

Манфред Кубалла  
Йоахім Кранц

# Хімія

кишеньковий репетитор



ТЕРНОПІЛЬ  
НАВЧАЛЬНА КНИГА – БОГДАН

УДК 54(075.3)  
ББК 24я721  
К88

Переклад з німецької здійснено за виданням:

Manfred Kuballa, Joachim Kranz. Chemie. Pocket Teacher Abi. Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG, Berlin.

**Автори:** Кубалла Манфред і Кранц Йоахім викладають хімію та фізику в одній з німецьких гімназій. Крім того, Манфред Кубалла має великий досвід роботи редактора шкільних підручників.

Серію «Кишеньковий репетитор» засновано 2008 року

**Кубалла М., Кранц Й.**

К88 Хімія: кишеньковий репетитор: пер. з нім./Кубалла М., Кранц Й. — Видавництво “Навчальна книга – Богдан”, 2011. — 240 с.:іл. — (Серія «Кишеньковий репетитор»).

**ISBN 978-966-10-0546-3**

Пропонований кишеньковий репетитор з хімії є чудовим додатковим посібником при виконанні домашніх завдань і написанні рефератів, при підготовці до контрольних робіт, екзаменаційних тестів та тестів зовнішнього незалежного оцінювання.

Адресується старшокласникам і абітурієнтам.

УДК 54(075.3)  
ББК 24я721

*Охороняється законом про авторське право.  
Жодна частина цього видання не може бути відтворена  
в будь-якому вигляді без дозволу автора чи видавництва*

© 2005 Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co, Berlin. German Original Edition: Pocket Teacher Abi. Manfred Kuballa, Joachim Kranz. Chemie.

© 2007 Copyright International Agency – CorInA GmbH, Berlin/Germany and VASSAMEDIA, F.P.U.P.E., Minsk/Belarus, for the adapted titles in the Russian Edition of the series «Карманный репетитор», Химия.

© 2008 Навчальна книга – Богдан, видання українською мовою

ISBN 978-966-10-2088-6 (серія)  
ISBN 978-966-10-0546-3

---

# ЗМІСТ

---

<b>Передмова</b> .....	9
<b>Будова атома</b> .....	10
<b>1 Модель Дальтона</b> .....	10
<b>2 Модель Томсона</b> .....	12
<b>3 Ядерна модель (модель Резерфорда)</b> .....	12
<b>4 Модель атома Бора</b> .....	14
<b>5 Модель будови електронних оболонок атомів</b> .....	17
<b>6 Хвильова модель</b> .....	19
6.1 Основні властивості хвильової моделі .....	19
6.2 Зображення орбіталей .....	22
6.3 Періодична система елементів і хвильова модель .....	23
<b>Хімічний зв'язок</b> .....	26
<b>1 Здатність атомів утворювати сполуки</b> .....	26
1.1 Енергія йонізації та спорідненість до електрона .	27
1.2 Валентність атомів .....	29
1.3 Електронегативність .....	29
<b>2 Типи хімічного зв'язку</b> .....	30
2.1 Йонний зв'язок .....	31
2.2 Металічний зв'язок .....	32
2.3 Ковалентний зв'язок .....	33
2.4 Водневий зв'язок .....	42
2.5 Вандерваальсова взаємодія (сила) .....	44
<b>Енергетика хімічних реакцій</b> .....	46
<b>1 Перетворення енергії в хімічних реакціях</b> .....	46
1.1 Ентальпія утворення сполук .....	47
1.2 Ентальпія утворення простих речовин .....	47

1.3	Ентальпія реакції .....	48
1.4	Енергія в проміжних реакціях .....	49
<b>2</b>	<b>Зміна енергії при кристалізації і розчиненні .....</b>	<b>50</b>
2.1	Внутрішня енергія кристалічних речовин .....	51
2.2	Теплота розчинення .....	52
<b>3</b>	<b>Рухайна сила хімічних реакцій .....</b>	<b>55</b>
3.1	Поняття ентропії .....	55
3.2	Ентропія простих речовин і сполук .....	56
3.3	Ентропія реакції .....	57
3.4	Вільна енергія реакції Гіббса .....	57
3.5	Зворотність реакції .....	58
	<b>Швидкість хімічних реакцій .....</b>	<b>61</b>
<b>1</b>	<b>Реакції в гетерогенному і гомогенному середовищі .....</b>	<b>61</b>
<b>2</b>	<b>Швидкість реакції .....</b>	<b>62</b>
2.1	Визначення .....	62
2.2	Середня і миттєва швидкість .....	63
2.3	Опис швидкості реакції .....	64
2.4	Чинники, що визначають швидкість реакції .....	65
<b>3</b>	<b>Вираження швидкості реакції .....</b>	<b>66</b>
3.1	Молекулярність реакції .....	66
3.2	Порядок реакції .....	67
<b>4</b>	<b>Каталіз .....</b>	<b>69</b>
	<b>Хімічна рівновага .....</b>	<b>71</b>
<b>1</b>	<b>Характеристики хімічної рівноваги .....</b>	<b>71</b>
1.1	Реакції рівноваги .....	71
1.2	Константа рівноваги .....	72
1.3	Визначення констант рівноваги .....	73
<b>2</b>	<b>Чинники, що впливають на зміщення хімічної рівноваги.....</b>	<b>74</b>
2.1	Зміна температури .....	74
2.2	Зміна тиску .....	75
2.3	Зміна концентрації .....	76
2.4	Принцип зміщення рівноваги .....	78
<b>3</b>	<b>Рівновага розчинності .....</b>	<b>79</b>
3.1	Залежність розчинності від температури .....	80
3.2	Добуток розчинності .....	80

<b>Кислоти й основи</b> .....	83
<b>1 Визначення кислот і основ</b> .....	83
1.1 Розвиток понять «кислоти» й «основи» .....	83
1.2 Теорія Бренстеда .....	84
1.3 Кислоти й основи, за Люїсом .....	87
<b>2 Протолітична рівновага</b> .....	88
2.1 Йонний добуток води .....	88
2.2 Водневий показник .....	88
2.3 Сила кислот і основ .....	90
2.4 Водневий показник розчинів солей .....	93
2.5 Буферні розчини .....	94
<b>3 Нейтралізація</b> .....	97
3.1 Нейтралізація слабких кислот і основ .....	98
3.2 Титрування кислот і основ .....	100
<b>Окиснення і відновлення</b> .....	104
<b>1 Окисно-відновні реакції</b> .....	104
1.1 Рівновага в окисно-відновних реакціях .....	104
1.2 Ступінь окиснення .....	106
1.3 Рівняння окисно-відновної реакції .....	109
<b>2 Корозія</b> .....	113
2.1 Кислотна корозія .....	114
2.2 Киснева корозія .....	116
2.3 Контактна корозія .....	117
2.4 Захист від корозії .....	118
<b>3 Електрохімія</b> .....	119
3.1 Гальванічні елементи .....	119
3.2 Електрохімічний ряд напруг металів .....	120
3.3 Батареї .....	123
3.4 Акумулятори .....	125
<b>4 Електроліз</b> .....	127
4.1 Напруга розкладу .....	128
4.2 Закони Фарадея .....	129
<b>Класи органічних речовин</b> .....	131
<b>1 Вуглеводні</b> .....	131
1.1 Алкани .....	131

1.2	Циклоалкани .....	134
1.3	Властивості вуглеводнів .....	134
1.4	Алкени та алкіни .....	136
1.5	Номенклатура вуглеводнів .....	138
1.6	Ароматичні вуглеводні (арени).....	138
<b>2</b>	<b>Галогеновуглеводні</b> .....	<b>142</b>
2.1	Властивості галогеновуглеводнів .....	143
2.2	Застосування галогеновуглеводнів .....	143
<b>3</b>	<b>Спирти, феноли й ефіри</b> .....	<b>144</b>
3.1	Спирти .....	144
3.2	Феноли .....	147
3.3	Етери .....	149
<b>4</b>	<b>Альдегіди і кетони</b> .....	<b>149</b>
4.1	Назви альдегідів і кетонів .....	150
4.2	Структура карбонільної групи .....	150
4.3	Властивості альдегідів і кетонів .....	151
<b>5</b>	<b>Карбонові кислоти</b> .....	<b>152</b>
5.1	Назви карбонових кислот .....	152
5.2	Структура карбонових кислот .....	154
5.3	Властивості карбонових кислот .....	155
<b>6</b>	<b>Естери</b> .....	<b>156</b>
6.1	Класифікація естерів карбонових кислот .....	157
6.2	Назви естерів карбонових кислот .....	157
6.3	Властивості естерів .....	158
6.4	Жири .....	158
<b>7</b>	<b>Миля й інші поверхнево-активні речовини</b> <b>(миючі речовини)</b> .....	<b>160</b>
7.1	Властивості миля й інших поверхнево-активних речовин .....	161
7.2	Дія миля й інших поверхнево-активних речовин .....	162
<b>8</b>	<b>Вуглеводи</b> .....	<b>164</b>
8.1	Класифікація вуглеводів .....	164
8.2	Моносахариди .....	165
8.3	Олігосахариди .....	167
8.4	Полісахариди .....	169

<b>9</b>	<b>Протеїни (білки)</b> .....	170
9.1	Амінокислоти .....	170
9.2	Пептидний зв'язок .....	172
9.3	Структура протеїнів .....	174
9.4	Властивості протеїнів .....	175
<b>10</b>	<b>Пластмаси</b> .....	176
10.1	Отримання пластмас .....	176
10.2	Структура і властивості пластмас .....	176
<b>11</b>	<b>Барвники</b> .....	178
11.1	Структурні ознаки молекул барвників .....	179
11.2	Класифікація барвників .....	180
	<b>Органічні реакції</b> .....	185
<b>1</b>	<b>Розрив атомних зв'язків</b> .....	185
1.1	Гомолітичний розрив зв'язків .....	185
1.2	Гетеролітичний розрив зв'язків .....	185
<b>2</b>	<b>Радикальні реакції</b> .....	186
2.1	Радикальне заміщення .....	186
2.2	Радикальна полімеризація .....	187
<b>3</b>	<b>Йонні реакції</b> .....	188
3.1	Електрофільне приєднання .....	188
3.2	Елімінування .....	189
3.3	Нуклеофільне заміщення .....	190
3.4	Електрофільне заміщення .....	191
3.5	Алкілування .....	193
3.6	Електрофільне заміщення в заміщених аренах ....	194
3.7	Поліприєднання .....	198
<b>4</b>	<b>Реакції естерифікації</b> .....	199
	<b>Ізомерія органічних речовин</b> .....	202
<b>1</b>	<b>Що таке ізомерія?</b> .....	202
<b>2</b>	<b>Типи ізомерії</b> .....	202
2.1	Ізомерія карбонового скелета .....	202
2.2	Ізомерія положення засмісника .....	203
2.3	Ізомерія положення кратного зв'язку .....	204
2.4	Функціональна ізомерія .....	204
2.5	Геометрична ізомерія .....	204
2.6	Оптична ізомерія .....	205

<b>Аналіз органічних сполук</b> .....	210
<b>1 Визначення формули</b> .....	210
1.1 Якісний аналіз .....	210
1.2 Кількісний аналіз .....	213
1.3 Визначення молярної маси .....	214
1.4 Визначення структурної формули .....	216
<b>2 Визначення властивостей речовин</b> .....	217
2.1 Виявлення спиртів .....	217
2.2 Виявлення альдегідів .....	217
2.3 Виявлення крохмалю і целюлози .....	219
2.4 Виявлення білків .....	219
<b>Додаток</b> .....	222
<b>1 Величини та одиниці</b> .....	222
<b>2 Газові закони</b> .....	225
<b>3 Термодинамічні величини простих речовин і сполук</b> Стандартна ентальпія утворення $\Delta H_{f,298}^0$ і ентропія $S_{298}^0$ .....	226
<b>4 Розчини</b> .....	231
<b>5 Показники <math>pK_{\text{кисл.}}</math> і <math>pK_{\text{осн.}}</math> при 25 °С</b> .....	232
<b>Предметний покажчик</b> .....	234
<b>Періодична система елементів</b> .....	238



---

# Передмова


---


## Дорогі друзі!

Пропонуємо вам додаткове навчальне видання — кишеньковий репетитор «Хімія». Він допоможе при виконанні домашніх завдань, контрольних робіт і екзаменаційних тестів. Навіть тим, хто ґрунтовно засвоїв курс хімії, буде корисно прочитати той чи інший розділ та пригадати вивчене. У посібнику чітко й наочно проглядаються зв'язки між темами і розділами. Цьому сприяють численні графіки і малюнки.

Потрібну інформацію можна віднайти за допомогою предметного покажчика, розміщеного в кінці видання. Основні хімічні терміни виділені жирним шрифтом. Кольорові стрілки (↗) вказують на інші місця в книзі, що стосуються однієї і тієї ж теми. Користуючись ними, ви отримаєте додаткову інформацію про конкретне поняття.

У посібнику на полях використані наступні символи:

 **Увага** вказує на складні випадки, де можуть виникнути труднощі при подальшому вивченні матеріалу.

 **Запам'ятайте** підкреслює особливо важливі властивості, характеристики, які потрібно запам'ятати, щоб рухатися далі.

 **Приклад** (↗ с. 11).

Оригінальне видання «Chemie. Pocket Teacher Abi» має серед німецьких школярів велику популярність. Книга, яку ви тримаєте в руках, — український переклад німецького видання, в роботі над яким брали участь компетентні педагоги. Вони допомогли внести зміни з урахуванням чинної програми.

Бажаємо успіхів!

---

# Будова атома

---

Згідно з уявленнями давньогрецьких вчених Левкіппа і Демокріта, матерія не може ділитися нескінченно. Має існувати найменша частинка, яка далі не ділиться, — атом (від грец. *atomos* — неподільний). Однак уявлення про будову атома відтоді дуже змінилося.

## 1 Модель Дальтона

У 1803 році ДЖОН ДАЛЬТОН звернувся до античних уявлень. Його гіпотеза про атоми включала такі положення:

- ◆ найдрібнішими частинками матерії є атоми, вони — неподільні;
- ◆ число видів атомів дорівнює числу елементів;
- ◆ атоми різних елементів мають різну масу.

При з'єднанні елементів їхні атоми об'єднуються в певні цілочисельні пропорції.

Оскільки маса атома настільки мала, що її неможливо визначити простим зважуванням, ДАЛЬТОН вибрав масу атома Гідрогену за атомну одиницю маси, тобто він довільно прирівняв її до одиниці. Дальтон склав першу таблицю атомних мас.

На сьогодні визначення **атомної одиниці маси** відповідає

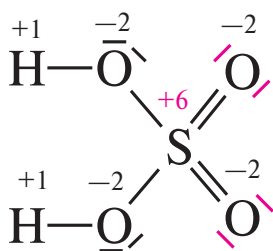
$\frac{1}{12}$  маси ізотопу Карбону  $^{12}\text{C}$ . Отже, для маси атома

Гідрогену отримано значення  $m(\text{H}) = 1,0079$  а.о.м.

Атомна одиниця маси дуже мала:

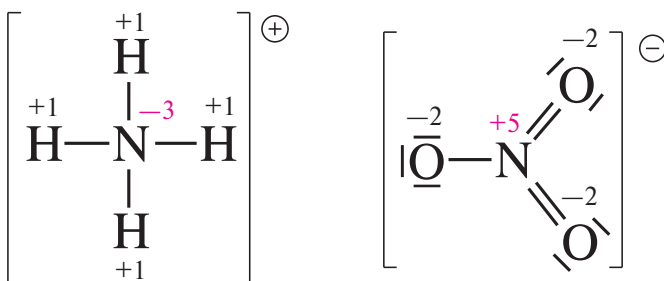
1 а.о.м. = 0,000 000 000 000 000 000 000 001 660 565 5 г.

**Приклад.** У сульфатній кислоті  $\text{H}_2\text{SO}_4$  Оксиген *більш електронегативний* порівняно з Сульфуром, Гідроген порівняно з Сульфуром є *більш електропозитивним*. Сума зарядів Гідрогену й Оксигену дорівнює  $-4 \cdot 2 \cdot (+1) + 4 \cdot (-2) = -6$ . Тому ступінь окиснення Сульфору в сульфатній кислоті  $+6$ .




В електрично *заряджених* складних йонах заряд йона відповідає сумі ступенів окиснення всіх атомів, сполучених між собою.

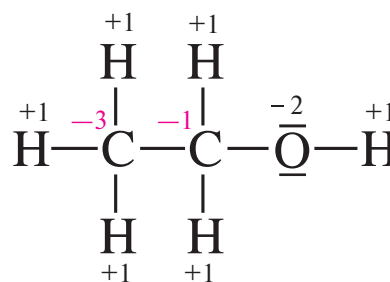
**Приклад.** В йоні амонію  $\text{NH}_4^+$  Нітроген має ступінь окиснення  $-3$ , а в нітрат-йоні  $\text{NO}_3^-$  ступінь окиснення —  $+5$ :



У молекулах органічних речовин за сполученими між собою атомами Карбону також закріплюється ступінь окиснення.

Карбон *більш електронегативний* порівняно з Гідрогеном, а порівняно з Оксигеном *більш електропозитивний*. Атоми Карбону в С-С-ланцюзі *не* отримують заряду один від одного.

 **Приклад.** В етанолі карбоновий ланцюг складається з двох атомів Карбону. На першому сума зарядів Гідрогену становить +3. Ступінь окиснення цього атома Карбону, відповідно, – (–3). На другому атомі Карбону сума зарядів Гідрогену й Оксигену –




(+1). Тому ступінь окиснення цього атома Карбону – (–1).

Сума зарядів Гідрогену:

$$3 \cdot (+1) = +3.$$

Сума «зарядів» Гідрогену й Оксигену:

$$3 \cdot (+1) + 1 \cdot (-2) = +1.$$

 **Увага:** при окисненні ступінь окиснення збільшується, при відновленні ступінь окиснення зменшується.

### 1.3 Рівняння окисно-відновної реакції

Дуже часто важко скласти рівняння окисно-відновної реакції, якщо невідомо, як саме реагують речовини одна з одною. Використовуючи ступінь окиснення елементів, цю проблему можна вирішити.

**Перед складанням рівняння окисно-відновної реакції потрібно знати наступне:**

- ◆ який продукт окиснення і продукт відновлення утворюється;
- ◆ чи проходить реакція в кислому, лужному або нейтральному середовищі.

**Для складання рівняння окисно-відновної реакції потрібно:**

- ◆ визначити ступінь окиснення для кожного атома, що бере участь в окисно-відновному процесі;
- ◆ записати відповідні продукти, враховуючи зміни ступеня окиснення атомів і число переданих або отриманих електронів;
- ◆ скласти окремі рівняння відновлення й окиснення з урахуванням середовища, щоб узгодити рівняння;

- Кислоти і основи  
за Бренстедом 84—86  
Кислоти і основи,  
за Льюїсом 87  
Кислотно-основний  
індикатор 100  
Кількісний аналіз 213  
Ковалентний зв'язок 26, 33—  
34  
Константа кислоти 91  
Константа основи 91  
Константа рівноваги 72—73  
Константа швидкості  
(хімічної реакції) 68  
Конформації (просторові  
структури) 134  
Корозія  
— кислотна 114—115  
— киснева 116  
— контактна 117  
— механічна 114  
— хімічна 114  
Крива титрування 99  
Крохмаль 169
- Л**антаноїди 25  
Ланцюгова реакція 186  
Ліпофільні жиророзчинні  
алкани 135  
Локальний гальванічний  
елемент 117
- М**агнітне квантове число 20  
Макромолекули 176  
Мальтоза (солодовий цукор)  
168  
Мезомерний ефект  
(М-ефект) 195  
Мезомерні форми 139  
Металічний зв'язок 26, 32  
Металічні ґратки 32  
Мета-положення  
203  
Мила 160—161  
Мицели 163  
Модель атома Бору 14—17  
Модель Дальтона 10  
Модель Резерфорда 12  
Модель Томсона 12  
Молекулярна ґратка 41  
Молярна маса 214—215  
Мономери 176, 187  
Мономолекулярна реакція 66  
Моносахариди 165  
Мутаротація 167
- Н**апруга джерела струму 124  
Напруга на контактах 124  
Напруга поляризації 128  
Напруга розкладу 128—129  
Неблагородні метали 115  
Нейтралізація 97—98  
Нінгідрінова проба 219—220  
Нітрування 193  
Нітроній-йон 193  
Нормальні умови 47
- О**болонка валентних  
електронів 18  
Окисник 105  
Окисно-відновна реакція 104  
Окисно-відновна рівновага  
105  
Окисно-відновний потенціал  
122  
Окисно-відновний ряд 115  
Омилення 158  
Орбіталь 19  
Орто-положення 203
- П**ара-положення 203  
Парафіни 136  
Пептидний зв'язок 172—173  
Первинна структура 174  
Перенапруження 129  
Періодична система  
елементів 23, 238  
Підгрупи (періодичної  
системи елементів) 24—25  
Поверхнево-активні  
речовини 161—163  
Подвійне заміщення 194  
Подвійні зв'язки 36  
Поліаміди 200—201  
Поліконденсація 176  
Полімери 187  
Полімеризація 176, 187  
Поліприєднання 176, 198  
Полісахариди 169  
Поліциклічні вуглеводні 140  
Поліестери 200  
Порядок реакції 67  
Постулати 15

- Правила відбору 20  
Правило Гунда 23—24  
Правило октета 29  
Принцип зсуву рівноваги 78  
Принцип невизначеності  
Гейзенберга 19  
Принцип Паулі 20, 22  
Проба Толенса 218  
Проба Фелінга 217  
Проекції Хеворса 166  
Проекція Фішера 207  
Протоліз 86
- Р**адикали 185  
Радикальні реакції 186  
Рацемати 209  
Реактопласти 176  
Реакція приєднання 151  
Реакція рівноваги 72  
Реакція Фріделя-Крафтса  
193—194  
Рівновага окисно-відновної  
реакції 105  
Рівновага процесів  
розчинності 79  
Рівняння Гіббса-Гельмгольца  
57  
Рівняння для розрахунку рН і  
рОН буферних розчинів 95  
Рівняння стану 225  
Рівняння швидкості реакції  
(кінетичне рівняння) 68  
Розчинність 155, 231
- С**ахароза 168  
Свинцевий акумулятор 126  
Спін 20  
Спінове квантове число 20  
Спирти 144  
Спорідненість до електрона  
27  
Стала Фарадея 130  
Стандартна ентальпія  
утворення 47, 230  
Стандартна ентропія 56  
Стандартні потенціали 122  
Стандартні умови 47  
Ступінь окиснення 106
- Т**емпература інверсії 59  
Тенденція до створення  
електронної оболонки  
інертного газу 30  
Теорія Бренстеда 84  
Теорія зіткнень 65  
Теорія кислот і основ 83  
Термопласти 176  
Титрування 99  
Точка еквівалентності 99  
Третинна структура 175  
Тригліцериди 158  
Трифенілметанові барвники  
182
- Ф**еноли 147—149  
Фенолфталеїн 183  
Фотон 14  
Фруктові естери 157  
Фруктоза 165  
Фталеїни 183  
Функціональна група 145
- Х**вильова модель 19  
Хімічна рівновага 72  
Хіноїдна система 149  
Хромофор 179
- Ц**елюлоза 170  
Цикл Борна—Габера 51  
Циклоалкани 134  
Цис-транс-ізомерія 205
- Ш**видкість реакції 62
- Я**кісний аналіз 210  
Якісні реакції альдегідів 217—  
218  
Якісні реакції на спирти 217



*Навчальне видання*

Манфред Кубалла, Йоахім Кранц

## **ХІМІЯ**

### **Кишеньковий репетитор**

Головний редактор *Богдан Будний*

Редактор *Вікторія Дячун*

Обкладинка *Володимира Басалиги*

Дизайн та комп'ютерна верстка *Ольги Постумент*

Підписано до друку 05.04.2011. Формат 70×100/32. Папір офсетний.  
Гарнітура Times. Умовн. друк. арк. 8,3. Умовн. фарбо-відб. 1,66.

Видавництво "Навчальна книга – Богдан"  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців  
ДК №370 від 21.03.2001 р.

Навчальна книга – Богдан, а/с 529, м.Тернопіль, 46008  
тел./факс (0352) 52-06-07; 52-05-48; 52-19-66  
*publishing@budny.te.ua, office@bohdan-books.com*  
*www.bohdan-books.com*

ISBN 978-966-10-0546-3



9 789661 005463