

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



Є. Я. Левітін, Н. В. Турченко,
О. С. Криськів, О. В. Антоненко

МЕДИЧНА ХІМІЯ

ПІДРУЧНИК

для студентів закладів вищої освіти,
які навчаються за спеціальністю
«Технології медичної діагностики та лікування»
за освітньою програмою «Лабораторна діагностика»

За редакцією
доктора фармацевтичних наук
професора Є. Я. ЛЕВІТІНА

Харків
НФаУ
«Золоті сторінки»
2018

УДК 544(075.8)
Л 36

Рецензенти:

Г. О. Сирова, доктор фармацевтичних наук, професор, завідувач кафедри медичної та біоорганічної хімії Харківського національного медичного університету;

І. О. Журавель, доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри клінічної біохімії, судово-медичної токсикології та фармації Харківської медичної академії післядипломної освіти;

В. В. Огурцов, кандидат фармацевтичних наук, доцент, завідувач кафедри загальної, біоорганічної та фізикоїдної хімії Львівського національного медичного університету ім. Данила Галицького

Затверджено

Міністерством освіти і науки України
(лист № 1/11-23.2-35 від 12.07.2018 р.)

Левітін Є. Я.

Л 36 Медична хімія : підруч. для студентів закл. вищ. освіти, які навчаються за спец. «Технології медичної діагностики та лікування» за освіт. програмою «Лабораторна діагностика» / Є. Я. Левітін, Н. В. Турченко, О. С. Криськів, О. В. Антоненко ; за ред. Є. Я. Левітіна. — Харків : НФаУ : Золоті сторінки, 2018. — 376 с. : іл.

ISBN 978-966-615-547-7 (НФаУ).

ISBN 978-966-400-466-1 (Золоті сторінки).

У підручнику висвітлено основні положення загальної, неорганічної, фізичної та колоїдної хімії та показаний їх зв'язок з біологією, медициною та фармацією, а також із сучасними поглядами на організм людини як складну систему, здатну до саморегуляції. Матеріал подано відповідно до робочої програми з дисципліни «Медична хімія» (Харків, НФаУ, 2017) для здобувачів вищої освіти фармацевтичних ЗВО та факультетів.

Для аудиторної та самостійної роботи здобувачів вищої освіти першого курсу спеціальності «Лабораторна діагностика» при вивченні дисципліни «Медична хімія».

УДК 544 (075.8)

ISBN 978-966-615-547-7
ISBN 978-966-400-466-1

© Національний фармацевтичний університет, 2018
© Левітін Є. Я., Турченко Н. В., Криськів О. С., Антоненко О. В., 2018

ЗМІСТ

Передмова	7
ЗАГАЛЬНА ХІМІЯ	9
1. Класи і номенклатура неорганічних речовин	10
1.1. Назви елементів і простих речовин	10
1.2. Оксиди та деякі бінарні сполуки	12
1.3. Основи та кислоти	15
1.4. Катіони та аніони. Солі	17
2. Будова атома та періодичний закон Д. І. Менделєєва	22
2.1. Склад атома	22
2.2. Квантові числа	22
2.2.1. Головне квантове число	23
2.2.2. Орбітальне квантове число	24
2.2.3. Магнітне квантове число	24
2.2.4. Спінове квантове число	25
2.3. Електронні структури атомів	26
2.3.1. Елементи малих періодів	28
2.3.2. Елементи великих періодів	30
2.4. Періодичний закон Д. І. Менделєєва — основа для вивчення біоелементів	32
2.4.1. Структура Періодичної системи	33
2.4.2. Періодичність зміни властивостей атомів елементів	35
3. Хімічний зв'язок	41
3.1. Загальні положення про хімічний зв'язок	41
3.2. Метод валентних зв'язків	42
3.2.1. Особливості ковалентного зв'язку з позиції методу валентних зв'язків	42
3.2.2. Спрямованість ковалентного зв'язку	44
3.2.3. Гібридизація атомних орбіталей. Просторова конфігурація молекул	45
3.2.4. Полярність і поляризованість ковалентного зв'язку. Типи ковалентних молекул	47
3.3. Іонний зв'язок	49
3.4. Водневий зв'язок	49
4. Основні поняття та закони хімії	53
4.1. Основні поняття	53
4.2. Закон збереження маси речовини	54
4.3. Закон Авогадро	55
4.4. Закон еквівалентів	56
5. Елементи хімічної термодинаміки	61

5.1. Хімічна термодинаміка	62
5.1.1. Основні поняття та визначення	62
5.1.2. Стан термодинамічної системи	63
5.1.3. Термодинамічний процес	63
5.1.4. Теплота і робота	64
5.1.5. Перший закон термодинаміки та його наслідок	64
5.1.6. Розрахунок роботи в термодинамічних процесах	65
5.2. Термохімія	66
5.2.1. Тепловий ефект. Співвідношення між ізобарним та ізохорним тепловими ефектами реакції	66
5.2.2. Закон Лавуазьє — Лапласа. Закон Гесса. Обчислення ентальпій хімічних реакцій	68
5.2.3. Теплоти утворення та згоряння сполук	69
5.3. Другий закон термодинаміки. Характеристичні функції та термодинамічні потенціали	71
5.3.1. Формулювання другого закону термодинаміки	71
5.3.2. Ентропія	72
5.3.3. Ентальпійний та ентропійний фактори. Напрямок хімічних реакцій	74
5.3.4. Закони термодинаміки та живі системи	76
6. Хімічна кінетика та хімічна рівновага	81
6.1. Кінетика та рівновага біохімічних процесів	81
6.2. Основні поняття хімічної кінетики	82
6.2.1. Залежність швидкості реакції від концентрації	83
6.2.2. Залежність швидкості реакції від температури	85
6.2.3. Вплив каталізаторів на швидкість реакції	87
6.2.4. Ферментативний каталіз	89
6.2.5. Кінетика та механізм ферментативних реакцій	89
6.3. Хімічна рівновага	91
6.3.1. Зміщення хімічної рівноваги. Принцип Ле Шательє	93
6.3.2. Вплив концентрації на зміщення рівноваги біохімічних реакцій	93
6.3.3. Вплив температури	94
6.3.4. Вплив тиску	94
7. Колоїдні системи та поверхнево-активні речовини	98
7.1. Характеристика та значення дисперсних систем	98
7.2. Класифікація та властивості дисперсних систем	99
7.3. Методи одержання колоїдно-дисперсних систем	102
7.4. Будова дисперсних систем	104
7.5. Методи очищення колоїдних розчинів	106
7.6. Молекулярно-кінетичні властивості колоїдних систем	107
7.7. Оптичні властивості дисперсних систем	109
7.8. Електричні властивості дисперсних систем	111
7.9. Стійкість дисперсних систем	112
7.10. Стабілізація золів. Колоїдний захист	115
8. Розчини	119
8.1. Водно-сольовий баланс організму людини	119
8.2. Дисперсні системи. Розчини	122
8.3. Кількісна характеристика розчинів	124

8.4. Процес розчинення. Енергетичний ефект розчинення	127
8.4.1. Теорії розчинів	127
8.4.2. Енергетичні ефекти при розчиненні	129
8.4.3. Розчинність	130
8.4.4. Залежність розчинності від температури	131
8.4.5. Залежність розчинності газів від тиску та вмісту електролітів	132
9. Розчини неелектролітів	136
9.1. Колігативні властивості розчинів неелектролітів	136
9.2. Осмос. Осмотичний тиск. Закон Вант-Гоффа. Осмометрія	137
9.3. Зниження тиску пари розчинника над розчином	140
9.4. Підвищення температури кипіння та зниження температури кристалізації розчину	141
9.5. Колігативні властивості розчинів електролітів. Изотонічний коефіцієнт ..	142
10. Розчини електролітів. Поняття про рН розчинів. Буферні системи організму ..	145
10.1. Теорія електролітичної дисоціації	145
10.2. Ступінь дисоціації та сила електролітів	148
10.3. Іонні рівняння реакцій	150
10.4. Константа дисоціації. Закон розведення Оствальда	151
10.5. Дисоціація багатоосновних кислот, багатокислотних основ та амфотерних електролітів	153
10.6. Властивості розчинів сильних електролітів	155
10.7. Водно-електролітна рівновага в організмі людини	157
10.8. Іонний добуток води	158
10.9. Показник концентрації катіонів Гідрогену (рН)	160
10.10. Методи визначення рН розчинів. Індикатори	160
10.11. Гетерогенна рівновага в розчинах важкорозчинних солей	164
10.12. Буферні системи організму	169
10.13. Сучасні теорії кислот та основ	173
11. Гідроліз солей	178
11.1. Механізм гідролізу	178
11.2. Кількісна характеристика процесу гідролізу	181
11.2.1. Ступінь та константа гідролізу	181
11.2.2. Гідроліз кислих солей	183
11.2.3. Сумісний гідроліз солей	184
11.2.4. Особливі випадки гідролізу солей	185
11.2.5. Роль протолітичних процесів у біохімічних реакціях організму ..	186
12. Окисно-відновні реакції — основа біохімічних процесів в організмі	189
12.1. Правила розрахунку ступеня окиснення елементів у молекулі	189
12.2. Типи окисно-відновних реакцій	192
12.3. Визначення коефіцієнтів у рівняннях окисно-відновних реакцій	192
12.4. Визначення еквівалентів окисника і відновника	195
12.5. Окисно-відновний потенціал як міра окисно-відновної здатності системи. Напрямок ОВР	196
13. Основи електрохімії	198
13.1. Електропровідність розчинів електролітів	198
13.2. Приклади розв'язування задач	201
13.3. Застосування електрохімічних методів у медицині	202
13.4. Поняття про електродні потенціали	204
13.5. Рівняння Нернста	205

13.6. Гальванічні елементи	209
13.7. Біоелектричні потенціали	210
14. Комплексні сполуки	214
14.1. Склад комплексних сполук	214
14.2. Класифікація та номенклатура комплексних сполук	216
14.3. Номенклатура комплексних сполук	218
14.4. Дисоціація комплексних сполук у розчинах	220
14.5. Ізомерія комплексних сполук	222
14.6. Біологічна роль комплексних сполук	224
НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ	227
Роль хімічних елементів у життєдіяльності людини	228
15. Загальна характеристика s-елементів	231
15.1. Гідроген. Водень	231
15.2. Вода	232
15.3. Елементи ІА групи	234
15.4. Елементи ІІА групи	238
16. Загальна характеристика p-елементів	244
16.1. Елементи ІІІА групи	244
16.1.1. Бор і його сполуки	245
16.1.2. Алюміній та його сполуки	246
16.2. Елементи ІVА групи	250
16.2.1. Карбон та його сполуки	251
16.2.2. Силіцій та його сполуки	254
16.2.3. Підгрупа Германію	255
16.3. Елементи VА групи	260
16.3.1. Нітроген	261
16.3.2. Фосфор	266
16.3.3. Арсен, Стібій, Бісмут	268
16.4. Елементи VІА групи	277
16.4.1. Оксиген	279
16.4.2. Сульфур	281
16.5. Елементи VІІА групи	290
16.5.1. Флуор	291
16.5.2. Хлор	293
16.5.3. Бром. Йод	296
17. Загальна характеристика d-елементів	301
17.1. Елементи VІВ групи	301
17.2. Елементи VІІВ групи	308
17.3. Елементи VІІІВ групи	312
17.4. Елементи ІВ групи	321
17.5. Елементи ІІВ групи	330
Рекомендована література	340
Предметний покажчик	342
Додатки	350

ПЕРЕДМОВА

Підручник «Медична хімія» створено колективом викладачів кафедри неорганічної хімії Національного фармацевтичного університету для здобувачів вищої освіти фармацевтичних і медичних закладів та фармацевтичних факультетів вищих медичних закладів України, які навчаються за освітньою програмою «Лабораторна діагностика».

Сучасний стан розвитку фармації, медицини та медико-біологічних досліджень завдячує активному впровадженню досягнень хімії, фізики, біології в теорію та практику вивчення функцій живого організму та механізмів його адаптації до техногенних факторів зовнішнього середовища.

У зв'язку з цим вивчення основних законів загальної, неорганічної, фізичної та колоїдної хімії — необхідна умова формування теоретичної бази для засвоєння наступних дисциплін хімічного та медико-біологічного циклу.

Знання властивостей хімічних елементів та їх сполук сприяють формуванню в здобувачів вищої освіти наукового світогляду, розвитку логічного мислення та здатності до аналізу.

Вивчення медичної хімії сприяє формуванню навичок застосування основних законів хімії в майбутній практичній діяльності, прогнозування хімічних властивостей, реакційної здатності та біологічної активності лікарських речовин неорганічного ряду. Підручник «Медична хімія» сприяє формуванню хімічної складової професійної компетентності фахівців з технології медичної діагностики та лікування.

При написанні підручника автори використали сучасну українську номенклатуру хімічних елементів та їх сполук, а також наукові символи позначень у розділах, присвячених закону еквівалентів, розчинам, електrolітичній дисоціації та гідролізу солей.

Теоретичний матеріал викладено послідовно, у логічному зв'язку з сучасними досягненнями медицини та фармації. Для кожної теми наведено відомості про її актуальність, перелік теоретичних питань, глосарій з визначенням основних понять та формулюванням законів, питання та розрахункові задачі для контролю самостійної роботи здобувачів вищої освіти.

Матеріал поділено на дві частини. Перша містить фундаментальні теми загальної хімії, які необхідні для розуміння біохімічних закономірностей життєдіяльності організму, а також принципів роботи медичного лабораторного обладнання. Наведений матеріал дозволяє: встановити принципову можливість та напрям перебігу процесів у біологічних об'єктах і функції речовин у протолітичних та окисно-відновних процесах; оцінити швидкість реакцій та механізм впливу ферментів; класифікувати та характеризувати дисперсні системи, розчини; визначати колігативні властивості неелектролітів та електролітів і використовувати їх у медико-біологічних дослідженнях.

Друга частина присвячена хімії елементів та їх сполук. У ній, на основі електронної будови атомів, розглядаються фізичні та хімічні властивості простих речовин і сполук елементів, біологічна активність та механізми взаємодії неорганічних речовин, які використовуються в медичній і фармацевтичній практиці. Наведений матеріал дозволяє на належному рівні оцінити біотрансформацію молекул в організмі людини, механізми токсичності екзогенних сполук металів-ксенобіотиків, проблему детоксикації та пошук детоксикуючих агентів.

Наукова та методична цінність підручника визначається інтеграцією основних положень загальної, неорганічної, фізичної та колоїдної хімії з біологією, медициною, фармацією та із сучасними поглядами на організм як складну систему, здатну до саморегуляції.

Автори вважають за необхідне щиро подякувати нашим видавцям за розуміння і допомогу при виданні цього підручника.

Навчальне видання

ЛЕВІТІН Євген Якович
ТУРЧЕНКО Надія Василівна
КРИСЬКІВ Олег Степанович
АНТОНЕНКО Ольга Василівна

МЕДИЧНА ХІМІЯ

ПІДРУЧНИК

для студентів закладів вищої освіти,
які навчаються за спеціальністю
«Технології медичної діагностики та лікування»
за освітньою програмою «Лабораторна діагностика»

За редакцією
доктора фармацевтичних наук
професора Є. Я. ЛЕВІТІНА

Редактор *Олена Трефілова*
Коректор *Вікторія Гудзенко*
Художній редактор *Яків Ярешко*
Технічний редактор *Степан Алохрев*

Формат 60×90/16. Ум.-друк. арк. 23,50.
Обл.-вид. арк. 25,12. Тираж 300 пр. Зам. № 1179.

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

ТОВ «Золоті сторінки»,
вул. Маршала Бажанова, 28, м. Харків, 61002.
Тел./факс (057) 701-0-701.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи серії ДК №276 від 12.12.2000 р.