

Міністерство освіти і науки України  
Львівський національний університет імені Івана Франка

**Г. С. Дмитрів, В. В. Павлюк**

# **ЗАГАЛЬНА ТА НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ**

Навчальний посібник

Львів  
ЛНУ імені Івана Франка  
2024

УДК [54+546](075.8)  
Д53

**Рецензенти:**  
проф. **І. Є. Барчій**  
(Ужгородський національний університет);  
проф. **Л. Д. Гулай**  
(Волинський національний університет імені Лесі Українки);  
доц. **Р. Р. Гумінілович**  
(Національний університет “Львівська політехніка”)

*Рекомендовано Вченою радою  
Львівського національного університету імені Івана Франка.  
Протокол № 59/12 від 19.12.2023*

Дмитрів Г. С.  
Д 53      Загальна та неорганічна хімія : навч. посібник / Г. С. Дмитрів,  
В. В. Павлюк. – 2-ге вид., випр. і допов. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2024. –  
320 с.

ISBN 978-617-10-0858-8.

Подано основний теоретичний матеріал до вивчення розділів загальної та неорганічної хімії. Особливу увагу приділено прикладам розв’язування типових задач, які супроводжуються завданнями для самостійної роботи, щоб максимально допомогти студентам в самопідготовці, особливо в умовах дистанційного навчання. Також наведено лабораторні роботи.

Для студентів нехімічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

УДК [54+546](075.8)

ISBN 978-617-10-0858-8

© Дмитрів Г. С., Павлюк В. В., 2008  
© Дмитрів Г. С., Павлюк В. В., випр. і доп. 2024  
© Львівський національний університет  
імені Івана Франка, 2024

## ЗМІСТ

---

---

<b>Передмова</b> .....	7
<b>Вступ</b> .....	9
<b>Розділ 1.</b> Основні закони хімії (атомно-молекулярне вчення, закон еквівалентів, газові закони, закони стехіометрії) .....	11
Приклади розв'язування типових задач .....	18
Задачі для самостійного розв'язування .....	24
Правила роботи в лабораторії.....	28
<i>Лабораторна робота № 1.</i> Ознайомлення з хімічною лабораторією.	
Хімічний посуд .....	31
<i>Лабораторна робота № 2.</i> Експериментальне визначення молярної маси газів за відносною густиною .....	35
<i>Лабораторна робота № 3.</i> Визначення молярної маси еквівалента металу об'ємним методом.....	38
<b>Розділ 2.</b> Будова атома та хімічний зв'язок.....	40
Приклади розв'язування типових задач .....	57
Задачі для самостійного розв'язування .....	60
<b>Розділ 3.</b> Хімічна термодинаміка і кінетика .....	63
Приклади розв'язування типових задач .....	71
Задачі для самостійного розв'язування .....	77
<i>Лабораторна робота № 4.</i> Визначення теплот розчинення, гідратації та нейтралізації.....	79
<i>Лабораторна робота № 5.</i> Вивчення залежності швидкості реакції від концентрації, температури, каталізатора .....	81

<b>Розділ 4. Розчини. Колігативні властивості розчинів</b>	
неелектролітів.....	83
Приклади розв'язування типових задач.....	86
Задачі для самостійного розв'язування.....	93
<i>Лабораторна робота № 6. Визначення густини розчинів.</i>	
Приготування розчинів заданих концентрацій .....	95
<b>Розділ 5. Розчини електролітів .....</b>	<b>97</b>
Приклади розв'язування типових задач.....	103
Задачі для самостійного розв'язування.....	111
<i>Лабораторна робота № 7. Електролітична дисоціація.</i>	
Зміщення йонної рівноваги. Водневий показник.	
Гідроліз солей.....	113
<b>Розділ 6. Окисно-відновні процеси .....</b>	<b>117</b>
Приклади розв'язування типових задач.....	123
Задачі для самостійного розв'язування.....	133
<i>Лабораторна робота № 8. Окисно-відновні реакції.</i>	
Електроліз.....	135
<b>Розділ 7. Комплексні сполуки .....</b>	<b>139</b>
Приклади розв'язування типових задач.....	141
Задачі для самостійного розв'язування.....	145
<i>Лабораторна робота № 9. Комплексні сполуки.....</i>	<i>147</i>
<b>Розділ 8. Хімія елементів та їхніх сполук.....</b>	<b>150</b>
Загальні властивості металів .....	150
Загальні властивості неметалів .....	152
<b>Гідроген.....</b>	<b>154</b>
Питання та завдання для самоконтролю.....	158
<i>Лабораторна робота № 10. Властивості гідрогену.....</i>	<i>158</i>
<b>Елементи групи VII .....</b>	<b>160</b>
<i>Підгрупа VIIa .....</i>	<i>160</i>
Питання та завдання для самоконтролю.....	168
<i>Підгрупа VIIb .....</i>	<i>169</i>
Питання та завдання для самоконтролю.....	174
<i>Лабораторна робота № 11. Властивості елементів групи VII.....</i>	<i>175</i>

---

<b>Елементи групи VI</b> .....	179
<i>Підгрупа VIa</i> .....	179
Питання та завдання для самоконтролю .....	188
<i>Підгрупа VIb</i> .....	189
Питання та завдання для самоконтролю .....	194
<i>Лабораторна робота № 12. Властивості елементів групи VI</i> .....	195
<b>Елементи групи V</b> .....	200
<i>Підгрупа Va</i> .....	200
Питання та завдання для самоконтролю .....	211
<i>Підгрупа Vb</i> .....	212
Питання та завдання для самоконтролю .....	215
<i>Лабораторна робота № 13. Властивості елементів групи V</i> .....	216
<b>Елементи групи IV</b> .....	220
<i>Підгрупа IVa</i> .....	220
Питання та завдання для самоконтролю .....	228
<i>Підгрупа IVb</i> .....	228
Питання та завдання для самоконтролю .....	232
<i>Лабораторна робота № 14. Властивості елементів групи IV</i> .....	233
<b>Елементи групи III</b> .....	237
<i>Підгрупа IIIa</i> .....	237
Питання та завдання для самоконтролю .....	243
<i>Підгрупа IIIb</i> .....	244
Питання та завдання для самоконтролю .....	249
<i>Лабораторна робота № 15. Властивості елементів групи III</i> .....	250
<b>Елементи групи II</b> .....	254
<i>Підгрупа IIa</i> .....	254
Питання та завдання для самоконтролю .....	258
<i>Підгрупа IIb</i> .....	259
Питання та завдання для самоконтролю .....	263
<i>Лабораторна робота № 16. Властивості елементів групи II</i> .....	263
<b>Елементи групи I</b> .....	268
<i>Підгрупа Ia</i> .....	268
Питання та завдання для самоконтролю .....	272
<i>Підгрупа Ib</i> .....	273
Питання та завдання для самоконтролю .....	277
<i>Лабораторна робота № 17. Властивості елементів групи I</i> .....	278

---

<b>Елементи групи VIII</b> .....	281
<i>Підгрупа VIIIa</i> .....	281
Питання та завдання для самоконтролю.....	284
<i>Підгрупа VIIIb</i> .....	284
Питання та завдання для самоконтролю.....	293
<i>Лабораторна робота № 18. Властивості елементів групи VIII</i> .....	294
<b>Список літератури</b> .....	298
<b>Додатки</b> .....	299
<b>Відповіді</b> .....	308
<b>Предметний покажчик</b> .....	310

## Передмова

---

---

Друге видання навчального посібника “Загальна та неорганічна хімія” для студентів нехімічних спеціальностей вищих навчальних закладів виявилось необхідним із кількох причин. Основною з них є те, що попередній тираж було розпродано з університетської книгарні кілька років тому, а студенти постійно його шукають. Іншою, не менш важливою причиною, стала зміна подачі задач та відповідей до них на освітньому порталі Львівського національного університету імені Івана Франка.

Розв’язування задач дає змогу найліпше закріпити вивчене, зрозуміти суть законів та способи їхнього застосування до проблемних ситуацій. Тому особливістю цього навчального посібника є надзвичайно детальний підхід до застосування теоретичного матеріалу під час розв’язування задач. У ньому наведено не лише алгоритми розв’язування, а й описи тих місць, де можуть виникати помилки; для задач, які можна робити кількома способами, наведено різні варіанти розв’язку. В майбутньому задачі будуть основними завданнями на контрольних роботах, іспитах, контрольних замірах знань студентів тощо. Під час навчання студентам треба бути готовими до виконання задач у звичній письмовій формі і в режимі он-лайн на порталі дистанційного навчання.

Під час роботи в режимі он-лайн студент контролює час, відведений на кожне завдання. Також існує можливість генерування варіантів завдань і для класичних друкованих контрольних робіт чи іспитів. У цьому випадку студент у білеті вибирає варіант правильної відповіді, крім того, здає письмову роботу з розв’язками задач, аби викладач зміг оцінити хід думок студента під час розв’язування задач з кожної теми.

Під час вивчення розділів, присвячених хімії елементів, окрім хімічних властивостей простих речовин і сполук, значну увагу приділено таким аспектам, як поширення елементів у природі, застосування та фізіологічна дія їхніх сполук.

Також у навчальному посібнику наведений перелік лабораторних робіт, які студенти можуть виконувати в лабораторії.

Автори будуть вдячні за всі зауваження та пропозиції щодо поліпшення змісту і структури навчального посібника, які просимо надсилати за адресою: кафедра неорганічної хімії Львівського національного університету імені Івана Франка, вул. Кирила і Мефодія, 6, м. Львів, 79005.



## Вступ

---

---

*Хімія* – це наука, яка вивчає склад, властивості та будову речовин, їхні взаємні перетворення. Головним об'єктом її вивчення є мільйони природних і штучно одержаних хімічних сполук. Речовини відрізняються між собою якісним та кількісним складом, взаємним розміщенням атомів, йонів чи молекул у вузлах кристалічної ґратки, а також способом сполучення атомів у молекулах. Кожна індивідуальна хімічна речовина (сполука) є однорідною і має певну сукупність властивостей. Індивідуальний набір властивостей хімічної сполуки власне і вирізняє її серед інших.

Внаслідок хімічних перетворень одні речовини перетворюються в інші, що супроводжується і зміною властивостей цих речовин. Наприклад, коли подивитись на реакцію взаємодії еквівалентних кількостей розчинів натрій гідроксиду та хлоридної кислоти, то можна побачити, що з двох надзвичайно небезпечних і отруйних речовин утворюється натрій хлорид, відомий усім як кухонна сіль, яку ми щодня вживаємо в їжу, та вода.

*Головне завдання хімії* – отримання речовин з якомога кращими властивостями за найменших ресурсних затрат.

Усі зміни, які відбуваються в матеріальному світі, описують універсальним *законом збереження маси та енергії*, який можна сформулювати окремо для збереження енергії: згідно з ним, енергія не береться з нічого і не зникає безслідно, а лише переходить з одних форм в інші; та збереження маси: загальна маса речовин, які вступили в реакцію, дорівнює загальній масі речовин, які утворились унаслідок реакції. Закони збереження маси та енергії до початку ХХ ст. розглядали незалежно один від одного, оскільки енергію та речовину не вважали пов'язаними між собою категоріями. Пізніше взаємозв'язок між змінами енергії та маси описав А. Ейнштейн за допомогою рівняння

$$E = m \cdot c^2,$$

де  $E$  – енергія;  $m$  – маса;  $c$  – швидкість світла у вакуумі. Треба усвідомлювати, що під час звичайних хімічних перетворень, яким відповідають енергетичні

ефекти близько 1 000 кДж/моль, зміни мас є настільки малі, що зафіксувати їх навіть найчутливішими вагами неможливо:

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{10^6 [\text{Дж}]}{(3 \cdot 10^8)^2 [\text{м}^2/\text{с}^2]} \approx 1,1 \cdot 10^{-11} \text{ кг.}$$

Тому застосування цього закону має сенс для реакцій перетворення нуклонів (ядерні реакції).

Отже, кожне хімічне рівняння в цілому відображає закони збереження маси та енергії під час хімічних перетворень. Хімічні зміни завжди супроводжуються змінами фізичними, тому хімія тісно пов'язана з фізикою.

Хімія також пов'язана з іншими природничими науками, зокрема з геологією, оскільки неможливо вивчати мінерали, з яких складається земна кора, не знаючи їхнього хімічного складу; біологією, оскільки в основі багатьох біологічних процесів лежать хімічні реакції, наприклад, процес фотосинтезу; астрономією, оскільки всі об'єкти, які оточують нас у космосі, складаються з хімічних елементів.

Під час вивчення розділів, присвячених хімії елементів та їхніх сполук, потрібно пам'ятати про різницю між простими речовинами, які оточують нас у повсякденному житті (азот та кисень повітря, яким ми дихаємо, залізо, з якого зроблені машини, золото та срібло ювелірних прикрас), та хімічними елементами нітрогеном, киснем, ферумом, ауром та аргентумом, атоми яких, комбінуючись одні з одними чи з іншими атомами, можуть утворювати величезне різноманіття хімічних сполук, подібно як з базового набору кубиків LEGO можна створити будь-які моделі, котрі обмежуються хіба що фантазією того, хто ці моделі будує.

Навчальне видання

**ДМИТРІВ Григорій Степанович**  
**ПАВЛЮК Володимир Васильович**

# **ЗАГАЛЬНА ТА НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ**

Навчальний посібник

Редактор *Наталя Плиса*  
Комп'ютерна верстка *Любов Семенович*  
Обкладинка *Григорій Дмитрів*

Формат 70x100/16. Умовн. друк. арк. 25,8. Тираж 50 прим.

*Видавець та виготовлювач:*

Львівський національний університет імені Івана Франка,  
*вул. Університетська, 1, м. Львів, 79000*

**СВІДОЦТВО**  
про внесення суб'єкта видавничої справи  
до Державного реєстру видавців, виготівників  
і розповсюджувачів видавничої продукції.  
Серія ДК № 3059 від 13.12.2007 р.

Дмитрів Г. С.

Д 53      Загальна та неорганічна хімія : навч. посібник / Г. С. Дмитрів,  
В. В. Павлюк. – 2-ге вид., випр. і допов. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2024. –  
320 с.

ISBN 978-617-10-0858-8.

Подано основний теоретичний матеріал до вивчення розділів загальної та неорганічної хімії. Особливу увагу приділено прикладам розв'язування типових задач, які супроводжуються завданнями для самостійної роботи, щоб максимально допомогти студентам в самопідготовці, особливо в умовах дистанційного навчання. Також наведено лабораторні роботи.

Для студентів нехімічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

**УДК [54+546](075.8)**