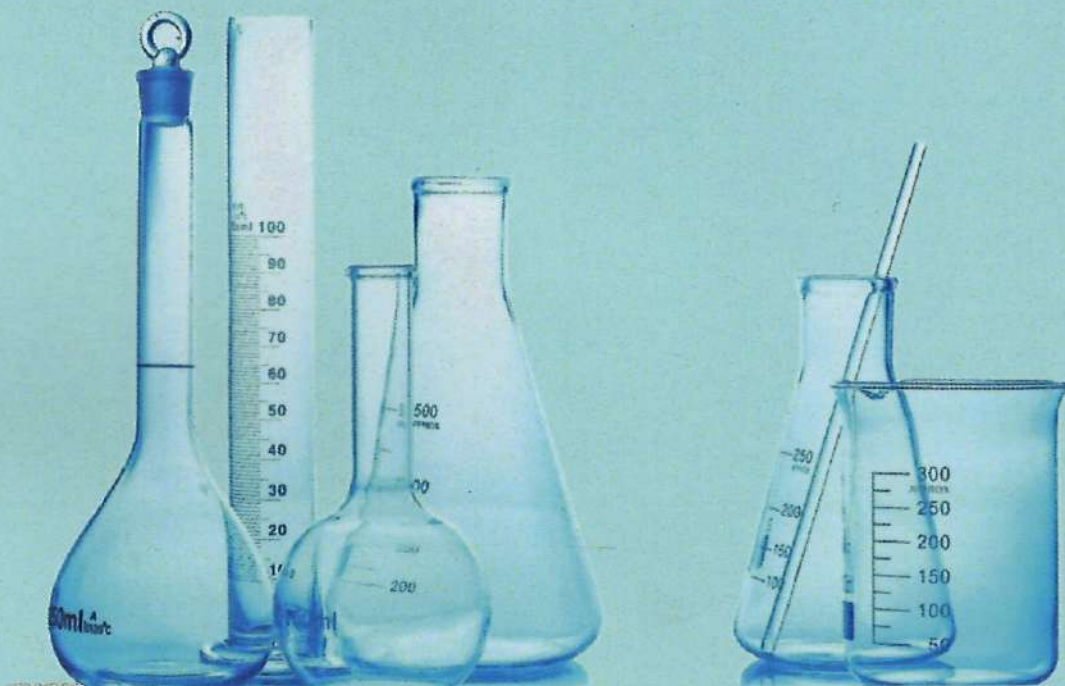


Т. Д. Рева
В. Л. Сліпчук
Г. М. Зайцева
О. М. Чхало
С. М. Гождзінський
В. О. Калібабчук
Л. М. Рудковська

АНАЛІТИЧНА ПРАКТИКУМ ХІМІЯ



Міністерство охорони здоров'я України
Центральний методичний кабінет з вищої медичної освіти

Т. Д. Рева
В. Л. Сліпчук
Г. М. Зайцева
О. М. Чхало
С. М. Гождзінський
В. О. Калібабчук
Л. М. Рудковська

АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ

ПРАКТИКУМ

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ФАКУЛЬТЕТІВ
III ТА IV РІВНІВ АКРЕДИТАЦІЇ

2-ге видання, перероблене і доповнене

Едельвейс
Київ – 2018

УДК 543(0075.8)

А-64

*Рекомендовано Вченою радою Національного медичного університету імені О.О. Богомольця до друку як навчально-методичний посібник.
Протокол № 9 від 23.02.2017 р.*

Рецензенти:

Зайцев В.М., доктор хім. наук, чл.-кор. НАН України, професор, зав. кафедри аналітичної хімії Київського національного університету імені Тараса Шевченка;

Пономаренко М.С., доктор фарм. наук, професор, зав. кафедри організації і економіки фармації Національної медичної академії післядипломної освіти імені П.Л. Шупика, засл. працівник фармації України.

Автори:

Рева Т.Д., доц., канд. хім. наук;

Сліпчук В.Л., доц., канд. пед. наук;

Зайцева Г.М., доц., канд. хім. наук;

Чхало О.М., старший викладач;

Гождзінський С.М., доц., канд. хім. наук;

Калібабчук В.О., професор, доктор хім. наук, зав. кафедри медичної та загальної хімії Національного медичного університету імені О.О. Богомольця;

Рудковська Л.М., провідний інженер Інституту загальної та неорганічної хімії імені В.І. Вернадського НАН України.

А-64

Аналітична хімія. Практикум : навч.-метод. посібник для студ. фарм. факультетів III та IV рівнів акред. / Т.Д. Рева, В.Л. Сліпчук, Г.М. Зайцева та ін. – 2-е вид., перероб. і доповн. – К. : Едельвейс, 2018. – 304 с.

ISBN 978-617-7619-02-3

Навчально-методичний посібник складено згідно з вимогами типової програми з аналітичної хімії для студентів вищого фармацевтичного закладу та фармацевтичних факультетів вищих навчальних закладів III - IV рівнів акредитації. У посібнику використано досвід викладання аналітичної хімії на фармацевтичному факультеті Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця.

Для студентів фармацевтичних факультетів ВНЗ.

УДК 543(0075.8)

ISBN 978-617-7619-02-3

© Колектив авторів, 2018.

© «Едельвейс», дизайн, верстка, 2018.

ЗМІСТ

Вступ	10
Структура навчальної дисципліни	12
Теми практичних, лабораторних занять	14
Модуль 1. Якісний аналіз. Кислотно-основне титрування	16
Тема 1. Правила роботи й безпеки в хіміко-аналітичній лабораторії. Вступ у якісний аналіз. Якісні реакції катіонів I аналітичної групи (K^+ , Na^+ , NH_4^+), умови їх виконання	16
Поняття «аналітичні властивості речовин». Хімічні та фізико-хімічні аналітичні властивості речовин	16
Способи виконання аналітичних реакцій	18
Основні типи хімічних реакцій, що використовуються в аналітичній хімії	19
Групові реакції та характерні реакції. Специфічні та неспецифічні (селективні) реакції	20
Дробний аналіз та систематичний хід аналізу	21
Чутливість аналітичних реакцій. Метрологічні характеристики чутливості аналітичних реакцій	22
Правила роботи й безпеки в хіміко-аналітичній лабораторії	24
Кислотно-основна класифікація катіонів. Аналітичні реакції катіонів I аналітичної групи, умови їх виконання	26
Лабораторна робота «Якісні реакції катіонів I аналітичної групи»	27
Тема 2. Якісні реакції катіонів II (Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+}) та III (Ca^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+}) аналітичних груп	30
Лабораторна робота «Аналітичні реакції катіонів II аналітичної групи»	31
Лабораторна робота «Аналітичні реакції катіонів III аналітичної групи»	33
Тема 3. Підсумкове заняття з теорії та практики аналізу катіонів I – III аналітичних груп	35
Лабораторна робота «Аналіз суміші катіонів I – III аналітичних груп»	35
Ситуаційні задачі	38
Тема 4. Якісні реакції катіонів IV аналітичної групи (Al^{3+} , Cr^{3+} , Zn^{2+} , As^{III} , As^V , Sn^{II} , Sn^{IV}). Аналіз суміші катіонів IV аналітичної групи	39
Лабораторна робота «Аналітичні реакції катіонів IV аналітичної групи»	41

Лабораторна робота «Аналіз суміші катіонів IV аналітичної групи».....	47
Тема 5. Якісні реакції катіонів V аналітичної групи (Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Bi^{3+} , Sb^{II} , Sb^V) та VI аналітичної групи (Cu^{2+} , Co^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Ni^{2+}).....	49
Лабораторна робота «Дія групового реагенту на катіони V аналітичної групи».....	50
Лабораторна робота «Реакції катіонів V аналітичної групи»...	50
Лабораторна робота «Аналітичні реакції катіонів VI аналітичної групи».....	56
Тема 6. Підсумкове заняття з теорії та практики аналізу катіонів IV – VI аналітичних груп.....	60
Лабораторна робота «Аналіз суміші катіонів IV – VI аналітичних груп».....	60
Тема 7. Якісні реакції аніонів I – III аналітичних груп.....	63
Групові реагенти в аналізі аніонів та їх призначення.....	63
Лабораторна робота «Якісні реакції аніонів I аналітичної групи».....	64
Лабораторна робота «Якісні реакції аніонів II аналітичної групи».....	68
Лабораторна робота «Якісні реакції аніонів III аналітичної групи».....	71
Лабораторна робота «Реакції аніонів деяких органічних кислот».....	76
Тема 8. Підсумкове заняття з теорії та практики аналізу аніонів I – III груп, методів розділення й концентрування.....	80
Особливі випадки в аналізі аніонів.....	80
Лабораторна робота «Систематичний аналіз сульфуровмісних аніонів S^{2-} , $S_2O_3^{2-}$, SO_3^{2-} , SO_4^{2-} ».....	81
Лабораторна робота «Систематичний хід аналізу суміші аніонів Cl^- , Br^- , I^- ».....	82
Лабораторна робота «Аналіз суміші NO_3^- і NO_2^- ».....	83
Тема 9. Аналіз суміші сухих солей.....	84
Лабораторна робота «Якісний хімічний аналіз сухої солі».....	84
Перевірка розчинності у воді.....	84
Аналіз солі, яка розчинилась у воді.....	84
Визначення катіонів.....	85
Попередні випробування.....	85
Випробування на катіони першої аналітичної групи.....	85
Перевірка наявності катіонів II аналітичної групи.....	86
Перевірка наявності катіонів III аналітичної групи.....	86
Перевірка наявності катіонів IV аналітичної групи.....	87
Перевірка наявності аніонів.....	87

Проба на аніони I, II чи III аналітичної групи.....	88
Тема 10. Вступ у кількісний аналіз. Техніка зважування.	
Титриметричні методи аналізу. Кислотно-основне титрування	88
Питання для теоретичної підготовки	88
Теоретичні основи титриметричного аналізу	89
Одиниці, які характеризують кількісний склад розчинів, що використовуються в титриметричному аналізі	91
Розрахунок концентрації або маси досліджуваного розчину за даними титрування	91
Техніка зважування на аналітичних терезах	92
Мірний посуд. Перевірка ємності мірного посуду.	93
Перевірка ємності мірного посуду	95
Калібрування мірних колб	96
Калібрування піпеток	97
Калібрування бюреток.....	97
Приготування титрантів.....	98
Приклади розв'язання типових задач	99
Тема 11. Кислотно-основне титрування. Титрування сильних кислот сильними основами й навпаки	100
Питання для теоретичної підготовки	100
Теоретичні основи кислотно-основного титрування	101
Індикатори методу кислотно-основного титрування.....	102
Лабораторна робота «Приготування робочого розчину КОН»	104
Стандартизація розчину КОН за вторинним стандартом HCl... ..	104
Тема 12. Кислотно-основне титрування. Титрування слабких кислот лугами й слабких основ сильними кислотами.....	105
Питання для теоретичної підготовки	105
Типові задачі	106
Методичні рекомендації до розв'язання задач	107
Лабораторна робота «Визначення масової частки ацетатної (етанової) кислоти в аналітичних пробах»	108
Лабораторна робота «Визначення вмісту хлоридної кислоти у фармацевтичному препараті»	110
Тема 13. Кислотно-основне титрування. Титрування багатоосновних кислот, багатокислотних основ, сумішей кислот або основ.....	111
Питання для теоретичної підготовки	111
Титрування багатоосновних кислот	111
Титрування багатокислотних основ	113
Лабораторна робота «Визначення масових часток натрій гідроксиду та калій карбонату в сумішах»	113

Лабораторна робота «Визначення масових часток калій карбонату та калій гідрогенкарбонату в сумішах (пряме титрування)»	114
Типові задачі	115
Тема 14. Кислотно-основне титрування. Титрування амфолітів	118
Питання для теоретичної підготовки	118
Теоретичні основи титрування амфолітів	119
Визначення масової частки у відсотках натрій дигідрогенфосфату та натрій гідрогенфосфату за попередньо розробленими методиками	119
Питання для теоретичної підготовки	120
Типові задачі	121
Тема 15. Кислотно-основне титрування. Застосування кислотно-основного титрування для кількісного визначення хімічних речовин і лікарських засобів. Статистична обробка результатів аналізу	125
Типові задачі	125
Тема 16. Підсумкове заняття з розділу «Титриметричні методи аналізу. Кислотно-основне титрування»	129
Тести для самоконтролю	129
Білет типової контрольної роботи	132
Модуль 2. Кількісний аналіз. Інструментальні методи аналізу	139
Тема 1. Окисно-відновне титрування. Перманганатометрія	139
Питання для теоретичної підготовки	139
Теоретичні основи оксидиметрії	140
Індикатори окисно-відновного титрування	142
Перманганатометрія	145
Первинні стандарти методу перманганатометрії	147
Стандартизація розчину калій перманганату	148
Лабораторна робота «Визначення точної молярної концентрації еквівалента робочого розчину KMnO_4 за стандартним розчином $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ »	148
Лабораторна робота «Визначення масової частки гідроген пероксиду»	149
Лабораторна робота «Визначення масової частки солей феруму(II)»	150
Тема 2. Окисно-відновне титрування. Йодиметрія, йодометрія	150
Питання для теоретичної підготовки	150
Теоретичні основи йодиметрії та йодометрії	151
Йодометрія	151
Характеристика робочих розчинів та індикаторів	153

Лабораторна робота «Визначення точної молярної концентрації еквівалента робочого розчину натрій тіосульфату»	155
Лабораторна робота «Визначення точної концентрації робочого розчину I_2 за титрованим розчином $Na_2S_2O_3$ ».....	156
Лабораторна робота «Визначення масової частки аскорбінової кислоти»	156
Лабораторна робота «Визначення масової частки формальдегіду у формаліні»	157
Лабораторна робота «Визначення масової частки гідроген пероксиду».....	158
Йодиметрія.....	159
Способи йодиметричного титрування.....	165
Зворотнє йодиметричне титрування.....	167
Тема 3. Окисно-відновне титрування. Броматометрія, бромометрія ...	168
Питання для теоретичної підготовки.....	168
Теоретичні основи бромометричного та броматометричного титрування	168
Лабораторна робота «Приготування робочого розчину калій бромату»	170
Лабораторна робота «Визначення масової частки натрій саліцилату»	170
Розв'язування розрахункових задач	171
Тема 4. Окисно-відновне титрування. Нітритометрія.....	172
Теоретичні основи.....	172
Лабораторна робота «Приготування та стандартизація розчину натрій нітриту».....	174
Лабораторна робота «Визначення масової частки стрептоциду»	175
Тема 5. Підсумкове заняття з розділу «Окисно-відновне титрування».....	176
Білету типової контрольної роботи.....	176
Тести для самоконтролю.....	190
Тема 6. Осаджувальне титрування. Аргентометрія. Меркурометрія.....	205
Питання для теоретичної підготовки.....	205
Теоретичні основи осаджувального титрування	206
Визначення кінцевої точки титрування.....	207
Класифікація методів аргентометрії.....	207
Способи визначення кінцевої точки титрування (к.т.т.).....	208
Метод Мора	209
Метод Фаянса	210
Метод Фольгарда (тіоціанатометрія).....	211

Лабораторна робота «Визначення масової концентрації натрій хлориду у фізіологічному розчині методом Фольгарда»	212
Меркуриметрія	214
Тема 7. Комплексиметричне титрування. Комплексонометрія	216
Питання для теоретичної підготовки	216
Теоретичні основи комплексиметричного титрування	216
Комплексонометрія	217
Індикатори в комплексонометрії	220
Застосування комплексонометричного титрування	221
Лабораторна робота «Визначення точної молярної концентрації еквівалента робочого розчину трилону Б»	223
Лабораторна робота «Визначення загальної твердості води»	224
Лабораторна робота «Визначення вмісту ZnO у фармацевтичному препараті»	225
Тема 8. Гравіметричний аналіз. Застосування гравіметрії для аналізу лікарських та косметичних засобів	228
Питання для теоретичної підготовки	228
Теоретичні основи гравіметричного аналізу	228
Методи відгонки	229
Метод виділення	232
Метод осадження	233
Лабораторна робота «Визначення вмісту води у препараті»	235
Ситуаційні задачі	236
Приклади типових розрахункових задач	237
Тема 9. Підсумкове заняття з розділу «Осаджувальне, комплексиметричне титрування. Гравіметричний аналіз»	238
Тести для самоконтролю	238
Білету типової контрольної роботи	245
Тема 10. Оптичні методи аналізу. Фотоколориметрія та спектрофотометрія. Умови фотометричного визначення. Визначення концентрації досліджуваного розчину	255
Оптичні методи аналізу	256
Питання для теоретичної підготовки	256
Лабораторна робота «Визначення вмісту речовини в препараті методами візуальної колориметрії»	256
Лабораторна робота «Визначення вмісту Феруму за допомогою сульфосаліцилової кислоти»	258
Лабораторна робота «Визначення Феруму у вигляді дисульфосаліцилатного комплексу»	259
Фотоколориметрія та спектрофотометрія	260
Питання для теоретичної підготовки	260
Лабораторна робота «Фотоелектроколориметричне визначення вмісту $K_2Cr_2O_7$ у розчині»	260

Тема 11. Оптичні методи аналізу. Рефрактометрія	262
Теоретичні основи рефрактометрії	262
Лабораторна робота «Рефрактометричний метод визначення вмісту речовини у розчині»	265
Лабораторна робота «Визначення вмісту речовини в розчині за таблицями показників заломлення»	265
Лабораторна робота «Визначення вмісту речовини в розчині за рефрактометричним фактором»	268
Лабораторна робота «Визначення вмісту речовин у розчині за калібрувальним графіком»	269
Тема 12. Підсумкове заняття з розділу «Оптичні методи аналізу»	269
Питання для теоретичної підготовки	269
Тести для самоконтролю	271
Білетти типової контрольної роботи	275
Тема 13. Електрохімічні методи аналізу. Потенціометричний аналіз. Потенціометричне титрування	276
Питання для теоретичної підготовки	276
Лабораторна робота «Визначення масової частки Феруму (II) у препараті методом потенціометричного титрування»	277
Тема 14. Хроматографічні методи аналізу. Визначення вмісту солей лужних металів у розчинах методом іонообмінної хроматографії. Тонкошарова хроматографія	279
Питання для теоретичної підготовки	279
Лабораторна робота «Кількісне визначення кальцій хлориду в розчині йонним обміном»	279
Паперова хроматографія	281
Лабораторна робота «Розділення Феруму (III) і Купруму (II)»	281
Тема 15. Підсумкове заняття з розділів «Електрохімічні та хроматографічні методи аналізу»	282
Питання для теоретичної підготовки	282
Тести для самоконтролю	284
Білетти типової контрольної роботи	289
Підсумковий контроль засвоєння модуля 2. Кількісний аналіз. Інструментальні методи аналізу	297
Рекомендована навчально-методична література	302
Основна	302
Допоміжна	302
Інформаційні ресурси	303

Навчальне видання

Т. Д. Рева
В. Л. Сліпчук
Г. М. Зайцева
О. М. Чхало
С. М. Гождзінський
В. О. Калібабчук
Л. М. Рудковська

АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ ПРАКТИКУМ

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ФАКУЛЬТЕТІВ
III ТА IV РІВНІВ АКРЕДИТАЦІЇ

2-ге видання, перероблене і доповнене

Редактор *Михайло Гнатюк*
Коректор *Руслана Новицька*
Дизайн і верстка *Валерій Бедрик*

Підп. до друку 9.03.2018 р. Формат 60×84/16.
Умовн. друк. арк. 17,73. Обл.-вид. арк. 13,25.
Друк офсетний. Гарнітура «Times», «Arial».
Тираж 300 прим. Замовлення: № 1803-02.

Віддруковано:

ТОВ ВП «Едельвейс»

Україна, м. Київ, вул. Івана Сергієнка, 18, оф. 7.

E-mail: vid_edelveis@ukr.net