину від осаду. Відділення центрифугату проводять за допомогою піпетки, капіляр якої занурюють у розчин так, щоб піпетка торкалась краю нахиленої пробірки, при цьому стежать за тим, щоб капіляр не торкався осаду. Відокремте центрифугат від осаду після центрифугування за п. 3.

5. Промивання осаду. До осадів, які отримані за п. 4 додають 1,5-2 мл дистильованої води, суміш перемішують скляною паличкою, центрифугують та відокремлюють розчин від осаду декантакцією (зливанням).

6. Визначення реакції розчину. На предметне скло поміщують смужку універсального індикаторного паперу і скляною паличкою наносять на неї краплю досліджуваного розчину. За зміною забарвлення індикаторного паперу визначають реакцію розчинів. Визначте реакцію розчинів:

HCl (2M), NaOH (2M), NaCl (0,5 M)

розчин HCl (2M) – pH=

розчин NaOH (2M) – рН =

розчин NaCl (0,5 M) – рН =

7. Фільтрування. Застосовують для розділення твердої і рідкої фази. Для цього використовують прості та складчасті паперові фільтри, у деяких випадках застосовують вату.

Простий фільтр виготовляють наступним чином (рис. 17):

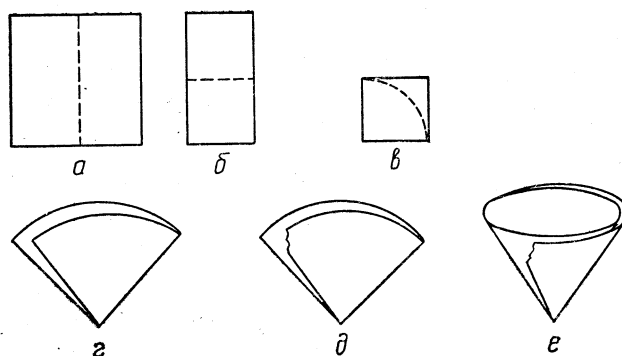


Рис. 17. Складання простого фільтру
(а, б, в, г, д, е – етапи складання)

Шматок фільтрувального паперу складають вчетверо і закруглюють ножицями край (беззольні фільтри закругляти не треба, так як вони випускаються у вигляді кіл різного діаметру). Фільтр розгинають так, щоб він був складений тільки вдвічі і знову перегинають по центру так, щоб дві половини лінії попереднього перегину не цілком збігалися одна з одною.

Складчастий фільтр (рис. 18) застосовується тільки в тих випадках, коли відфільтрований осад не буде потрібний. Так як фільтруюча поверхня складчастого фільтра більше, ніж звичайного, фільтрування через нього відбувається швидше. Для виготовлення складчастого фільтра спочатку діють так, як і при виготовленні звичайного. Після закруглення країв розгортають його (фільтр складений навпіл) і складають так, щоб кожний сегмент приблизно дорівнював $1/6$ або $1/3$ четвертинки фільтра.

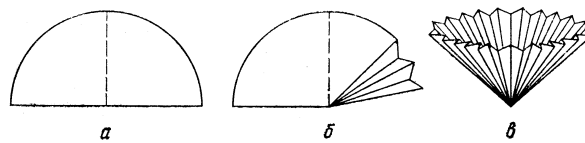


Рис. 18. Складчастий фільтр
(а, б, в – етапи складання)

Для виконання операції фільтрування використовують: паперовий фільтр, скляну воронку, скляну паличку, стакан, штатив із кільцем.

Паперовий гладкий фільтр поміщають в суху лійку так, щоб край фільтра був нижче краю воронки на 1 см, змочують його дистильованою водою та притискають фільтр до стінок воронки і видаляють бульбашки повітря. Воронку з фільтром поміщають в кільце штатива, поміщають під неї стакан, притискають скошений край трубки до стінки склянки.

Потім виймають паличку зі склянки з осадом і обережно зливають по ній рідину з осадом (рис. 19). Рівень рідини в фільтрі повинен бути при цьому на ~ 5 мм нижче краю фільтра.

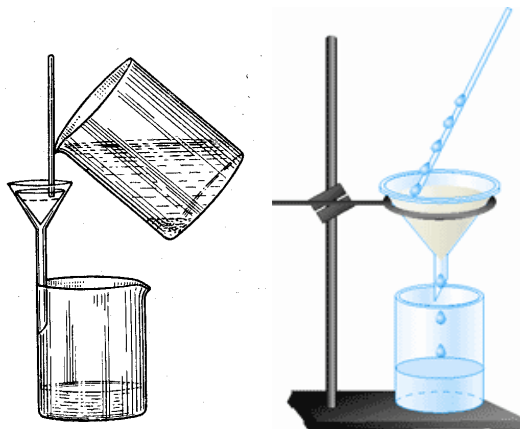


Рис. 19. Фільтрування через паперовий фільтр

8. Нагрівання. Для нагрівання застосовують водяну і піщану баню.

Нагрівання невеликих кількостей речовин проводять в полум'ї спиртівки (рис. 20). Спиртовий пальник (спиртівка) являє собою невеликий скляний балон, заповнений денатурованим спиртом.



Рис. 20. Спиртівка

9. Випарювання і прожарювання. Ці операції проводять в фарфорових чашках або тиглях, які поміщають на водяну або піщану баню; малі обсяги розчинів (1-2 краплі) випарюють на предметному склі до появи нальоту по краях краплі.

10. Висушування. Проводять в сушильній шафі (рис. 14 в) при певній температурі, зазвичай 100 - 110 °С.

11. Виявлення газів, що виділяються. Виявлення газів, що виділяються при виконанні реакції, проводиться за допомогою приладів, представлених на рис. 21.

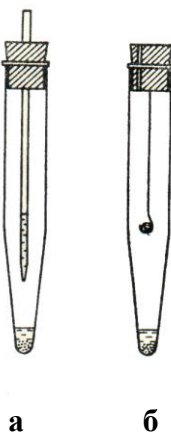


Рис. 21. Прилади для виявлення газів, що виділяються:

а - з крапельною піпеткою; **б** - з ніхромовим дротом.

У приладах газ реагує з краплею реактиву, який поміщений або у вушко ніхромового дроту, або у відтягнутий кінець скляної трубки. За зміною зовнішнього вигляду реактиву судять про наявність газу.

Тема: Ваги. Техніка зважування.

При виконанні лабораторних робіт з кількісного аналізу використовують процедуру зважування.

Зважування з точністю до $\pm 0,01$ г проводять на аптечних (ручних) (рис. 22) або технічних вагах (рис. 23). Зважування з точністю до $\pm (0,0001 - 0,0002)$ г здійснюють на аналітичних вагах (рис. 24).



Рис. 22. Аптечні (ручні) ваги



Рис. 23. Технічні ваги



Рис. 24. Аналітичні ваги

1. Техніка зважування на аптечних (ручних) вагах.

Аптечні (ручні) ваги тримають за центральне кільце великим і вказівним пальцями лівої руки, ліктем спираються на лабораторний стіл. Зважувану речовину поміщають на праву чашку вагів, а важки на ліву. Загасання коливань коромисла при зважуванні усувають легким дотиком дна чашок вагів до поверхні стола.

1.1. Зважити на аптечних вагах наважку калію хлориду масою 0,50 г.

2. Техніка зважування на технічних вагах.

Технічні ваги встановлюються стаціонарно у визначеному місці лабораторії на горизонтальній площині.

Процедура зважування передбачає спочатку перевірку справності вагів. Для цього обережно повертають аретир і спостерігають за коливанням стрілки. Якщо відхилення стрілки в обидві сторони від нуля шкали рівні або відрізняються на 1-2 поділки, то ваги вважаються справними. Потім врівноважують дробом тару (посуд), поміщують в неї речовину, що зважують і проводять зважування. Тару і речовину, що зважують завжди поміщують на ліву чашку вагів, а важки - на праву. Завантаження та розвантаження чашок вагів різними предметами, поміщення та зняття важків проводиться при виключеному аретирі.

Важки поміщають на чашки вагів в певному порядку. Починають завжди з великих важків, потім поступово (без пропусків) переходять до менших, поки не досягнуть врівноваження. Кожний раз, поклавши важок на шальку вагів, обережним обертотом головки аретира звільняють коромисло від аретира так щоб бачити, яка чашка переважає, потім знову аретирують ваги, кладуть новий важок та ін.

Закінчивши зважування, підраховують важки. При цьому спочатку рахують їх по порожніх гніздах в ящику, починаючи з великих, потім важки пінцетом знімають з чашки вагів, поміщають в ті гнізда ящика, звідки вони були взяті, і одночасно знову підраховують, перевіряючи таким чином перший результат.

Зважування рекомендується проводити на одних і тих самих вагах з постійним набором важків.

2.1. Зважте на технічних вагах наважку натрій хлориду масою 2,00 г.

3. Техніка зважування на аналітичних вагах.

1. На аналітичних вагах забороняється зважувати предмети масою більше 200 г.

2. Температура предметів, що зважують повинна бути кімнатною.

3. Перед початком і після закінчення кожного зважування перевіряють нульову точку вагів.

4. Речовини, що зважують, поміщають в спеціальну тару (бюкси, часове скло, тиглі).

5. Предмети, що зважують, поміщають на ліву чашку вагів, важки - на праву. Щоб уникнути перекосу, їх розміщують на середині чашок вагів.

6. Важки і предмети, що зважують вносять і знімають через бокові стінки футляра тільки при повному аретируванні вагів.

7. При зважуванні предмет спочатку врівноважують важками (грамами), а потім міліграми і десяті частки міліграма визначають за шкалою.

8. Закінчивши зважування, ваги аретирують, записують результат, потім знімають з чашок вагів важки і предмет, що зважують, протирають чашки вагів і закривають дверцята шафи вагів.

9. При роботі в лабораторії необхідно користуватися тими самими вагами і тими самими важками.

10. Ваги необхідно утримувати в чистоті, оберегати від різких ударів.

11. Аналітичні ваги не рідше одного разу на рік повинні проходити повірку метрологічної служби.

3.1. Зважте на аналітичних вагах бюкс (тигель) і запишіть отриманий результат.

Маса бюкса (тигля), г:

Тема: Визначення вологи в лікарській субстанції

методом висушування.

Процедура визначення вологи в лікарській субстанції включає три стадії: 1 - доведення маси бюкса до сталого значення; 2 - взяття наважки досліджуваної речовини; 3 – висушування наважки досліджуваної речовини і розрахунок результатів аналізу.

1. Доведення маси бюкса до сталого значення.

В сушильну шафу, попередньо нагріту до температури 105 °С, на 30 хвилин поміщають зважений на аналітичних вагах бюкс зі знятою кришкою. Потім переносять закритий бюкс в ексікатор, який витримують 1-2 хв. з відкритою кришкою. Після цього ексікатор закривають і переносять у вагову кімнату на 30 хв. Потім бюкс зважують на аналітичних вагах і знову поміщають в сушильну шафу на 15 хвилин, після чого повторюють вищеописані операції. Якщо різниця 2-х зважувань більше $\pm 0,0005$ г, процес висушування повторюють ще раз. Одержані результати заносять в таблицю.

НОМЕР ЗВАЖУВАННЯ	МАСА БЮКСА, г

За істинну масу бюкса приймають середнє значення з 3-х зважувань, що відрізняються не більше ніж на $\pm 0,0005$ г.

2. Взяття наважки речовини і висушування.

Наважку препарату масою 0,15-0,20 г зважують на аналітичних вагах, переносять в бюкс, доведений до сталої маси і зважують на аналітичних вагах. Бюкс з наважкою поміщають в сушильну шафу на 30 хв. і доводять до сталої маси, як і у разі порожнього бюкса. Результати заносять в таблицю.

НОМЕР ЗВАЖУВАННЯ	МАСА БЮКСА, г

3. Розрахунок результатів аналізу.

Визначають масову відсоткову частку вологи в досліджуваній субстанції.

Тема: Мірний посуд. Техніка роботи з мірним посудом.

Мірним посудом називають посуд, який застосовується для вимірювання об'єму рідини (розчину). Для точного вимірювання об'єму розчинів застосовують - бюретки, піпетки і мірні колби (рис. 25-27), для приблизного - циліндри та мензурки (рис. 28).

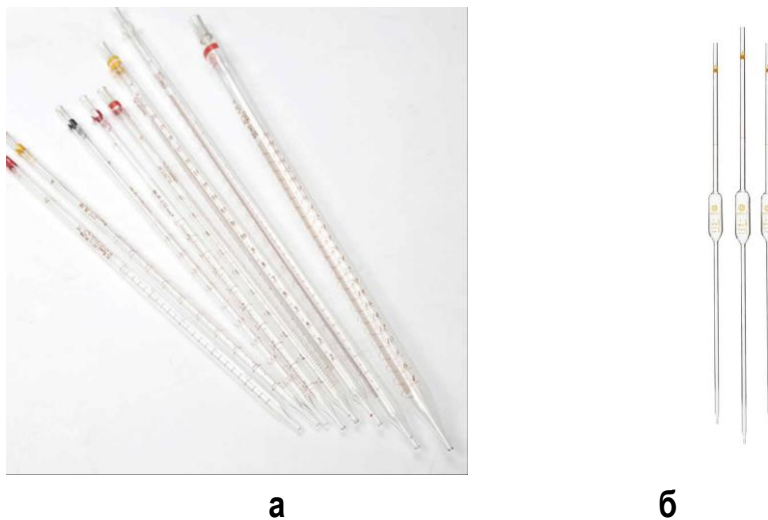


Рис. 25. Мірні піпетки: **а** – градуйовані; **б** – Мора



Рис. 26. Бюретки



Рис.27. Мірні колби

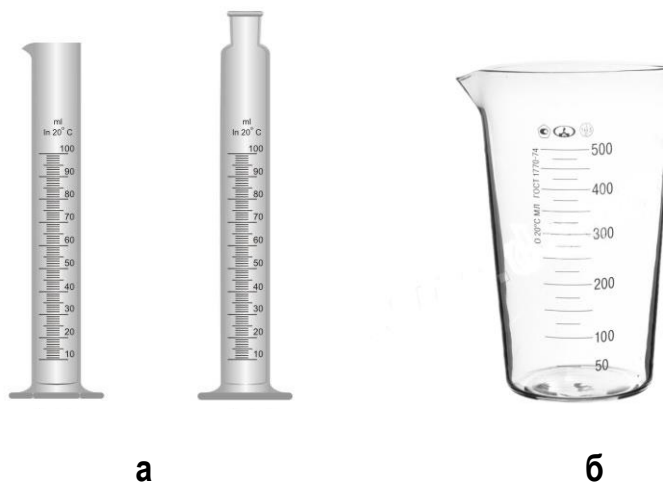


Рис.28. а- мірний циліндр; б – мірна мензурка

1. Техніка роботи з бюреткою. Перед використанням бюретка повинна бути ретельно вимита так, щоб при промиванні вода рівномірно змочувала внутрішню поверхню бюретки, не залишаючи крапель. Вимиту дистильованою водою бюретку тричі ополіскують невеликою кількістю розчину титранту для видалення залишків води, які змінюють концентрацію розчину титранту за рахунок його розведення. Після цього бюретку закріплюють в штативі вертикально. Перед кожним титруванням бюретку заповнюють стандартним розчином титранту до нульової поділки. Необхідно слідкувати, щоб звужений кінець бюретки не містив бульбашок повітря і був повністю заповнений розчином. Для видалення повітря гумовий затвор перегинають, піднімаючи кінець бюретки вгору, і стискають кульку або відкривають зажим - бульбашка повітря видавлюється розчином.

Наповнюють бюретку за допомогою скляної лійки. Рівень рідини встановлюють дещо вище нульової поділки, після чого лійку негайно виймають із бюретки. Поміщують рівень нульової поділки на рівень ока і випускають рідину з бюретки, доки відповідна межа меніска не співпаде з нульовою поділкою. Якщо в бюретці міститься безбарвний або слабкозабарвлений розчин, то відлік проводиться по нижньому меніску, якщо забарвлений - по верхньому.

2. Техніка роботи з піпеткою. Перед роботою чисту, промиту дистильованою водою піпетку тричі обполіскують тим розчином, об'єм якого будуть вимірювати. При заповненні піпетку беруть за верхню частину великим і середнім пальцями правої руки, її носик занурюють у розчин. Через верхній отвір піпетки обережно втягають розчин за допомогою гумової груши.

Занурення піпетки у розчин проводиться достатньо глибоко, щоб у піпетку не потрапляли бульбашки повітря. Розчин утягають дещо вище за мітку, а потім верхній отвір піпетки швидко закривають указівним пальцем. Утримують піпетку вертикально, злегка підіймають указівний палець і дають рідині повільно стекти, доки межа меніска не досягне мітки. При цьому око спостерігача повинно бути на рівні мітки.

Щільно закривають верхній отвір піпетки вказівним пальцем, щоб розчин не витікав, переносять піпетку в колбу для титрування. Тримаючи піпетку вертикально, прибирають палець і дають розчину вільно витікати; коли весь розчин вільно витече, слід доторкнутися кінцем піпетки до стінки колби і зачекати 10-15 секунд, поки витечуть залишки. Розчин, який залишився у носіку піпетки, не треба видувати або струшувати. Та крапля, яка не вилілася, була врахована під час градування піпетки.

3. Техніка роботи з мірної колбою. Перед застосуванням мірну колбу ретельно миють і ополіскують відповідним розчином.

Наповнення мірної колби рідиною проводиться за допомогою лійки. Коли рівень розчину буде на 0,5 см нижче відмітки, лійку виймають і розчин додають піпеткою доки відповідна межа меніска не буде на рівні мітки колби (очі спостерігача мають розташовуватися на рівні мітки). Потім колбу закривають пробкою і ретельно перемішують, повільно перевертаючи 15-20 разів.

Нагрівати мірні колби не рекомендується, так як відбувається деформація скла, що призводить до зміни місткості мірної колби.

3.1. Техніка приготування розчину аналізованої речовини в мірній колбі.

Наважку аналізованої речовини вносять у мірну колбу через суху лійку, змиваючи залишок речовини з лійки дистильованою водою. Потім колбу заповнюють водою до половини об'єму, збовтують до повного розчинення наважки і тільки після цього доводять водою до мітки.

Тема: Калібрування мірного посуду.

При калібруванні мірного посуду на заводах-виробниках можуть виникати помилки. Тому при роботі з мірним посудом необхідно перевірити правильність калібрування, тобто визначити його фактичну місткість.

При цьому треба мати на увазі, що калібрування здійснюють двома способами:

- калібрування “на виливання” (піпетки, бюретки);
- калібрування “на вливання” (мірні колби).

Тому калібрування проводять шляхом визначення маси води, яка вміщується в мірний посуд або виливається з нього. При цьому враховується декілька поправок:

- на зміну густини води із зміною температури;
- на зміну маси тіла у відповідності з законом Архімеда, при зважуванні на повітрі;
- на зміну місткості колби зі зміною температури.

При перевірці місткості мірного посуду об'ємом 50 см³ зважування проводять на аналітичних вагах, але з точністю до 0,001 г. Якщо мірний посуд має більшу місткість, зважування проводять на технічних вагах з точністю до 0,02 г.

1. Перевірка місткості мірної колби на 100 см³

Методика виконання роботи

Мірні колби калібровані на вливання, тобто на вміст у них певного об'єму рідини. Калібрування колб, місткістю 100 см³, проводять на технічних вагах. Для того, щоб уникнути помилки зважування за рахунок нерівноплечості ваг, застосовують метод заміщення.

Перед калібруванням вимірюють температуру дистильованої води, яка використовується для заповнення колби (вона не повинна відрізнятись від температури навколишнього повітря більш, ніж на 1 °С). Ретельно вимиту суху колбу поміщують на ліву шальку технічних ваг, туди ж поміщують важок масою 100 г. Праву шальку врівноважують тарою (металевий дріб, сухий пісок тощо). Ваги аретують та знімають важок масою 100 г. Колбу заповнюють дистильованою водою до мітки, витирають зовні рушником і видаляють полосками фільтрованого паперу краплі води на внутрішній поверхні шийки колби і знову поміщують на ліву шальку ваг. Заповнену водою колбу і врівноважують шляхом додавання важків на ліву чи на праву шальку.

При цьому можливі три варіанти:

1. Рівновага ваг не порушилась, тобто маса води в колбі - 100,00 г:

$$m_{\text{факт.}} = 100,00 \text{ г}$$

2. Рівновага порушилась, важки масою m (г) необхідно додати на ліву шальку ваг. При цьому маса води в колбі менше, ніж 100,00 г на масу доданих на ліву шальку важків:

$$m_{\text{факт.}} = 100,00 - m$$

3. Рівновага порушилась, важки масою m (г) необхідно додати на праву шальку ваг, тобто маса води в колбі більше, ніж 100,00 г на масу доданих на праву шальку важків:

$$m_{\text{факт.}} = 100,00 + m$$

Потім визначають теоретичну масу води ($m_{\text{теор.}}$) з урахуванням відповідних поправок (А, В, С) при даній температурі, тобто масу води, що вміщу-

ється в скляну мірну колбу, ємкість якої при стандартній температурі (20 °C) дорівнює 1000 см³.

$$m_{\text{теор.}} = 1000,00 - (A + B + C)$$

$m_{\text{теор.}}$ для даної температури води знаходять в довідковій літературі. Фактичний об'єм мірної колби знаходять за формулою:

$$V_{\text{факт.}} = \frac{V_{\text{теор.}} \cdot m_{\text{факт.}}}{m_{\text{теор.}}}$$

Визначення об'єму мірної колби проводять декілька разів до отримання відтворюваних результатів, при цьому результати зважувань не повинні відрізнятися більш, ніж на $\pm 0,1$ г.

2. Перевірка місткості мірної піпетки (на 10,00-25,00 см³)

Методика виконання роботи

Спочатку вимірюють температуру дистильованої води, яку використовують для калібрування піпетки. Потім зважують на аналітичних вагах з точністю до 0,001 г сухий бюкс, закритий кришкою. Ретельно вимиту піпетку двічі ополіскують дистильованою водою, заповнюють нею піпетку до мітки і виливають воду у зважений бюкс, дотримуючись правил роботи з піпетками. Бюкс закривають кришкою і зважують. Знаходять масу води, яка міститься в бюксі. Ємність піпетки розраховують так, як і місткість мірної колби.

Дослід повторюють до одержання відтворюваних результатів, при цьому результати зважувань не повинні відрізнятися більш, ніж на $\pm 0,001$ г.

Тема: Техніка приготування стандартних розчинів.

Робота 1. Приготування 0,1 М розчину натрій гідроксиду.

Наважку натрій гідроксиду, необхідну для приготування 500 см³ 0,1 М розчину зважують у фарфоровій чашці або скляному бюксі на технічних вагах, переносять в мірний стакан, розчиняють у воді, доводять об'єм розчину до мітки, ретельно перемішують, переливають в посуд для зберігання розчинів.

Дано:

$C_{(\text{NaOH})} =$

$V_{\text{NaOH}} =$

$E_{(\text{NaOH})} =$

$m_{\text{нав. (NaOH)}} =$

Робота 2. Приготування 0,1 М розчину хлоридної кислоти.

Вимірюють ареометром густину концентрованої хлоридної кислоти. За довідником визначають концентрацію цього розчину в моль/л і розраховують об'єм концентрованої кислоти, необхідний для приготування 500 см³ 0,1 М розчину. Відмірюють мірним циліндром розрахований об'єм концентрованої кислоти, поміщають в мірний стакан, що містить невеликий об'єм дистильованої води, доводять водою об'єм розчину до мітки, ретельно перемішують, переливають в посуд для зберігання розчинів.

Дано:

$\rho_{\text{HCl}} =$

$V_{\text{HCl}} =$

$C_{(\text{HCl})} =$

$V_{(\text{HCl, конц.})} =$

Робота 3. Приготування титрованого розчину з «фіксаналу».

Для приготування титрованих розчинів часто використовують «фіксанали». Фіксанал, або стандарт-титр, представляє собою запаяну скляну ампулу, яка містить точно відому кількість речовини в сухому вигляді або розчині (рис. 29). Частіш за все в ампулі міститься 0,1 моль речовини.



Рис. 29. Фіксанали

При приготуванні первинного стандартного розчину з фіксаналу використовують мірну колбу (1). Для приготування титрованого розчину ампулу (фіксанал) (4) поміщують у воронку (2) яка вставлена в горлишко мірної колби (1), розбивають бойком (3), та її вміст кількісно переносять в мірну колбу необхідного об'єму, розводять свіжепрокип'яченою та охолодженою дистильованою водою (6), доводять до мітки (5) та ретельно перемішують (рис. 30).

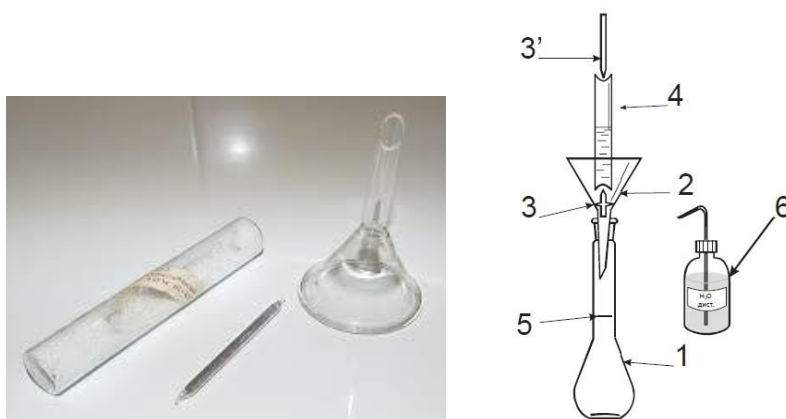


Рис. 30. Приготування розчину з фіксаналу

Тема: Визначення молярної концентрації речовини еквівалента розчину натрій гідроксиду за стандартним розчином хлоридної кислоти.

Рівняння реакції, що покладена в основу визначення:

Точний об'єм стандартного розчину хлоридної кислоти відміряють бюреткою в конічну колбу, додають 1-2 краплі метилового оранжевого і титрують розчином натрій гідроксиду до переходу червоного забарвлення розчину в жовте. Для виключення помилки упередження при титруванні беруть різні об'єми кислоти в межах від 20,00 до 25,00 см³. Титрування виконують до отримання відтворюваних результатів. Для оцінки відтворюваності результати всіх титрувань перераховують на 20,00 см³ розчину кислоти.

Результати записують в таблицю:

№ п.п	Об'єм розчину кислоти, взятий на титрування, см ³	Об'єм розчину лугу, витрачений на титрування, см ³	Об'єм розчину лугу, перерахований на 20,00 см ³ розчину кислоти, см ³

Розраховують молярну концентрацію речовини еквівалента розчину натрій гідроксиду.

Дано:

$C(\text{HCl}) =$

$V(\text{HCl}) =$

$V(\text{NaOH}) =$

$C(\text{NaOH}) =$

Тема: Рефрактометрія.

Рефрактометричний метод аналізу заснований на вимірюванні показника заломлення (n) речовини, що досліджується.

При переході променя світла з одного оптично прозорого середовища в інше він змінює свій первісний напрямок, тобто заломлюється (рис. 31).

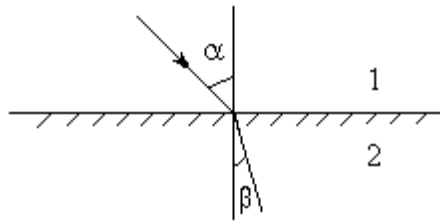


Рис. 31. Схема проходження світла з середовища 1 в середовище 2
 α – кут падіння,
 β – кут заломлення

Фізичний зміст показника заломлення — це відношення швидкості розповсюдження світла в середовищі 1 (V_1) до швидкості розповсюдження світла в середовищі 2 (V_2):

$$n = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

Для вимірювання показника заломлення рідин використовують оптичні прилади – рефрактометри типа Аббе (рис. 32).



Рис. 32. Рефрактометри типа Аббе

Методика вимірювання показника заломлення

При вимірюванні показника заломлення (n) 2-3 краплі розчинника або розчину поміщують між половинами призми і ретельно їх притискають.

Досягають постійної температури призми і розчину пропусканням води певної температури крізь обкладку призми. Освітлюють призму білим світлом, поле окуляра повинно бути освітлене рівномірно. Нерівномірне освітлення поля (темні плями) вказує на недостатню кількість досліджуваного розчину або розчинника.

При цьому призму треба розкрити і додати декілька крапель досліджуваної рідини. Обертанням призми домагаються темного поля в окулярі; у випадку появи спектра на межі розподілу за допомогою компенсатора встановлюють чітку межу світлого і темного полів. Потім за допомогою мікрометричного гвинта сполучають межу темного поля точно на перетинанні ліній в полі зору окуляра (рис. 33) і відлічують показання n за шкалою.

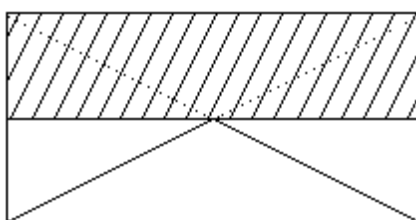


Рис. 33. Поле зору в окулярі рефрактометра Аббе

Відлік проводять не менше 3-4 разів, переходячи від світлого поля до темного, а потім 3-4 рази при переході від темного поля до світлого. За одержаними даними знаходять середнє значення показника заломлення.

Спочатку виміряють показник заломлення розчинника, потім досліджуваних розчинів; починають вимірювання з більш розбавлених розчинів. Після кожного вимірювання призму ретельно очищують ватою, змоченою спиртом, промивають водою і протирають фільтрувальним папером або марлею.

Робота 1. Визначення концентрації речовин в розчині рефрактометричним методом.

Визначення концентрації розчинів калій хлориду (калій броміду) виконують за наступними етапами:

1.1. Вимірювання показників заломлення стандартних розчинів.

Вимірюють показник заломлення дистильованої води n_0 і показники заломлення n серії водних розчинів калій хлориду (калій броміду) з точно відомими масооб'ємними концентраціями.

1.2. Побудова градуовального графіка.

За отриманими даними будують градуовальний графік в координатах: n (показник заломлення) – C (концентрація речовини, %).

1.3. Вимірювання показника заломлення досліджуваного розчину.

№ п/п	C, %	n
1		
2		
3		
4		
5		
X1		
X2		
X3		

$n_0=1,3330$

1.4. Обробка результатів аналізу.

Концентрацію досліджуваних розчинів визначають графічно, або розрахунковим шляхом з урахуванням фактора (F) показника заломлення.

Робота 2. Визначення концентрації глюкози в водних розчинах

Виміряють показник заломлення води n_0 , потім показник заломлення досліджуваного розчину глюкози - n і розраховують його концентрацію за формулою:

$$C_x = \frac{n - n_0}{F}$$

Якщо приблизна концентрація досліджуваного розчину невідома, то використовують величину F — 1 % розчину, а потім повторюють розрахунок, підставляючи в рівняння значення фактора для знайденої концентрації і розраховують її точне значення.



Література

Основна

1. Аналитическая химия : учеб. пособие для студентов вузов / И. С. Гриценко [и др.] ; под общ. ред. И. С. Гриценко. – 3-изд., перераб. и доп. – Харьков : НФаУ : Оригинал, 2017. – 504 с.

2. Аналітична хімія : навч.-довід. посіб. для студентів вищ. навч. закл. / В. В. Болотов [та ін.] ; за заг. ред. В. В. Болотова. – Харків : НФаУ, 2014. – 320 с.

3. Аналітична хімія. Якісний та кількісний аналіз : навч. конспект лекцій / В. В. Болотов [та ін.] ; за заг. ред. проф. В. В. Болотова. – Вінниця : Нова книга, 2011. – 424 с.

4 Аналитическая химия в схемах и таблицах : справ. для студентов фармацевт. вузов / В. В. Болотов [и др.] ; под общ. ред. В. В. Болотова. – Харьков : НФаУ : Золотые страницы, 2002. – 172 с.

5. Болотов, В. В. Практическое руководство по технике лабораторных работ : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / В. В. Болотов, Е. Г. Кизим. – Харьков : НФаУ, 2008. – 132 с.

6. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-ге вид. – Харків : ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.

Допоміжна

1. Аналітична хімія : підруч. для студентів напряму «Фармація» і «Біотехнологія» ВНЗ / Н. К. Федущак [та ін.]. – Вінниця : Нова Книга, 2012. – 640 с.

2. Васильев, В. П. Аналитическая химия : в 2 кн. Кн. 1. Титриметрические и гравиметрические методы анализа / В. П. Васильев. – М. : Дрофа, 2003. – 368 с.

3. Васильев, В. П. Аналитическая химия : в 2 кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа / В. П. Васильев. – М. : Дрофа, 2003. – 384 с.

4. Кристиан, Г. Аналитическая химия : в 2-х т. / Г. Кристиан ; пер. с англ. – М. : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2009. – Т. 1. – 627 с. ; Т. 2. – 616 с.

5. Практикум з аналітичної хімії : навч. посіб. для студентів вищ. навч.

закл. / В. В. Болотов [та ін.] ; за заг. ред. проф. В. В. Болотова. – Харків : НФаУ : Золоті сторінки, 2003. – 240 с.

6. Encyclopedia of Analytical Chemistry: Applications, Theory and Instrumentation / ed. by R. A. Meyers. – John Wiley & Sons, 2000. – 14484 p.

7. Skoog, D. A. Fundamentals of Analytical Chemistry / D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler. – 9th ed. – Brooks Boston : Cengage Learning, 2014. – 1090 p.

Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.ua> (дата звернення: 2.10.2019). – Назва з екрана.

2. Наукова бібліотека НФаУ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pharmlib.kharkiv.edu.ua> (дата звернення: 2.10.2019). – Назва з екрана.

3. Сайт кафедри аналітичної хімії НФаУ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://anchem.nuph.edu.ua> (дата звернення: 2.10.2019). – Назва з екрана.

4. Учбовий портал «Центр дистанційних технологій НФаУ» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pharmel.kharkiv.edu> (дата звернення: 2.10.2019). – Назва з екрана.

Навчальне видання

Гриценко Іван Семенович
Кизим Олена Георгіївна
Колісник Сергій Вікторович
Петухова Ірина Юріївна
Ахмедов Ельшан Юнісович

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ
З ДИСЦИПЛІНИ
«СУЧАСНА АНАЛІТИЧНА ЛАБОРАТОРНА ПРАКТИКА»

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 4,25. Тираж 100 пр. Зам. №

Національний фармацевтичний університет
вул. Пушкінська, 53, м. Харків, 61002
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи серії ДК № 3420 від
11.03.2009.