

Кушпіль Н.О., Криворучко Т.Д.

# ЗАГАЛЬНА ХІМІЯ



Полтава 2020

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ**

**Українська медична стоматологічна академія**

**Навчально-науковий центр  
з підготовки іноземних громадян**

**Кушпіль Н.О., Криворучко Т.Д.**

## **ЗАГАЛЬНА ХІМІЯ**

**Навчальний посібник для студентів  
підготовчих факультетів (відділень, центрів)  
для іноземних громадян  
закладів вищої освіти МОЗ України**

**Полтава – 2020**

УДК 54(075.8)  
К96

*Рекомендовано до друку Вченою радою Української медичної стоматологічної академії як навчальний посібник для студентів підготовчих факультетів (відділень, центрів) для іноземних громадян закладів вищої освіти МОЗ України.  
(протокол засідання №5 від 11 грудня 2019 року)*

**Рецензенти:**

**Шинкаренко В.І.**, канд. хім. наук, доцент кафедри хімії та методики викладання хімії Полтавського національного педагогічного університету ім.В.Г. Короленка.

**Плаксієнко І.Л.**, канд. хім. наук, доцент кафедри екології, збалансованого природовикористання та захисту навколишнього середовища Полтавської державної аграрної академії.

**Іващенко О.Д.**, канд. хім. наук, доцент, зав. кафедри медичної хімії Української медичної стоматологічної академії

**Кушпіль Н.О., Криворучко Т.Д.**

**К96** Загальна хімія: навчальний посібник для іноземних слухачів підготовчих факультетів/ Н.О. Кушпіль., Т.Д. Криворучко – Полтава: ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2020. – 136 с.

Навчальний посібник "Загальна хімія." призначений для студентів-іноземців підготовчих відділень з подальшою спеціалізацією за медичним профілем і складений згідно програми з хімії для підготовчих факультетів.

Кожне заняття містить полімовний термінологічний словник, основні визначення понять, формулювання законів, необхідний спеціальний лексичний матеріал, основні граматичні конструкції. Окрім цього в кінці кожної теми є узагальнюючий матеріал, спрямований на закріплення та повторення знань.

Така структурна побудова занять забезпечує засвоєння іноземними студентами понять, законів, явищ хімії в їх логічному зв'язку і послідовності, сприяє швидкому і міцному запам'ятовуванню основ курсу хімії.

Теоретичний матеріал містить таблиці та ілюстрації, що дозволяє забезпечити принцип наочності та оптимізувати процес навчання.

Особливу увагу приділено розв'язанню типових задач загальної хімії. Також запропоновано подібні завдання для самостійної роботи, що забезпечить формування умінь застосовувати теоретичні знання під час розв'язування задач та написання хімічних рівнянь.

ISBN 978-617-7464-61-6

©Українська медична стоматологічна академія, ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2020

©Кушпіль Н.О., Криворучко Т.Д., 2020

## ЗМІСТ

Заняття 1	Речовини та їх властивості	4
Заняття 2	Фізичні та хімічні явища	5
Заняття 3	Молекулярна будова речовини	6
Заняття 4	Атоми. Хімічні елементи	8
Заняття 5	Відносна атомна маса	10
Заняття 6	Закон сталості складу. Хімічні формули	11
Заняття 7	Відносна молекулярна маса	13
Заняття 8	Моль	14
Заняття 9	Валентність. Складання формул за валентністю	16
Заняття 10	Хімічні еквіваленти. Закон еквівалентів	18
Заняття 11	Закон збереження маси речовини. Хімічні рівняння	21
Заняття 12	Закон Авогадро. Молярний об'єм газів	22
Заняття 13	Відносна густина газів	24
Заняття 14	Розрахунки за хімічними формулами	25
Заняття 15	Повторення	29
Заняття 16	<b>Контрольна робота №1</b>	30
Заняття 17	Періодичний закон та періодична система елементів Д.І. Менделєєва	30
Заняття 18	Будова атома. Ізотопи	33
Заняття 19	Будова електронної оболонки атома. Квантові числа	37
Заняття 20	Періодична система елементів Д.І. Менделєєва та електронна теорія будови атома	42
Заняття 21	Залежність хімічних властивостей елементів від будови їх атомів	45
Заняття 22	Хімічний зв'язок та будова речовини. Ковалентний зв'язок	47
Заняття 23	Донорно-акцепторний зв'язок. Іонний зв'язок.	50
Заняття 24	Металічний та водневий зв'язок.	53
Заняття 25	Валентність та ступінь окиснення.	56
Заняття 26	Повторення.	57
Заняття 27	<b>Контрольна робота №2.</b>	58
Заняття 28	Основні класи хімічних сполук. Оксиди. Основи. Номенклатура, класифікація	59
Заняття 29	Кислоти. Склад, назви, графічні формули	62
Заняття 30	Солі. Склад, назви, графічні формули	64
Заняття 31	Властивості та добування оксидів	66
Заняття 32	Властивості та добування основ. Амфотерні гідроксиди	70
Заняття 33	Властивості та добування кислот.	73
Заняття 34	Лабораторна робота №1 «Правила роботи в хімічній лабораторії»	77
Заняття 35	Лабораторна робота №2 «Добування та властивості оксидів та основ»	77
Заняття 36	Лабораторна робота №3 «Добування та властивості кислот та солей»	77
Заняття 37	Властивості та добування солей. Генетичний зв'язок між основними класами неорганічних сполук	77
Заняття 38	<b>Контрольна робота №3</b>	82
Заняття 39	Типи хімічних реакцій. Окисно-відновлювальні реакції	82
Заняття 40	Тепловий ефект хімічних реакцій. Закон Гесса	87
Заняття 41	Швидкість хімічних реакцій. Закон діючих мас	90
Заняття 42	Хімічна рівновага. Принцип Ле-Шательє	93
Заняття 43	Розчини. Розчинність	97
Заняття 44	Види концентрацій розчинів	99
Заняття 45	Лабораторна робота №4 "Приготування розчинів різної концентрації"	102
Заняття 46	Електролітична дисоціація. Електропровідність розчинів	102
Заняття 47	Дисоціація основ, кислот та солей у водних розчинах. Ступінь дисоціації	105
Заняття 48	Іонні рівняння реакції	108
Заняття 49	Водневий показник	111
Заняття 50	Гідроліз солей	113
Заняття 51	Лабораторна робота №5 "Гідроліз солей"	117
Заняття 52	Повторення	118
Заняття 53	<b>Контрольна робота №4</b>	119
	<b>Додатки</b>	120-134

## Заняття 1. Речовини та їх властивості

Завдання 1. Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення:

наука, -и	science	science	علم
речовина, -и	substance	matiere	مادة
простий, -а, -е, -і	simple	simple	بسيط
складний, -а, -е, -і	complex	complicqué	معقد
склад, -и	composition	contenant	تكوين
будова, -и	structure	structure	بنية
властивість, -і	property	caracteristique	خواص
перетворення, -и	transformation	renversement/retournement	تحول
різний, -і	different	different	اختلاف
твердий, -а, -е, -і	solid	solide	صلب
рідкий, -а, -е, -і	liquid	liquide	سائل
смак	taste	saveur	طعم
колір	color	couleur	لون
запах	smell	odeur	رائحة
здатність	ability	pouvoir	قدرة
якість	quality	qualité	نوعية
розчинність	solubility	solubilité	ذوبان
визначений, -а,-е, -і	definite	limité	محدد
органічний, -а,-е, -і	organic	organique	عضوي
неорганічний, -а,-е, -і	inorganic	n est pas organique	غير عضوي
газоподібний, -а,-е, -і	gaseous	etat gazeux	غازي
агрегатний стан	state of aggregation	l etat de la matiere	حالة المادة
температура кипіння	boiling temperature	temperature de bouillement	درجة الغليان
температура плавлення	melting temperature	la temperature de fondement	درجة الانصهار
вступати в реакцію	to react (with)	la prsenceen reaction	يدخل في تفاعل

### Зверніть увагу!

1. **Що (н.в.) вивчає що (з.в.).** Хімія вивчає речовини.
2. **Що (н.в.) має що (з.в.)** Кожна речовина має певні хімічні і фізичні властивості.

Завдання 2. Слухайте, читайте текст.

Хімія – це наука про речовини, їх будову, властивості, перетворення і застосування.

Всі тіла в природі складаються з речовин. Кожна речовина має певні фізичні і хімічні властивості.

Фізичні властивості речовини – це агрегатний стан, розчинність, густина, температура плавлення, температура кипіння, колір, смак, запах та інші

Існують три агрегатні стани речовин: твердий, рідкий і газоподібний. За звичайних умов різні речовини знаходяться в різних агрегатних станах.

Наприклад:

**тверді речовини**

цукор  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ,

сіль  $NaCl$

**рідкі речовини**

вода  $H_2O$

сульфатна кислота  $H_2SO_4$

**газоподібні речовини**

кисень  $O_2$ ,

вуглекислий газ  $CO_2$

Сукупність властивостей, які характеризують тільки дану речовину – це якість речовини.

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на питання:

1. Що вивчає хімія?
2. Які речовини вивчає хімія?
3. Які агрегатні стани речовини ви знаєте?
4. Назвіть фізичні властивості речовини?
5. Що називається якістю речовини?

**Вправа 2.** Закінчіть речення, запишіть їх в зошит.

1. Хімія – це наука ... .
2. Хімія вивчає склад ... .
3. Фізичні властивості речовини – це ... .

**Вправа 3.** За допомогою тексту поставте пропущені слова в реченнях.

1. Кожна речовина може бути в ....., ..... або ..... агрегатному стані.
2. Агрегатний стан ....., колір ....., ..... кипіння, температура ....., ..... - це ..... властивості речовини.

## Заняття 2. Фізичні і хімічні явища

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення.

явище, -а	phenomenon/a	phenomene	ظاهرة
форма, -и	form, shape	forme	شكل
розтирати/розтерти	grind/rub	triturer	يطحن
виділення	discharge	faire sortir	توزيع / اخراج
положення	position	etat	وضعية
шматок/шматки	piece, bit	tranche/morceau	قطعة
змінюватися/змінитися	to change	changer	تغير
утворення	to form	faire ameliorer	تشكيل
ознака, -и	indication	caractere	علامة
порошок, -и	powder	poudre	مسحوق
поглинання	absorption	absorption	امتصاص
об'єм, -и	volume	volume	حجم
зміна, -и	change	changement	تغير
перетворення	transformation	transformation	تحوّل
перетворюватися/ перетворитися (у що)	to turn into	transformer	تحويل
осад, -и	sediment	le reste	راسب
нагрівання	heating	chauffer	تسخين
охолодження	cooling	refroidir	تبريد

**Зверніть увагу!**

**1. Що (н.в.) називається чим (о.в.)**

**Явища**, при яких одні речовини перетворюються на інші, називаються **хімічними явищами**.

**2. Що (н.в.) перетворюється на що(з.в.)** При нагріванні лід перетворюється на **воду**.

**Завдання 2.** Слухайте, читайте текст.

Будь-які зміни в природі – **це явища**.

Всі явища поділяються на хімічні і фізичні. При фізичних явищах нові речовини не утворюються, змінюється тільки агрегатний стан, форма, об'єм, положення тіла. Якщо шматок крейди розтерти в порошок, зміниться форма тіла, але речовина – крейда – не зміниться. Це **фізичне явище**.

Явища, при яких одні речовин перетворюються на інші речовини, називаються **хімічними явищами** або хімічними реакціями.

### Ознаки хімічних реакцій:

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| 1. Зміна кольору                    | $CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O$<br>чорний                      блакитний |
| 2. Виділення газу                   | $H_2CO_3 = H_2O + CO_2 \uparrow$   |
| 3. Утворення осаду                  | $AgNO_3 + HCl = AgCl \downarrow + HNO_3$                                 |
| 4. Виділення або поглинання теплоти | $2SO_2 + O_2 = 2SO_3 + Q$  |
| 5. Виділення світла                 | $2Mg + O_2 = 2MgO + hv$  |

Сукупність хімічних і фізичних властивостей, які характеризують тільки дану речовину – це **якість речовини**.

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

1. Що називається явищем?
2. Які Ви знаєте явища?
3. Що відбувається при фізичних явищах?
4. Що відбувається при хімічних явищах?
5. Назвіть ознаки хімічних реакцій.
6. Що називається якістю речовини?

**Вправа 2.** Закінчіть речення. Запишіть їх в зошит.

1. При фізичних явищах нові речовини .....
2. Якість речовини - це .....
3. Хімічні реакції - це .....

**Вправа 3.** Подумайте і назвіть приклади хімічних реакцій, які відбуваються з:

- а) виділенням газу;
- б) утворенням осаду; утворенням води;
- в) виділенням або поглинанням теплоти.

**Вправа 4.** Поставте пропущені слова в речення.

1. При ..... явищах змінюється агрегатний ....., форма ....., положення ... .
2. Якщо шматок крейди ..... у порошок, зміниться ..... тіла, але речовина ..... не зміниться.
3. Ознаки хімічних реакцій:
  1. зміна .....
  2. виділення .....
  3. ....;
  4. ....;
  5. .... світла.

## Заняття 3. Молекулярна будова речовини

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення:

положення	position	position	وضعية
рух, -и	motion	mouvement	حركة
швидкість, -і	speed	vitesse	سرعة
водень	hydrogen	hydrogene	هيدروجين
сірка	sulphur	sulfat	كبريت
вчення	theory	apprentissage	معتقد
постійно	constantly	constant	دائم

рухатися	to move	se deplacer	يتحرك
залежати (від чого)	to depend	dépendre	يعتمد
кисень	oxygen	oxygene	أكسجين
атомно-молекулярне вчення	atomic molecular doctrine	etude moleculaire atomique	الكتلة الجزيئية المبدئية
атомно-молекулярна теорія	atomic molecular theory	Theorie moleculaire atomique	نظرية الكتلة الجزيئية
найменший, -а, -е, -і	the smallest	le petit	الأصغر
проста речовина	simple substance	matiere simple	مادة بسيطة
складна речовина	complex substance	matiere compose	مادة معقدة
сульфатна (сірчана) кислота	sulphuric acid	acidesulferique	حمض الكبريت

### Зверніть увагу!

#### 1. Що (н.в.) залежить від чого (р.в.)

**Швидкість** руху молекул залежить від агрегатного стану речовини, від температури, від маси.

**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

Речовини складаються з молекул. Атомно-молекулярне вчення створили російський вчений М.В. Ломоносов (1741) і англійський вчений Дж.Дальтон (1808).

**Атомно-молекулярне вчення** – це вчення про будову речовини з атомів і молекул.

#### Основні положення атомно-молекулярної теорії:

1. Речовини складаються з молекул. **Молекула** – це найменша частинка речовини, яка зберігає його хімічні властивості. Молекули різних речовин мають різну масу, різний розмір, різний склад, різну будову і різні хімічні властивості.

2. Молекули складаються з атомів.

3. Молекули і атоми постійно рухаються. Швидкість руху молекул залежить від агрегатного стану речовини, від температури, від маси.

4. Речовини, молекули яких складаються з атомів одного елемента, називаються **простими речовинами**.

Наприклад: водень  $H_2$ , кисень  $O_2$ , сірка  $S$  — прості речовини.

5. Речовини, молекули яких складаються з атомів різних елементів, називаються **складними речовинами**.

Наприклад: вода  $H_2O$ , сульфатна кислота  $H_2SO_4$  – складні речовини.

6. В результаті хімічних реакцій молекули одних речовин перетворюються на молекули інших речовин.

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на питання.

1. Хто створив атомно-молекулярне вчення?
2. З яких частинок складаються речовини?
3. Які речовини називаються простими?
4. Які речовини називаються складними?
5. Що відбувається в результаті хімічних реакцій?



**Вправа 2.** Закінчіть речення. Запишіть їх в зошит.

1. Речовини складаються з ... .
2. Молекула – це ... .
3. Швидкість руху молекул залежить від ..... .
4. Прості речовини - це ... .
5. Атомно-молекулярне вчення створили ... .

## Заняття 4. Атоми. Хімічні елементи

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення.

хімічний елемент	chemical element	element chimique	عنصر كيميائي
зберігати/зберегти (що?)	to save	conserver	حفظ / حماية
окремий, -а, -е, -і	separate	desattacher	منفصل
справжній, -я, -е, -і	real	present	الحاضر
в даний час/зараз	at present time	dans ce temps	في الوقت الحاضر
відомий, -а, -е, -і	known	fameux/trèsconnu	مشهور/ معروف
відомо	it is known	connu	مشهور/معروف
метал, -и	metal	metal	فلزي
неметал, -и	non –metal	n est pas metal	لافلزي
поширений, -а, -е, -і	widespread	diffusion en masse propagation	منتشر
вільний, -а, -е, -і	free	libre	حر
модифікація, -ії	modification	modification	تعديل
алотропні видозміни	allotropic	allotropique	متغير نوعيا
алотропні модифікації	variation/variety modification	la modification	تعديل
алотропія	allotropy	allotropie	الأصل / تعدد الأشكال
кристал, -и	crystal	cristal	كريستال
складатися з (чого?)	consist of	composé de	تتكون من
причина, -и	reason	raison	سبب
виникнення	occurrence	occurrence	مظهر

### Зверніть увагу!

**1. Що (н.в.)** визначається **чим (о.в.)**

Хімічні **властивості** елементів визначаються **будовою** його атома.

**2. Що(н.в.)** ділиться на **що(з.в.)**

Хімічні **елементи** діляться на **метали** і **неметали**.

**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

Молекули складаються з атомів. **Атом** – це найменша частинка хімічного елемента, яка зберігає його хімічні властивості.

**Хімічний елемент** – це окремий вид атомів. Хімічні властивості елемента визначаються будовою його атома.

Зараз відомо 118 хімічних елементів.

Усі хімічні елементи діляться на метали і неметали.

Найпоширеніші з них такі:

Хімічний знак	Українська	Вимова	Французька	Англійська	Арабська	Фарсі
<b>Ag</b>	срібло	аргентум	argent	silver	فضة	نقره
<b>Al</b>	алюміній	алюміній	aluminium	aluminium	ألومنيوم	ألومنيوم
<b>B</b>	бор	бор	carbone	boron	بورون	بور
<b>Be</b>	берилій	берилій	de calcium	beryllium	بيريليوم	برليوم

<b>C</b>	карбон вуглець	це	carbone	carbon	كربون	كربن
<b>Ca</b>	кальцій	кальцій	calcium	calcium	كالكسيوم	كالكسيوم
<b>Cl</b>	хлор	хлор	chlore	chlorine	كلور	كلر
<b>Cu</b>	мідь	купрум	cuivre	copper	نحاس	مس
<b>F</b>	фтор	фтор	fluor	fluorine	فلور	فلور
<b>Fe</b>	ферум залізо	ферум	le fer	iron	حديد	آهن
<b>H</b>	гідроген водень	аш	hydrogene	hydrogen	هيدروجين	هيدروژن
<b>He</b>	гелій	гелій	helium	helium	هيليوم	هليوم
<b>K</b>	калій	калій	potassium	potassium	بوتاسيوم	پتاسيم
<b>Li</b>	літій	літій	lithium	lithium	ليثيوم	ليثيم
<b>Mg</b>	магній	магній	le magnesium	magnesium	مغنيسيوم	منيزيوم
<b>N</b>	нітроген азот	ен	azote	nitrogen	نيتروجين	نيتروژن
<b>Na</b>	натрій	натрій	sodium	sodium	صوديوم	سدیم
<b>O</b>	оксисен кисень	о	oxygene	oxygen	أكسجين	اکسیژن
<b>P</b>	фосфор	пе	phosphore	phosphorus	فسفور	فسفر
<b>S</b>	сульфур сірка	ес	soufre	sulphur	كبريت	گوگرد
<b>Si</b>	силіцій кремній	силіцій	silicique	silicon	سيليكون	سليكون
<b>Sn</b>	станум олово	станум	etain	tin	قصدير	قلع
<b>Zn</b>	цинк	цинк	zinc	zinc	زنك	روی
<b>Pb</b>	плюмбум свинець	плюмбум	conduire	lead	قيادة	سرب
<b>Hg</b>	ртуть	гідраргірум	mercure	mercury	زئبق	جيو هجيوه

Багато хімічних елементів у вільному стані можуть існувати у вигляді декількох простих речовин, різних за будовою й властивостями.

Різні прості речовини, які утворені одним елементом, називаються **алотропними видозмінами** (модифікаціями).

Утворення різних простих речовин одним елементом називається **алотропією**.

Причини виникнення алотропії:

- 1) різне число атомів у молекулі. Наприклад: O<sub>2</sub> – кисень; O<sub>3</sub> – озон.
- 2) утворення кристалів різних модифікацій. Наприклад: С – алмаз і графіт.

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

1. Що називається атомом?
2. Що називається хімічним елементом?
3. Що таке алотропія?
4. Які причини виникнення алотропії?

**Вправа 2.** Напишіть українську назву хімічних елементів:

C, Fe, Ag, Pb, Sn, O, S, P, Mg, K, Na, Ca, Cu.

**Вправа 3.** Напишіть хімічний знак і транскрипцію хімічних елементів:

мідь, сульфур, кисень, гідроген, залізо, карбон, фосфор, магній, хлор, калій.

**Вправа 4.** Закінчіть речення.

1. Атом – це .....
2. Хімічний елемент – це .....

3. Найпоширеніші метали – це .....
4. Причинами виникнення алотропії можуть бути .....
5. Алотропією називається .....

## Заняття 5. Відносна атомна маса

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення.

абсолютна маса	атомна	absolute atomic mass	lamasseatomiqueabsolu	الكتلة الذرية المطلقة
відносна атомна маса		relative atomic mass	lamasseatomiquedependante	الكتلة الذرية النسبية
періодичний, -а,-е,-і		periodic	periodique	دوري
вираження		expression	expression	تعبير
виражений		expressed	prononcé	معتبر
звичайно		usually	généralement	عادة
показувати/показати		to show	pour montrer	يظهر /يبين

### Зверніть увагу!

1. Ускільки разів **що (н.в.)** більше/менше **чого (р.в.)**

Відносна атомна маса показує в скільки разів **маса** даного атома більше **1/12 частини маси** атома карбону

2. **Що (н.в.)** дано/наведено **де (м.в.)**

**Значення** відносних атомних мас елементів наведені в періодичній **системі** елементів.

**Завдання 1.** Слухайте і читайте текст.

**Абсолютна атомна маса** ( $m_a$ ) – це маса атома, виражена в кілограмах(кг). Маси атомів дуже малі.

**Пишемо**

$$m_a(H) = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

**Читаємо**

Маса атома гідрогену (водню)  $m_a(H)$  дорівнює  $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$  (одна ціла шістдесят сім сотих на десять у мінус двадцять сьомому степені кілограмів).

$$m_a(O) = 26,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

Маса атома оксигену (кисню)  $m_a(O)$  дорівнює  $26,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$  (двадцять шість цілих шістдесят сім сотих на 10 у мінус двадцять сьомому степені кілограмів).

Замість абсолютних атомних мас зазвичай використовують відносні атомні маси.

**Відносна атомна маса ( $A_r$ )** - це число, що показує, у скільки разів маса даного атома більше 1/12 частини маси атома карбону (C).

$$\text{Відносна атомна маса} = \frac{\text{маса одного атома елемента}}{\frac{1}{12} \text{ частина маси атома карбону}}$$

1/12 частина маси атома карбону називається **атомною одиницею маси (а.о.м.)**

$$1 \text{ а.о.м.} = \frac{m_a(C)}{12} = \frac{19,93 \cdot 10^{-27}}{12} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

$$1 \text{ а.о.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

Відносну атомну масу елемента можна обчислити за формулою:

$$Ar(X) = \frac{m(X)}{1a.o.m.}$$

Наприклад:

$$Ar(H) = \frac{m_a(H)}{1a.o.m.} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} \approx 1; \quad Ar(H) \approx 1$$

$$Ar(C) = \frac{m_a(C)}{1a.o.m.} = \frac{19,93 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} \approx 12; \quad Ar(C) \approx 12$$

$$Ar(O) = \frac{m_a(O)}{1a.o.m.} = \frac{26,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} \approx 16; \quad Ar(O) \approx 16$$

Значення відносних атомних мас всіх хімічних елементів наведено в періодичній системі хімічних елементів.

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

1. Що називається абсолютною атомною масою?
2. Що називається відносною атомною масою?
3. За якою формулою можна обчислити відносну атомну масу?
4. Що називається атомною одиницею маси?
5. Чому дорівнює атомна одиниця маси?
6. Де містяться відносні атомні маси всіх хімічних елементів?

**Вправа 2.** Чому дорівнює абсолютна атомна маса атомів:

- а) золота;                      в) міді;                      д)магнію;                      ж) силіцію;  
б) калію;                      г) свинцю;                      е) брому                      з) заліза?

## Заняття 6. Закон сталості складу. Хімічні формули

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова й словосполучення.

формулювати (сформулювати)	to formulate	formuler	صاغ / وضع صيغة
якісний, -а, -е, -і	qualitative	qualitative	نوعي
кількісний, -а, -е, -і	quantitative	quantitatif	كمّي
спосіб добування	mode of extraction	chemin extraction	طريقة الحصول
допомога	help	aide	مساعدة
індекс, -и	index	indice	مؤشر / أس / دليل
коефіцієнт, -и	coefficient, factor	coefficient	معامل
оксид, -и	oxide	oxyde	أكسيد
пероксид, -и	peroxide	peroxide	بيروكسيد
чистий, -а, -е, -і	pure	proper, net	نظيف

**Зверніть увагу!**

**1. Хто (н.в.) сформулював що (з.в.)**

**Вчений Ж.Пруст сформулював закон сталості складу речовини.**

**2. Що (н.в.) показує що (з.в.)**

**Індекс показує число атомів кожного елемента в молекулі речовини.**

**Завдання 2.** Слухайте, читайте текст.

Французький вчений Ж.Пруст у 1806 році сформулював закон сталості складу речовини.

**Кожна чиста речовина має сталий якісний і кількісний склад, який не залежить від способу добування речовини.**

Тому кожна речовина має свою хімічну формулу.

**Хімічна формула** – це позначення якісного і кількісного складу речовини за допомогою символів хімічних елементів.

Наприклад:  $H_2O$  – хімічна формула води;

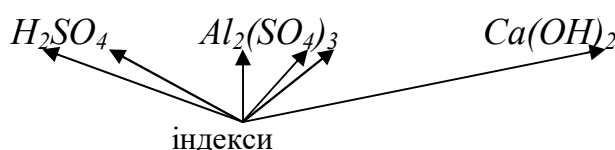
$H_2SO_4$  – хімічна формула сірчаної кислоти.

**Хімічна формула вказує:**

- 1) з яких елементів складається молекула речовини (**якісний склад**).
- 2) кількість атомів даного елемента в молекулі (**кількісний склад**).
- 3) одну молекулу речовини.

Цифри у формулах називаються **індексами**.

**Індекс вказує число атомів** кожного елемента в молекулі речовини.



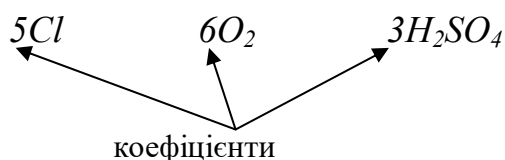
Наприклад: формула  $H_2O$  показує, що молекула води містить 2 атоми гідрогену (водню) і 1 атом кисню (кисню).

Існують речовини, які мають однаковий якісний, але різний кількісний склад.

Наприклад:  $H_2O$  – вода,  $H_2O_2$  – пероксид водню,

$SO_2$  – оксид сульфуру IV,  $SO_3$  – оксид сульфуру VI.

**Цифри перед хімічними формулами показують число молекул** даної речовини або число окремих атомів. Такі цифри називаються **коефіцієнтами**.



Наприклад:  $5Cl$  – 5 атомів хлору;

$6O_2$  – 6 молекул кисню;

$3H_2SO_4$  – 3 молекули сульфатної кислоти.

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання:

1. Як формулюється закон сталості складу?
2. Що називається хімічною формулою?
3. Що показує хімічна формула?
4. Що показує індекс у хімічній формулі?
5. Що показує коефіцієнт?

**Вправа 2.** Опишіть якісний і кількісний склад речовин:

- а)  $NaOH$ ; б)  $H_2SO_4$ ; в)  $HNO_3$ ; г)  $CaCl_2$ ;  
д)  $C_6H_{12}O_6$ ; е)  $CaSO_4$ ; ж)  $Fe_2(SO_4)_3$ .

**Вправа 3.** Напишіть хімічні формули:

- а) три молекули сульфатної кислоти;

- б) сім атомів гідрогену (водню);  
 в) дві молекули аш-три-пе-о-чотири;  
 г) один атом нітрогену;  
 д) п'ять молекул кисню.

## Заняття 7. Відносна молекулярна маса

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення:

відносна молекулярна маса	relative molecular mass	masse moleculaire dependante	الكتلة الجزيئية النسبية
урахування	calculation, registration	compte	حساب
розрахувати/обчислити	calculate	calculer	يحسب
масова частка	mass fraction	fraction de masse	جزء (قسم) كتالي
виражати/виразити	express	passer	يعبر
відсоток,-и	percentage	pourcentage	نسبة
відношення	relation	relation	علاقة

### Зверніть увагу!

1. Відношення **чого (р.в.) до чого (р.в.)**

Масова частка елемента – це відношення відносної атомної маси елемента до відносної молекулярної маси речовини

2. **Що (з.в.) виражають у чому (м.в.)**

Масові частки виражають у відсотках.

3. Розрахувати **що (з.в.) де (м.в.)**

Розрахувати масову частку гідрогену в молекулі води.

**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

**Відносна молекулярна маса (Mr)** речовини це число, яке показує, у скільки разів маса молекули цієї речовини більше атомної одиниці маси.

$$Mr = \frac{m_m}{1a.o.m.}$$

Відносна молекулярна маса речовини дорівнює сумі відносних атомних мас елементів, з яких складається молекула речовини з урахуванням числа атомів кожного елемента.

$$Mr(H_2O) = 2 \cdot Ar(H) + Ar(O) = 2 \cdot 1 + 16 = 18$$

$$Mr(Fe_2(SO_4)_3) = 2Ar(Fe) + 3Ar(S) + 3 \cdot 4Ar(O) = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 32 + 12 \cdot 16 = 400.$$

За хімічною формулою можна розрахувати масову частку кожного хімічного елемента, що входить до складу речовини.

**Масова частка елемента в даній речовині** – це відношення відносної атомної маси даного елемента, помноженої на число його атомів у молекулі, до відносної молекулярної маси речовини:

$$\omega(x) = \frac{Ar(x) \cdot n}{Mr}$$

$\omega(x)$  – масова частка елемента;

$Ar(x)$  – відносна атомна маса елемента  $x$ ;

$n$  – число атомів елемента  $x$  в молекулі речовини;

$Mr$  – відносна молекулярна маса речовини.

Масові частки виражають у відсотках:

$$\omega\% (x) = \frac{Ar(x) \cdot n}{Mr} \cdot 100\%$$

Наприклад: розрахуємо масові частки гідрогену і кисню в молекулі води:

$$\omega\% (H) = \frac{Ar(H) \cdot 2}{Mr(H_2O)} \cdot 100\% = \frac{1 \cdot 2}{18} \cdot 100\% = 11,1\% ;$$

$$\omega\% (O) = \frac{Ar(O) \cdot 1}{Mr(H_2O)} \cdot 100\% = \frac{16}{18} \cdot 100\% = 88,9\%$$

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

1. Що таке відносна молекулярна маса?
2. Чому дорівнює відносна молекулярна маса?
3. Що називається масовою часткою елемента в даній речовині?
4. За якою формулою можна розрахувати масову частку елемента?

**Вправа 2.** Визначте відносну молекулярну масу речовин:

- а)  $MgSO_4$ ;                      б)  $H_3PO_4$ ;                      в)  $NaNO_3$ ;                      г)  $Al_2(SO_4)_3$ ;  
д)  $FeCl_3$ ;                      е)  $KMnO_4$ ;                      ж)  $HClO_3$ ;                      з)  $C_6H_{12}O_6$ .

**Вправа 3.** Чому дорівнюють масові частки ( $w\%$ ) елементів у речовинах:

- а)  $MgO$ ;                      б)  $NaOH$ ;                      в)  $NO$ ;  
г)  $C_6H_6$ ;                      д)  $Cu(NO_3)_2$ ;                      е)  $C_6H_{12}O_6$ .

## Заняття 8. Моль

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення:

моль,-і	mole/mol	mol	مول
структурний, -а,-е,-і	structural	structurable	تركيبی/هيكلی
ізотоп,-и	isotope	izotop	نظير
стала Авогадро	Avogadro's constant	la constante d Avogadro	ثابت أفوجادرو
молярна маса	molar mass	masse molaire	الكتلة الجزئية
кількість речовини	amount of substance	quantité de substance	كمية المادة

**Зверніть увагу!**

1. **Що (н.в.)** показує **що (з.в.)**

**Кількість речовини** показує **число** структурних одиниць.

2. **Що (н.в.)** можна розрахувати **за чим (о.в.)**

**Абсолютні маси** атомів можна розрахувати **за формулою**.

**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

**Кількість речовини (n)** – це фізико-хімічна величина. Вона показує число структурних одиниць (молекул, атомів, йонів), які утворюють цю речовину. Одиницею кількості речовини є **моль**.

**Моль** – це кількість речовини, яка містить  $6,02 \cdot 10^{23}$  частинок (атомів, молекул, йонів). Це число називається **сталою Авогадро** й позначається  $N_A$ .  
 $N_A \approx 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ .

**Пишемо**

$$N_A \approx 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

**Читаємо**

Стала Авогадро дорівнює шість цілих дві сотих на десять у двадцять третьому степені моль у мінус першому степені.

Один моль будь-якої речовини містить  $6,02 \cdot 10^{23}$  молекул.

Наприклад:

1 моль води  $H_2O$  містить  $6,02 \cdot 10^{23}$  молекул  $H_2O$ ;

1 моль сульфатної кислоти  $H_2SO_4$  містить  $6,02 \cdot 10^{23}$  молекул сульфатної кислоти;

1 моль кисню  $O_2$  містить  $6,02 \cdot 10^{23}$  молекул кисню;

1 моль заліза  $Fe$  містить  $6,02 \cdot 10^{23}$  молекул заліза.

Кількість атомів або молекул речовини, що містяться в певнім числі молей можна визначити за формулою:

$$N = n \cdot N_A$$

$N$  – число атомів молекул речовини;

$n$  – число молів;

$N_A$  – число Авогадро.

Наприклад: у двох молях сульфуру міститься  $6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \cdot 2 \text{ моль} = 12,04 \cdot 10^{23}$  атомів сульфуру.

Маса одного моля речовини називається **молярною масою**.

Вона позначається символом **M** і виражається в кг/моль або в г/моль.

Молярна маса дорівнює відношенню маси речовини (**m**) до його кількості (**n**).

$$M = \frac{m}{n}, \quad m = M \cdot n$$

$M$  – молярна маса речовини;

$m$  – маса речовини;

$n$  – кількість речовини.

Числове значення молярної маси речовини г/моль дорівнює відносній молекулярній масі **Mr**, якщо речовина складається з молекул, або відносній атомній масі **Ar**, якщо речовина складається з атомів.

Наприклад: вода  $H_2O$   $Mr=18$ ;  $M=18$  г/моль;

хлор  $Cl_2$   $Mr=71$ ;  $M=71$  г/моль;

натрій  $Na$   $Mr=23$ ;  $M=23$  г/моль.

Таким чином, у 23г натрію міститься  $6,02 \cdot 10^{23}$  атомів натрію, у 18г води міститься  $6,02 \cdot 10^{23}$  молекул води.

Абсолютні маси атомів і молекул можна розрахувати за формулою:

$$m_m = \frac{M}{N_A}$$

$m$  – абсолютна маса молекули

$M$  – молярна маса;

$N_A$  – число Авогадро.

Наприклад: абсолютна маса молекули сульфатної кислоти дорівнює

$$m_m = \frac{M}{N_A} = \frac{98 \text{ г/моль}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 1,63 \cdot 10^{-24} \text{ кг}.$$

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

1. Що таке моль?
2. Скільки структурних одиниць містить 1 моль будь-якої речовини?
3. Чому дорівнює стала Авогадро?
4. Що називається молярною масою?
5. Чому дорівнює молярна маса?



**Вправа 2.** Визначте абсолютну масу:

- а) молекули  $O_2$ ;
- б) молекули  $C_6H_{12}O_6$ ;
- в) атома  $Mg$ ;
- г) атома  $Al$ ;
- д) молекули  $NH_3$ .

**Вправа 3.** У якій кількості речовини міститься:

- а)  $1,8 \cdot 10^{23}$  атомів  $C$ ?
- б)  $18,06 \cdot 10^{23}$  молекул  $O_2$ ?
- в)  $120,4 \cdot 10^{23}$  атомів  $S$ ?
- г)  $6,02 \cdot 10^{23}$  молекул  $H_2SO_4$ ?

**Вправа 4.** Скільки молів становлять і скільки молекул (атомів) містять:

- а) 128г  $SO_2$ ;
- б) 49г  $H_2SO_4$ ;
- в) 50г  $CaCO_3$ ;
- г) 6,8г  $H_2S$ ;
- д) 280г  $Fe$ .

## Заняття 9. Валентність. Складання формул за валентністю.

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення.

співвідношення	correlation	l equivalent	ارتباط
валентність, -і	valance	valence	تكافؤ
заміщати (що?)	substitute	remplacer	استبدل
римська цифра	Roman numeral	chiffre romain	الرقم الروماني
одновалентний, -а, -е, -і	univalent	monovalent	أحادي التكافؤ
двовалентний, -а, -е, -і	bivalent	bivalent	ثنائي التكافؤ
тривалентний, -а, -е, -і	trivalent	trivalent	ثلاثي التكافؤ
змінний, -а, -е, -і	variable	variable	متعدد
змінна валентність	variable valency	valence variable	متعدد التكافؤ
бінарний, -а, -е, -і	binary	binaire	ثنائي
графічний, -а, -е, -і	graphic	graphique	بياني
риска	line	risque	خط
приєднувати/приєднати (що?)	connect	attacher	ربط
визначати/визначити	determine	pour déterminer	لتحديد
характеристика, -и	characteristic	caractéristique	وصف
зв'язок/зв'язки	connection	lien	صلة
кількість, -і	number	nombre	عدد

**Зверніть увагу!**

**1. Що (н.в.) визначається чим (о.в.)**

**Валентність** визначається **числом** зв'язків, які утворює даний атом з іншими атомами.

**2. Що (н.в.) позначають чим (о.в.)**

**Валентність** позначають римськими **цифрами** над символами елементів.

**3. Що (н.в.) можна визначити за чим (о.в.).**

**Валентність** елемента можна визначити за **формулою** його сполуки з киснем.

**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

**Валентність** – це одна з найважливіших характеристик елемента. Вона визначає кількісні співвідношення атомів елементів у хімічних сполуках.

**Валентність** – це здатність атомів одного елемента приєднувати або заміщати певну кількість атомів іншого елемента.

Позначають валентність римськими цифрами над символами елементів:



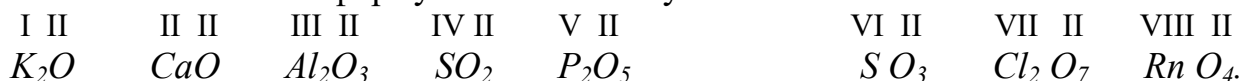
Валентність визначається числом зв'язків, які утворює даний атом з іншими атомами в молекулі.

Атом гідрогену завжди утворює тільки один зв'язок, тому його валентність приймають за одиницю. Гідроген у сполуках завжди одновалентний.



Валентність елемента у сполуці з гідрогеном дорівнює числу атомів гідрогену, які приєднує атом даного елемента.

Оксиген у сполуках завжди двовалентний. Тому валентність елемента можна визначити за формулою його сполук з киснем:



Існують елементи з **постійною** й **змінною** валентністю. Елемент з **постійною** валентністю – це елемент, який в усіх сполуках має **однакову валентність**.

Наприклад: Елементи з постійною валентністю:

Одновалентні елементи (I): H, Li, Na, K, Rb, Cs.

Двовалентні елементи (II): O, Ca, Mg, Ba, Sr, Zn.

Тривалентні елементи (III): Al, B, Ga, In, Tl.

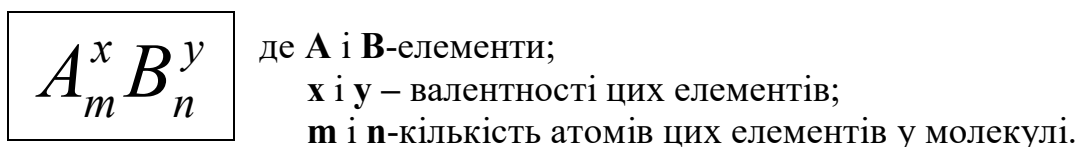
Всі інші елементи мають змінну валентність.

Наприклад: Елементи зі змінною валентністю:

сульфур у різних сполуках має різну валентність.



Сполуки, які складаються з атомів двох елементів, називаються **бінарними сполуками** і можуть бути виражені формулою:



Для бінарних сполук існує правило валентності:

добуток валентності  $x$  на число атомів  $m$  елемента  $A$

дорівнює добутку валентності  $y$  на число атомів  $n$  елемента  $B$ .

$$x \cdot m = y \cdot n.$$

Правило валентності дозволяє:

- 1) визначити валентність елементів за формулою їх сполук;
- 2) скласти формули бінарних сполук за валентністю елементів.

Наприклад: Визначимо валентність нітрогену в оксиді нітрогену(V)  $\overset{x \text{ II}}{\text{N}_2\text{O}_5}$ .

Валентність нітрогену дорівнює  $x$ .

Валентність оскигену дорівнює 2.

Тоді  $x \cdot 2 = 2 \cdot 5$

$$2x = 10$$

$$x = 5.$$

V II

Валентність нітрогену в оксиді нітрогену (V) дорівнює 5:  $N_2O_5$ .

Знаючи валентність елементів і правило валентності, можна скласти графічні формули речовин.

**Графічні формули** речовин – це формули, які показують порядок сполучення атомів у молекулі й валентність кожного елемента.

Валентність у графічних формулах позначають рискою.

Наприклад:

водень  $H_2$     H – H                                  вода                                   $H_2O$                                   H – O – H

фторидна кислота                                   $HF$     H – F                                  сульфідна кислота                                   $H_2S$                                   H – S – H

фосфін                                   $PH_3$                                   
$$\begin{array}{c} H - P - H \\ | \\ H \end{array}$$

оксид хлору (V)  $Cl_2O_5$                                   
$$\begin{array}{c} O \quad O \\ \diagdown \quad / \\ Cl - O - Cl \\ / \quad \diagdown \\ O \quad O \end{array}$$

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

1. Що визначає валентність?
2. Що називається валентністю?
3. Що прийнято за одиницю валентності?
4. Що таке елементи з постійною валентністю?
5. Які ви знаєте елементи з постійною валентністю?
6. Що таке графічні формули речовини?

**Вправа 2.** Визначте валентність елементів у сполуках:

$Al_2O_3$ ,  $Mn_2O_7$ ,  $SiH_4$ ,  $AlCl_3$ ,  $ZnS$ ,  $CaH_2$ .

**Вправа 3.** Напишіть молекулярні та графічні формули сполук:

- а) хлору (VII) і кисню;                                  б) сульфуру (VI) і кисню;  
в) барію і кисню;    г) фосфору (V) і сульфуру (II);  
д) мангану (VII) і кисню;                                  е) карбону (IV) і водню.

## Заняття 10. Хімічні еквіваленти. Закон еквівалентів

**Задання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення:

взаємодіяти (з чим?)	to interact	faire une liaison	يتفاعل
сполучатися/ сполучитися (з чим?)	to combine with	relier	يتحد
визначений, -а, -е, -і	certain, definite	presisement	مؤكد

еквівалент, -и	equivalent	equivalent	معادل
заміщувати (що?)	to substitute	remplacer	يستبدل
значення	meaning	sens	معنى
реагувати (з чим?)	to react	reagir faire une reaction	يتفاعل
пропорційний, -а, -і	proportional	proportionnelle	متناسب
взаємозв'язок	correlation	correlation	علاقة متبادلة

### Зверніть увагу!

#### 1. Що (н.в.) сполучається з чим (о.в.)

Елементи сполучаються один з одним в певних співвідношеннях мас.

#### 2. Що (н.в.) реагує з чим (о.в.)

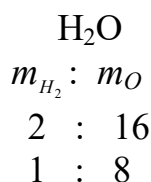
1 масова частина гідрогену реагує з 40 масовими частинами оксиду купруму (II).

**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

Різні елементи сполучаються один з одним в певних співвідношеннях мас.

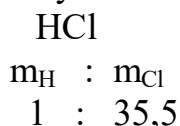
Маса елементу, яка сполучається з однією масовою частиною гідрогену або з вісьмома (8) масовими частинами кисню, чи заміщає ці маси гідрогену або кисню в сполуках, називається **хімічним еквівалентом елементу (E)**.

Наприклад: 1) у воді  $H_2O$  з однією масовою частиною гідрогену сполучаються вісім масових частин кисню:



Таким чином, хімічний еквівалент кисню у воді дорівнює восьми ( $E_O=8$ ).

2) у хлороводні  $HCl$  з 1 масовою частиною гідрогену сполучається 35,5 масових частин хлору:



Отже, еквівалент хлору у хлороводні дорівнює 35,5 ( $E_{Cl}=35,5$ ).

Хімічний еквівалент гідрогену дорівнює одиниці ( $E_H=1$ ).

Еквівалент елемента може мати різні значення, якщо цей елемент утворює з іншими елементами декілька сполук.

Наприклад: сульфур і кисень утворюють дві сполуки:  $SO_2$  і  $SO_3$ .

Формула речовин:	$SO_2$	$SO_3$
Відношення мас елементів:	32 : 32	32 : 48
	8 : 8	5,3 : 8
Еквівалент сульфур:	8	5,3

Між відносною атомною масою, валентністю і еквівалентом даного елемента існує такий взаємозв'язок:

$$E = \frac{Ar}{\text{валентність}}$$

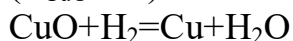
Наприклад: визначимо еквівалент сульфуру у  $SO_2$  і у  $SO_3$  за формулою:

$$SO_2 \qquad SO_3$$
$$E_S = \frac{32}{4} = 8 \qquad E_S = \frac{32}{6} = 5,3$$

Еквівалентом складної речовини називається його масова частина, яка взаємодіє з одним еквівалентом будь-якої іншої речовини.

Наприклад: у реакції  $CuO + H_2 = Cu + H_2O$  з масовою частиною водню реагує 40 масових частин оксиду купруму II ( $CuO$ ), тому еквівалент оксиду купруму (II) дорівнює 40.

$$(E_{CuO} = 40)$$



$$80 \quad 2$$

$$40 \quad 1$$

Окрім моля, є інша хімічна одиниця кількості речовини – грам-еквівалент (ГЕ).

**Грам-еквівалент** елементу (речовини) – це кількість елементу (речовини), яка з'єднується з 1 молем атомів водню або заміщає таку ж саму кількість атомів водню в хімічних реакціях.

Маса 1 грам-еквівалента (речовини) називається його **грам-еквівалентною масою**.

Числове значення грам-еквівалентної маси (речовини) дорівнює його еквіваленту.

Грам-еквівалентна маса виражається в грамах на моль (г/моль).

Наприклад:  $ГЕ_{H_2} = 1 \text{ г/моль}$ ;

$$ГЕ_{CuO} = 40 \text{ г/моль}$$

Наприкінці XVIII століття німецький вчений Ріхтер відкрив закон еквівалентів:

**маси речовин, які вступають в реакцію і утворюються в результаті реакції, пропорційні їх еквівалентам.**

Математичний запис закону еквівалентів:  $\frac{m_1}{m_2} = \frac{E_1}{E_2}$ ,

де  $m_1$  і  $m_2$  – маси речовин;  $E_1$  і  $E_2$  – еквіваленти цих речовин.

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповідь на запитання.

1. Що називається еквівалентом елемента?
2. Що називається еквівалентом складної речовини?
3. Що називається грам-еквівалентом елемента?
4. Чому дорівнює числове значення грам-еквівалента речовини?
5. Сформулюйте закон еквівалентів.

**Вправа 2.** Визначте еквівалент нітрогену у сполуках:

$N_2O$ ;  $NO$ ;  $N_2O_3$ ;  $NO_2$ ;  $N_2O_5$ .

**Вправа 3.** Розрахуйте еквівалент і валентність заліза, якщо 22,4г заліза з'єднуються з 9,6г кисню.

## Заняття 11. Закон збереження маси речовини. Хімічні рівняння

Завдання 1. Слухайте, читайте, повторюйте слова і словосполучення:

збереження	preservation	conseervation	حفاظ/حماية
незалежно (від чого)	independently	ne depend pas	غير معتمد
формулювати/сформулювати (що)	formulate	formuler	صاغ
вихідний, -а, -е, -і	initial	initiale	ابتدائي
продукти реакції	reaction products	le resultat de la reaction	نتائج التفاعل
перебіг, -и	course	fuite	التدفق
перегрупування	regrouping	changer d endroi	تغير المكان
схема, -и	scheme	plan	رسم تخطيطي

### Зверніть увагу!

1. Відкрити **що** (з.в.) незалежно від **кого/чого** (р.в.)

В 1789 р. французький вчений А. Лавуазьє відкрив закон збереження маси речовин незалежно від **М.В. Ломоносова**.

2. Під час перебігу **чого** (р.в.)

Під час перебігу хімічної **реакції**.

3. **Що** (н.в.) виражається **чим** (о.в.)

Хімічна **реакція** виражається хімічним **рівнянням**.

4. Виразити за допомогою **чого** (р.п.)

Виразити за допомогою хімічних **формул**.

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

У 1748р російський вчений М.В.Ломоносов відкрив закон збереження маси речовин. Незалежно від нього у 1789 р. цей же закон відкрив французький вчений А.Лавуазьє.

Зараз закон збереження маси речовини формулюється так:

**Маса вихідних речовин дорівнює масі продуктів реакції**

Наприклад:  $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$   
 $m_1 \quad m_2 \quad m_3 \quad m_4$

де  $m_1$  і  $m_2$  – маси вихідних речовин

(маси речовин, які вступають  
у хімічну реакцію);

$m_3$  і  $m_4$  – маси продуктів реакції

(маси речовин, які  
утворюються в результаті реакції).

$$m_1 + m_2 = m_3 + m_4$$

Під час хімічної реакції відбувається тільки перегрупування атомів, а число атомів і маса кожного атома залишаються незмінними.

Будь-яка хімічна реакція виражається хімічним рівнянням.

**Хімічне рівняння** – це вираження хімічної реакції за допомогою хімічних формул.

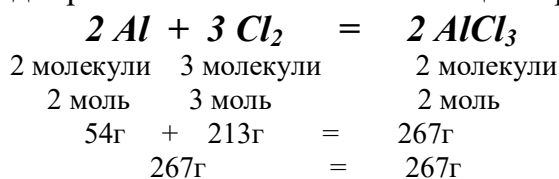
Хімічне рівняння складають на основі закону збереження маси речовин. Це означає, що число атомів кожного елемента в лівій та правій частинах рівняння повинне бути однаковим. Для цього перед формулами речовин ставлять коефіцієнти.

Коефіцієнти перед формулами речовин у хімічному рівнянні показують число молекул або молей кожної речовини, що бере участь у реакції.

### Наприклад:

Ліва частина рівняння.

Вихідні речовини



Права частина рівняння

Кінцеві продукти реакції

За хімічними рівняннями виконують кількісні розрахунки.

**Завдання 2.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на питання.

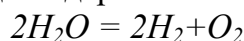
1. Хто і коли відкрив закон збереження маси речовини?
2. Сформулюйте закон збереження маси речовини.
3. Що таке хімічне рівняння?
4. Що показують коефіцієнти перед формулами речовин у хімічних рівняннях?

**Вправа 2.** Складіть рівняння реакцій за схемами:

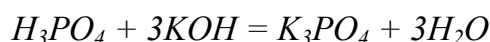
- 1)  $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ,
- 2)  $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$ ,
- 3)  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$ ,
- 4)  $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$ ,
- 5)  $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$ ,
- 6)  $\text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$ ,
- 7)  $\text{FeBr}_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{Fe}_2\text{S}_3 + \text{NaBr}$ .

**Вправа 3.** Розв'яжіть задачі.

1. Скільки грамів води потрібно, щоб одержати 4г кисню за реакцією:



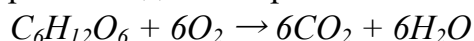
2. Скільки грамів фосфорної кислоти  $\text{H}_3\text{PO}_4$  вступає в реакцію з 42г гідроксиду калію KOH за рівнянням:



3. Скільки грамів кисню необхідно, щоб одержати 40г оксиду купруму(II) за рівнянням:



4. Скільки грамів води утвориться під час згоряння 1г глюкози за рівнянням:



## Заняття 12. Закон Авогадро. Молярний об'єм газів

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення:

рівний, -а, -е, -і	equal	eguale	متساوي
різний, -а, -е, -і	different	different	مختلف
наслідок, -и	consequence	resultat	نتيجة/تابعة
умова, -и	condition	condition	شرط
тиск, -и	pressure	pression	ضغط
нормальні умови	normal conditions	condition normale	في ظل الظروف العادية
суміш, -і	mixture	melange	خليط
760мм ртутного стовпчика	760 mm of mercury column	760mm de mercure	عمود زئبق طوله 760 مم
підпорядковуватися	to submit	obéir	أطاع
однаковий, -а, -е, -і	identical	le même	نفس الشيء

## Зверніть увагу!

### 1. Що (н.в.) займає що (з.в.)

Однакове **число** молекул різних газів за однакових умов займає однаковий **об'єм**.

### 2. Що (н.в.) підпорядковується чому (д.в.)

Гази підпорядковуються **закону** Авогадро.

### 3. Що (з.в.) називають чим (о.в.)

**Об'єм** одного моля газу називається **молярним об'ємом**.

**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

В 1811 році італійський вчений А.Авогадро сформулював закон:

**Рівні об'єми (V) різних газів за однакових умов (температурі T і тиску p) містять однакове число молекул (N).**

**Перший наслідок закону Авогадро:**

- 1 моль будь-якого газу за однакових умов займає однаковий об'єм.

Якщо число молекул дорівнює числу Авогадро  $6,02 \cdot 10^{23}$  (1 моль газу), то за нормальних умов вони займають об'єм 22,4л.

**Нормальні умови (н.у.):**

температура  $T=273\text{K}$  ( $t=0^\circ\text{C}$ ),

тиск  $P=1,01 \cdot 10^5 \text{ Па}$  (1атмосфера=1атм/=760мм ртутного стовпчика).

Характеристика	Позначення	Одиниці вимірювання, які застосовують у хімії
Об'єм	V	літр, мілілітр, кубічний метр (л, мл, м <sup>3</sup> )
Тиск	p	Паскаль, атмосфера (1 атм.)
Температура	t T	градуси Цельсія (°C) та Кельвін (K) $T(\text{K}) = 273 + t(^\circ\text{C})$

Об'єм одного моля газу називається **молярним об'ємом**( $V_M$ ).

$$V_M=22,4\text{л/моль}$$

Об'єм будь-якого газу можна обчислити за формулою:

$$V = V_M \cdot n$$

де  $V$  – об'єм газу;

$V_M$  – молярний об'єм;

$n$  – кількість молів газу.

Молярний об'єм будь-якого газу за н.у. дорівнює **22,4л**.

**Другий наслідок закону Авогадро:**

- **густина будь-якого газу можна розрахувати за формулою:**

$$\rho = \frac{M}{V_M} = \frac{m}{V}$$

де  $\rho$  – густина газу;

$V_M$  – молярний об'єм газу;

$M$  – молярна маса газу;

$V$  – об'єм газу;

$m$  – маса газу.

Рідини, тверді тіла та газу за низьких температур та високих тисках **не підпорядковуються** закону Авогадро.

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

1. Сформулюйте закон Авогадро.

2. Сформулюйте перший наслідок закону Авогадро.



3. Що таке "нормальні умови"?
4. Що називається молярним об'ємом?
5. Сформулюйте другий наслідок із закону Авогадро.

**Вправа 2.** Який об'єм займають такі кількості газів:

- а) 5,0 моль;                      б) 0,1 моль;                      в) 0,2 моль;  
 г) 8,0 моль;                      д) 0,003 моль;                      е) 13,0 моль?

**Вправа 3.** Який об'єм за н.у. займають:

- а) 11г вуглекислого газу;                      б) 16г кисню;  
 в) 71г хлору;                      г) 18г водню?

## Заняття 13. Відносна густина газів

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення:

відносний, -а,-е,-і	relative	lier	قريب/نسبي
відношення	relation	relation	موقف/علاقة
відносна густина газів	relative gas density	densité relative des gaz	الكثافة النسبية للغاز

**Зверніть увагу!**

1. Відношення **чого (р.в.)** до **чого (р.в.)**

Відношення **густини** одного газу до **густини** іншого газу.

2. **Що (з.в.)** визначають відносно **чого (р.в.)**

**Густину** газів визначають відносно **водню**.

**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

Відношення густини одного газу  $\rho_1$  до густини іншого газу  $\rho_2$  називається **відносною густиною газу (1) за газом (2)**.

$$D = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

**D** – відносна густина газів;  
 $\rho_1$  – густина одного газу;  
 $\rho_2$  – густина іншого газу.

Густина будь-якого газу дорівнює:

$$\rho = \frac{M}{V_M}$$

де  $\rho$  – густина газу;  
 $V_M$  – молярний об'єм газу;  
 $M$  – молярна маса газу.

Отже,  $D = \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1 \cdot V_M}{V_M \cdot M_2} = \frac{M_1}{M_2}$       Остаточно  $D = \frac{M_1}{M_2}$

$M_1$  – молярна маса одного газу;

$M_2$  – молярна маса іншого газу;

**D** – відносна густина одного газу за іншим газом.

Відносна густина одного газу за іншим газом дорівнює відношенню молярних мас даних газів.

Часто густину різних газів визначають за воднем або за повітрям.

Відносну густину будь-якого газу за воднем розраховують за формулою:

$$D_{H_2} = \frac{M(\text{газу})}{M(H_2)} = \frac{M(\text{газу})}{2}. \text{ Отже, } M(\text{газу}) = D_{H_2} \cdot 2.$$

**Повітря** – це суміш газів. Середня молярна маса повітря дорівнює 29г/моль. Таким чином, відносна густина будь-якого газу за повітрям дорівнює:

$$D_{\text{пов}} = \frac{M(\text{газу})}{M(\text{повітря})} = \frac{M(\text{газу})}{29}. \text{ Отже, } M(\text{газу}) = D_{\text{пов}} \cdot 29.$$

На підставі закону Авогадро та його наслідків можна визначати об'єм, масу, густина, відносну густина, молярну й відносну молекулярну масу різних газів.

Наприклад: Розрахуйте відносну густина хлороводню за нітрогеном, за воднем і за повітрям.

Дано: $HCl$	$D = \frac{M_1}{M_2}$	
$D_{N_2}(HCl) - ?$	$D_{N_2} = \frac{M(HCl)}{M_{N_2}}$	$D_{N_2} = \frac{36,5}{28} = 1,3$
$D_{H_2}(HCl) - ?$	$D_{H_2} = \frac{M(HCl)}{M_{H_2}}$	$D_{H_2} = \frac{36,5}{2} = 18,25$
$D_{\text{пов}}(HCl) - ?$	$D_{\text{пов}} = \frac{M(HCl)}{M_{\text{пов}}}$	$D_{\text{пов}} = \frac{36,5}{29} = 1,26$

Відповідь:  $D_{N_2}(HCl) = 1,3$      $D_{H_2}(HCl) = 18,25$      $D_{\text{пов}}(HCl) = 1,26$

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання:

1. Що називається відносною густиною газів?
2. Чому дорівнює відносна густина газів?
3. Що показує відносна густина газів?
4. Чому дорівнює відносна густина газів: а) за воднем; б) за повітрям?

**Вправа 2.** Розрахуйте масу 32л газу, якщо його густина за воднем дорівнює 16 (н.у.).

**Вправа 3.** Розрахуйте густина кисню  $O_2$  і озону  $O_3$  за воднем і за повітрям.

**Вправа 4.** Розрахуйте відносну густина:

- а) метану  $CH_4$  за воднем  $H_2$ ;
- б) фтору  $F_2$  за повітрям;
- в) хлору  $Cl_2$  за аміаком  $NH_3$ .

**Вправа 5.** Знайдіть молярну масу газу, якщо його густина за повітрям 2,75 (н.у.)

## Заняття 14. Розрахунки за хімічними формулами та хімічними рівняннями

**Завдання 1.** Слухайте, читайте, повторюйте слова і словосполучення.

згоряння	burning	brulement	احتراق
простий, -а, -е, -і	simple	simple	بسيط
найпростіша формула	the simplest formula	formule simple	الصيغة البسيطة
який, -а, -е, -і	which/what sort of	quell	أي
можливо	it is possible	possibilite	امكانية
збігатися/збігтися	coincide	convenir	تزامن
збіг, -и	coincidence	coïncidence	صدفة
даний, -а, -е, -і	data	donné	معطى
дано	it is given	les donnés	معطى

надлишок, -и	excess	un plus	فائض/زيادة
нестача/брак	deficiency/limitation	un moins	نقصي/معيوب
сполука, -и	compound	composé	مركب
виражати/виразити (що)	express	exprimer	للتعبير
визначати/визначити (що)	determine	pour déterminer	لتحديد
висновок/висновки	conclusion	conclusion	استنتاج
співпадати/співпасти	match	match	مباراة
взаємодіяти	interact		تفاعلinteragir

### ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ!

1. Хімічна формула позначає не тільки одну молекулу речовини, але і 1 моль цієї речовини.
2. Маса речовин можна виражати в грамах, кілограмах, тонах і т.д. Пропорційність маси речовин, що вступають в реакцію не залежить від вибору одиниці маси.
3. У рівнянні реакції коефіцієнти перед формулами газоподібних речовин показують не тільки відношення молів газів, але й відношення їх об'ємів.

**Завдання 2.** Слухайте, читайте і запишіть у зошит приклади розв'язування задач:

**Задача №1.** Знайти найпростішу формулу сполуки, яка містить 42,1% натрію, 18,9% фосфору, 39% кисню.  
Розв'язування.

Дано:		Виразимо формулу речовини: $Na_xP_yO_z$ Знайдемо співвідношення між числами x, y і z
$Na=42,1\%$		
$P=18,9\%$		
$O=39\%$		
$Na_xP_yO_z - ?$		$x : y : z = \frac{42,1}{23} : \frac{18,9}{31} : \frac{39}{16}$ $x : y : z = 1,83 : 0,61 : 2,44$ $x : y : z = \frac{1,83}{0,61} : \frac{0,61}{0,61} : \frac{2,44}{0,61} = 3 : 1 : 4$

**Відповідь:** найпростіша формула речовини  $Na_3PO_4$ .

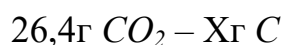
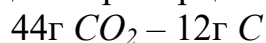
**Задача №2.** При повному згорянні 13,8г речовини утворюються 26,4г оксиду карбону (IV) і 16,2г води. Відносна густина речовини в газоподібному стані за воднем дорівнює 23. Знайти молекулярну формулу речовини.

Дано:		Розв'язання: Знаючи кінцеві продукти реакції горіння речовини ( $CO_2$ та $H_2O$ ), можна визначити, що до складу речовини входять водень, карбон і, можливо, кисень.
$m(CO_2) = 26,4г$		
$m(H_2O) = 16,2г$		
$m(реч.) = 13,8г$		
$D_{H_2}(C_xH_yO_z) = 23$		
$C_xH_yO_z - ?$		Виразимо формулу речовини як $C_xH_yO_z$ .

А) Визначимо масу карбону в оксиді карбону (IV):

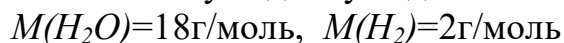
$$M(CO_2) = 44 \text{ г/моль}; m(CO_2) = 26,4 \text{ г}$$

Складемо пропорцію:

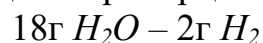


$$x = \frac{26,4\text{г} \cdot 12\text{г}}{44\text{г}} = 7,2\text{г}.$$

Б) Визначимо масу водню у воді:



Складемо пропорцію:



$$x = \frac{16,2\text{г} \cdot 2\text{г}}{18\text{г}} = 1,8\text{г}$$

В) Визначимо суму мас карбону та гідрогену

$$7,2\text{г} + 1,8\text{г} = 9,0\text{г}.$$

Г) Робимо висновок, що речовина містить кисень у кількості:  $13,8 - 9,0 = 4,8\text{г}$ .

Формула сполуки  $C_xH_yO_z$ .

Д) Знайдемо співвідношення між числами атомів у молекулі речовини:

$$x : y : z = \frac{7,2}{12} : \frac{1,8}{1} : \frac{4,8}{16}$$

$$x : y : z = 0,6 : 1,8 : 0,3$$

Найменше число 0,3, отже

$$x : y : z = \frac{0,6}{0,3} : \frac{1,8}{0,3} : \frac{0,3}{0,3}$$

$$x : y : z = 2 : 6 : 1.$$

Е) Таким чином, найпростіша формула сполуки  $C_2H_6O$ .

Є) Визначимо молекулярну формулу речовини:  $Mr(C_2H_6O)=46$ .

$D_{H_2}(C_xH_yO_z)=23$  – за умовою задачі

$$Mr=23 \cdot 2=46$$

Найпростіша і молекулярна формули співпадають.

**Відповідь:** речовина має формулу  $C_2H_6O$ .

**Задача №3.** Який об'єм оксиду карбону (IV)  $CO_2$  потрібно пропустити через гідроксид кальцію  $Ca(OH)_2$  для одержання 250г карбонату кальцію  $CaCO_3$ ?

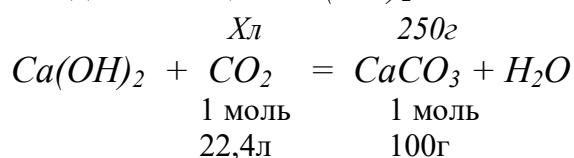
Розв'язування

Дано:

$$m(CaCO_3)=250\text{г}$$

$$V(CO_2) - ?$$

Складемо рівняння реакції оксиду карбону (IV)  $CO_2$  з гідроксидом кальцію  $Ca(OH)_2$ :



$$\text{Складаємо пропорцію: } \frac{x}{22,4} = \frac{250}{100} = \frac{22,4 \cdot 250}{100} = 56\text{л}$$

**Відповідь:** 56л оксиду карбону (IV).

**Задача №4.** До нітратної кислоти  $\text{HNO}_3$  масою 140г додали мідь (Cu) масою 32г. Знайти масу нітрату купруму  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , що при цьому утворюється.

Розв'язування

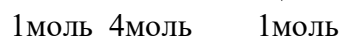
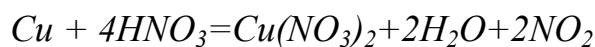
Дано:

$$m(\text{HNO}_3)=140\text{г}$$

$$m(\text{Cu})=32\text{г}$$

$$(\text{Cu}(\text{NO})) - ?$$

1) Складаємо рівняння реакції:



$$\text{Молярна маса міді: } M(\text{Cu})=64\text{г/моль}$$

$$\text{Молярна маса нітрату купруму(II): } M(\text{Cu}(\text{NO}_3))=188\text{г/моль}$$

$$\text{Молярна маса нітратної кислоти: } M(\text{HNO}_3)=63\text{г/моль}$$

2) Знайдемо, скільки молів містять 32г міді?

$$n = \frac{m}{M}; \quad n = \frac{32\text{г}}{64\text{г/моль}} = 0,5\text{моль}$$

3) Знайдемо, скільки молів містять 140г нітратної кислоти  $\text{HNO}_3$ ?

$$n = \frac{m}{M}; \quad n = \frac{140\text{г}}{63\text{г/моль}} = 2,2\text{моль}$$

4) За рівнянням реакції 1моль міді взаємодіє з 4молями нітратної кислоти, а для реакції з 0,5моль міді потрібно x моль нітратної кислоти.

Складемо пропорцію:

$$1\text{моль Cu} - 4\text{моль HNO}_3$$

$$0,5\text{моль Cu} - x \text{ моль HNO}_3 \quad x = \frac{0,5 \cdot 4}{1} = 2\text{моль}$$

Отже, для реакції з 0,5моль міді необхідно 2моль нітратної кислоти.

2,2-2=0,2 моль – нітратної кислоти перебуває в надлишку.

Розв'язуємо задачу за речовиною, якої бракує, тобто за міддю.

З 1моля міді за рівнянням реакції одержують 1моль нітрату міді ( $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ).

Знайдемо масу нітрату купруму  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , який можна одержати з 0,5моль нітрату купруму:

$$n = \frac{m}{M}; \quad m = n \cdot M \quad m = 0,5 \cdot 188\text{г/моль} = 94\text{г нітрату купруму.}$$

**Відповідь:** 94г нітрату купруму

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Сполука складається з 30,43% нітрогену і 69,57% кисню. Густина цієї речовини за воднем дорівнює 46. Знайти молекулярну формулу газу.

**Вправа 2.** У результаті згоряння 1,5г газу утворилося 4,4г оксиду карбону (IV) і 2,7г води. Густина цього газу за воднем 15. Знайти молекулярну формулу газу.

**Вправа 3.** Визначити молекулярну формулу речовини, що складається з 30,4% нітрогену і 69,6% кисню, якщо 23г цього газу займає об'єм 5,6л (н.у.)?

**Вправа 4.** Скільки літрів вуглекислого газу утвориться при згорянні 10л метану  $\text{CH}_4$  в 30л кисню (н.у.)?

**Вправа 5.** Який об'єм оксиду сульфуру (IV) утвориться з 0,64г сірки (н.у.)?

**Вправа 6.** Для синтезу хлоридної кислоти взяли 71г хлору і 22г водню.

Обчислити:

а) яка речовина є в надлишку?

б) відсоток надлишку речовини;

в) кількість хлороводню, який одержали в результаті цієї реакції.

**Вправа 7.** До розчину, що містить 27г хлориду купруму (II) додали 14г заліза. Скільки грамів міді виділиться із розчину?

## Заняття 15. Повторення

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова та словосполучення:

агрегатний стан речовини	state of aggregation	l etat de la matiere	حالات المادة
алотропія	allotropy	l origine	الأصل/تعدد الأشكال
формулювати/сформулювати (що)	to formulate	formuler	صاغ
змінна валентність	variable valency	equivalence variable	متعدد التكافؤ
графічна формула	graphic formula	formulegraphique	صيغة تخطيطية
масова частка	mass part	fraction de masse	جزء كتلي
аміак	ammonia	l'ammoniac	أمونيا
згорання	burning	brulement	احتراق
найпростіший, -а, -е, -і	the simplest	le plus simple	بسيط
відносний, -а, -е, -і	relative	dependant	نسبي
надлишок	excess/excessive	un moin	فائض
нестача, брак	lack of something	pénurie	نقص

**Завдання 2.** Дайте відповідь на запитання.

1. Що вивчає хімія?
2. Що таке фізичні властивості речовини?
3. Що таке хімічні властивості речовини?
4. Які характерні ознаки хімічних реакцій ви знаєте?
5. Назвіть основні положення атомно-молекулярної теорії.
6. Що таке молекула?
7. Що таке атом?
8. Що таке хімічний елемент?
9. Що називається алотропією?
10. Що називається відносною атомною масою?
11. Що таке атомна одиниця маси й чому вона дорівнює?
12. Що називається відносною молекулярною масою?
13. Хто і коли сформулював закон сталості складу речовини?
14. Сформулюйте закон сталості складу речовини.
15. Що називається молекул?
16. Чому дорівнює число Авогадро?
17. Що називається валентністю?
18. Назвіть елементи з постійною й змінною валентністю.
19. Що таке графічні формули?
20. Хто і коли сформулював закон збереження маси речовин?
21. Сформулюйте закон збереження маси речовини.

22. Що називається хімічним рівнянням?
23. Сформулюйте закон Авогадро.
24. Як формулюється перший наслідок закону Авогадро?
25. Що називається відносною густиною газів?

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Обчисліть масові частки елементів в оксиді фосфору (V).

**Вправа 2.** Скільки молів речовини відповідає хлороводню HCl масою 73г?

**Вправа 3.** За нормальних умов 500 мл газу мають масу 1,806г. Знайдіть його густину за повітрям і молярну масу.

**Вправа 4.** Який об'єм займає 0,2 моль кисню за нормальних умов (за н.у.)?

**Вправа 5.** Який об'єм за н.у. займає 22г вуглекислого газу?

**Вправа 6.** Визначіть молярну масу газу, якщо його густина за аміаком дорівнює 2,59.

**Вправа 7.** Скільки літрів водню виділиться при взаємодії 10,8г алюмінію із хлоридною кислотою HCl?

**Вправа 8.** При згорянні речовини масою 2,3г утворився оксид карбону (IV) масою 4,4г і вода масою 2,7г. Відносна густина речовини в газоподібному стані за повітрям дорівнює 1,59. Знайти молекулярну формулу речовини.

**Вправа 9.** Сполука складається з 30,43% нітрогену й 69,5% кисню. Густина цієї речовини за воднем дорівнює 46. Знайти молекулярну формулу і молярну масу цієї речовини.

**Вправа 10.** Знайти масу оксиду кальцію CaO, яка потрібна, щоб одержати гідроксид кальцію Ca(OH)<sub>2</sub> масою 37г.

**Вправа 11.** Скільки грамів нітрату цинку Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> утвориться при взаємодії 162г оксиду цинку ZnO з 100г нітратної кислоти HNO<sub>3</sub>?

**Вправа 12.** Скільки грамів хлориду натрію NaCl утвориться при взаємодії 20г гідроксиду натрію NaOH з 10г хлоридної кислоти HCl?

## Заняття 16. Контрольна робота №1

### Частина II

## Заняття 17. Періодичний закон

### і періодична система елементів Д.І.Менделєєва

**Завдання 1.** Слухайте, читайте й повторюйте слова й словосполучення.

періодичний, а, -е, -і	periodic	périodique	دوري
розташовувати/розташувати	arrange/disposition	organiser / organiser	رتب، صف
збільшуватися/збільшитися	increase	pour augmenter	يكبر
зменшуватися/зменшитися	diminish/decrease	diminuer	يصغر
залежність, -і	dependence	la dépendance	علاقة ارتباط
періодична залежність	periodic dependence	dépendance périodique	ارتباط دوري
певний, -а, -е, -і	definite	certain	معين، محدد
порядковий номер	number	numéro de série	رقم تسلسلي

горизонтальний, -а, -е, -і	horizontal	horizontal	أفقي
лужний, -а, -е, -і	alkaline	alcalin	قلوي
метал, -и	metal	métal	فلز
незавершений, -а, -е, -і	uncomplited	nachevé	غير مكتمل
парний, -а, -е, -і	paired	honnête	زوجي
непарний, -а, -е, -і	odd	bizarrerie	فردی
послаблятися/послабитися	to weaken	affaiblir	خفف، أضعف
підсилюватися/підсилитися	increase	intensifier	يقوى
вертикальний, -а, -е, -і	vertical	vertical	عمودي
інертний, -а, -е, -і	inert	inerte	خامل
виключення	exception	une exception	شاذ

### Зверніть увагу!

1. **Що (н.в.) змінюється як**

**Властивості** всіх хімічних елементів за умови збільшення атомної маси змінюються **періодично**.

2. **Що (н.в.) розташовується де (м.в.)**

Лантаноїди та актиноїди розташовуються у нижній частині періодичної таблиці..

**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

Періодичний закон є основою сучасної хімії. Цей закон відкрив у 1869 році великий російський учений Д.І.Менделєєв (1834-1907).

До відкриття періодичного закону Д. І. Менделєєвим були відомі 63 хімічних елемента. Вчений думав, що повинен існувати закон, який поєднує усі хімічні елементи.

Менделєєв вважав, що головною характеристикою елемента є його атомна маса. Тому він розташував усі відомі елементи в один ряд у порядку збільшення їх атомних мас.

Д.І.Менделєєв сформулював відкритий ним закон так:

**Властивості елементів, а також форми й властивості сполук елементів перебувають у періодичній залежності від величини атомної маси елементів.**

Горизонтальні ряди елементів, які починаються одновалентним металом і закінчуються інертним газом, Д.І. Менделєєв назвав **періодами**. У межах періодів властивості елементів змінюються послідовно (наприклад, ряд з восьми елементів від літію *Li* до неону *Ne* або від натрію *Na* до аргону *Ar*).

В I-ому періоді лише два елементи: *H* гідроген і гелій *He*.

В II-ому і III-ому періодах розташовано по вісім елементів. Це **малі періоди**. Потім слідує **великі періоди**.

Наприклад: в IV-ому і V-ому періодах – по 18 елементів, в VI-ому – 32 елементи, а VII-й період незавершений.

Як малі, так і великі періоди починаються лужними металами і закінчуються інертними елементами. В усіх періодах зі збільшенням атомних мас (зліва направо) спостерігається послаблення металічних і посилення неметалічних властивостей.

**У кожному періоді зліва направо металічні властивості елементів послабляються, а неметалічні властивості посилюються.**



**Група** – це вертикальний ряд елементів, які мають однакову вищу ступінь окиснення (валентність) в оксидах і інших сполуках, а також мають подібні властивості. **Валентність елемента дорівнює номеру групи.**

**Виключення:**

№ групи	Елемент	Вища валентність
I	<i>Cu</i>	II
	<i>Ag</i>	III
	<i>Au</i>	III
VI	<i>O</i>	II
VII	<i>H</i>	I
	<i>F</i>	I

У восьмій групі тільки рутеній *Ru* осмій *Os* мають вищу валентність – вісім (VIII).

Кожна група складається із двох підгруп – **головної (А) та побічної (В).**

**Підгрупа** – це вертикальний ряд елементів, які мають схожі (подібні) хімічні властивості та однакову електронну конфігурацію зовнішнього електронного шару.

Головна підгрупа містить елементи великих і малих періодів, властивості яких подібні. Головна підгрупа починається елементом малого періоду.

Наприклад:

- а) елементи головної підгрупи I-ої групи: *Li, Na, K, Rb, Cs, Fr* – лужні метали;
- б) елементи головної підгрупи VII-ої групи: *F, Cl, Br, I, At* – галогени.

У головних підгрупах згори до низу металічні властивості посилюються, а неметалічні послабляються.

У побічних підгрупах ця закономірність не завжди дотримується.

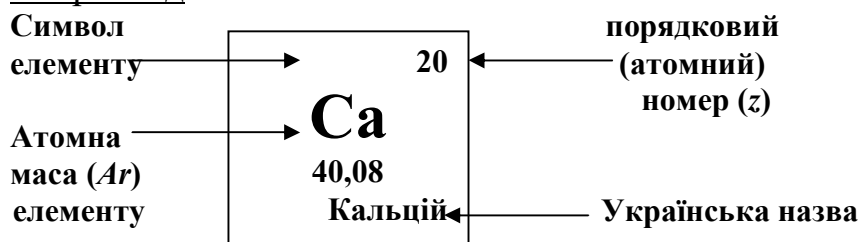
Побічна підгрупа містить елементи тільки великих періодів. Усі елементи побічних підгруп – метали.

Наприклад:

- а) елементи побічної підгрупи I-ої групи: *Cu, Ag, Au*;
- б) елементи побічної підгрупи VII-ої групи: *Mn, Tc, Rb*.

**Періодична система** – це графічне зображення періодичного закону. Сучасна періодична система містить 118 хімічних елементів. Кожний елемент займає певне місце (клітинку) у періодичній системі й має свій порядковий (атомний) номер.

Наприклад:



**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповідь на запитання.

1. Хто і коли відкрив періодичну систему елементів?
2. Як змінюються властивості елементів при збільшенні атомних мас?
3. У якому порядку розташував Д.І.Менделєєв всі відомі елементи?
4. Яку структуру має періодична система?
5. Що таке період? Які бувають періоди?
6. Як змінюються властивості елементів у періоді?
7. Що називається групою? З яких підгруп складається кожна група періодичної системи?
8. Як змінюються властивості елементів у підгрупах?
9. Як визначається валентність елементів за періодичною системою елементів Д.І.Менделєєва?

**Вправа 2.** Напишіть символ, назву і порядковий номер хімічного елемента, який розташований

- а) у другому періоді, у четвертій групі, у головній підгрупі;
- б) у четвертому періоді, у шостій групі, у побічній підгрупі;
- в) у шостому періоді, у сьомій групі, у головній підгрупі.

**Вправа 3.** У якому періоді, у якій групі, у якій підгрупі розташовані елементи з порядковими номерами 7, 23, 52, 49, 79, 102?

**Вправа 4.** Який елемент має сильніші металічні властивості: *Ca* чи *Ba*? Чому?

**Вправа 5.** Який елемент головної підгрупи п'ятої групи є найактивнішим неметалом? Чому?

**Вправа 6.** Який елемент п'ятого періоду є найактивнішим металом? Чому?

## Заняття 18. Будова атома. Ізотопи

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова й словосполучення.

атом, -и	atom	atome	ذرة
система, -и	system	système	نظام
певний, -а, -о, -і	definite	définitif	محدد، معين
частинка, -и	particle	particule	جسم دقيق
модель, -і	model	modèle	نموذج
планета, -и	planet	la planète	كوكب
створювати/створити (що)	to create	créer / créer	أنشأ، خلق
положення	position	position	وضع
основні положення	fundamental statements	les principales dispositions	اوضاع أساسية
куля -і	ball	la balle	كرة
форма кулі	the shape of a ball	forme de la balle	شكل كروي
ядро, -а	nucleus	le noyau	نواة
ядро атома	atomic nucleus	noyau atomique	نواة الذرة
діаметр, -и	diametre	diamètre	قطر
визначати/визначити (що)	to determine	définir / définir	عين، حدد، وجد
планетарна модель атома	planetary model of the atom	modèle d'atome planétaire	نودج فلكي للذرة
позитивний, -а, -е, -і	positive	positif	موجب (ايجابي)
заряд, -и	charge	charge	شحنة
електронейтральний, -а, -е, -і	electrically neutral	électronneutral	محايد كهربائيا

електронейтральна частинка	electrically neutral particle	particule électron-neutre	جسيم محايد كهربائيا
електрон, -и	electron	électron	الالكترون
протон, -и	proton	proton	بروتون
нейтрон, -и	neutron	neutron	نيوترون
нуклон, -и	nucleon	nucléon	نيوترونات وبروتونات نوويات:
заряджена частинка	charged particle	particule chargée	جسيم (دقيقة) مشحونة
ізотоп, -и	isotope	isotope	نظير
протій	protius	il fait froid	بروتيوم: نظير الهيدروجين
дейтерій	deuterium	e deutérium	الهيدروجين الثقيل
тритій	tritium	le tritium	نظير مشع للهيدروجين
вказувати/вказати	to indicate	pour indiquer	أشار الى، رمز الى
утворювати/утворити (що)	to form	former	لتشكيل
оболонка, -и	shell/membrane	coquille	قذيفة

### Зверніть увагу!

1. **Хто (н.в.) створив що (з.в.)**

Англійський фізик **Е.Резерфорд** створив планетарну **модель** атома.

2. **Що (н.в.) має що (з.в.)**

Атом має **форму** кулі.

3. **Що (н.в.) називається чим (о.в.)**

**Протони і нейтрони** називаються **нуклонами**.

4. **Що (н.в.) записують де (м.в.)**

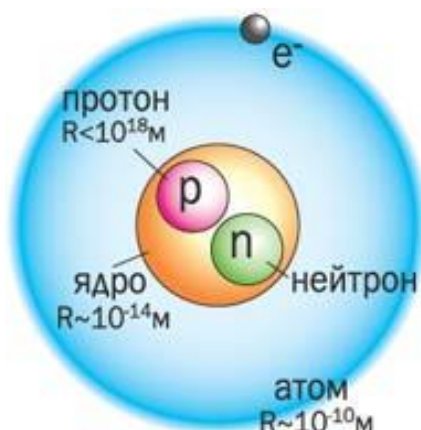
Порядковий **номер** (заряд ядра або **число** протонів) записують **ліворуч** від символу елемента **внизу**.

**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

Атом – це складна система, до складу якої входять певні частинки.

В 1911 році англійський фізик Е.Резерфорд створив планетарну (ядерну) модель будови атома.

**Основні положення планетарної моделі атома:**



1. Атом має форму кулі, у центрі якої знаходиться ядро.

2. Ядро атома дуже маленьке (діаметр атома  $\approx 10^{-10}$  м, діаметр ядра  $\approx 10^{-15}$  м).

3. Ядро атома має позитивний заряд.

4. Навколо ядра рухаються електрони (e).

Вони мають негативний заряд.

Електрони утворюють електронну оболонку.

В 1913 році англійський вчений К.Мозлі визначив, що **позитивний заряд ядра атома дорівнює порядковому номеру елемента** в періодичній системі.

Атом – це електронейтральна частинка. Отже, заряд ядра дорівнює числу електронів (тому що заряд електрона дорівнює -1).

У 1932 році Д.Д.Іваненко й В.Гейзенберг (Німеччина) незалежно один від одного створили протонно-нейтронну теорію будови ядер атомів. Відповідно до цієї теорії, **ядра атомів складаються з позитивно заряджених частинок – протонів і нейтральних частинок – нейтронів**. Протони й нейтрони називаються **нуклонами** (від латинського слова "nucleus" - ядро).

Електрони, протони і нейтрони називаються **елементарними частинками** й мають такі основні характеристики:

Частинка	Позначення	Заряд	Абсолютна маса	Відносна маса, а.е. м.
Електрон	$e^-$	-1	$9,11 \cdot 10^{-31}$ кг	1/1840
Протон	${}_1^1p(p)$	+	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг	1,007 $\approx$ 1
Нейтрон	${}_0^1n(n)$	0	$1,6750 \cdot 10^{-27}$ кг	1,009 $\approx$ 1

Заряд ядра дорівнює числу протонів, тому що кожний протон має заряд +1.

Атом – електронейтральний. Тому число електронів дорівнює числу протонів.

Позитивний заряд ядра атома за величиною дорівнює **порядковому номеру елемента** в періодичній системі **Z**. **Число нейтронів у ядрі** позначається буквою **N**.

**Число нуклонів** (сума числа протонів і нейтронів) називається **масовим числом атома** й позначається буквою **A**.

Маса атома дорівнює сумі мас усіх частинок, з яких він складається. Але маса електрона дуже маленька, тому її можна не враховувати.

Отже, **маса атома дорівнює сумі мас протонів і мас нейтронів:  $A=Z+N$** .

Порядковий номер (заряд ядра або число протонів) записують ліворуч від символу елемента внизу, а масове число – ліворуч угорі.

Наприклад:  ${}_{13}^{27}Al$ ;  $A=27$ ;  $Z=13$ .

Масове число атома **A** виражається цілим числом.

$$\boxed{\begin{array}{c} \text{порядковий} \\ \text{номер елемента} \\ \mathbf{№} \end{array}} = \boxed{\begin{array}{c} \text{число протонів} \\ \mathbf{Z} \end{array}} = \boxed{\begin{array}{c} \text{число} \\ \text{електронів} \\ \mathbf{\bar{e}} \end{array}} = \boxed{\begin{array}{c} \text{заряд ядра} \end{array}}$$

Відносна атомна маса елемента **Ar** звичайно виражається не цілим числом, тому що природні елементи – це суміш ізотопів.

**Ізотопи** – це атоми одного елемента, які мають однаковий заряд ядра (однакове число протонів у ядрі), але різні масові числа (різне число нейтронів у ядрі).

Майже всі елементи мають ізотопи.

Наприклад: елемент гідроген має три ізотопи:

${}_1^1H$  – **протій** – 1 протон, нейтронів немає;

${}_1^2H(D)$  – **дейтерій** – 1 протон, 1 нейтрон;

${}_1^3H(T)$  – **третій** – 1 протон, 2 нейтрони.

Відносна атомна маса елемента  $A_r$ , яка вказана у періодичній системі – це середня величина масових чисел природних ізотопів цього елемента з урахуванням процентного вмісту кожного ізотопу.

Наприклад: природний хлор має два ізотопи:

$^{35}_{17}\text{Cl}$  (77,35% у природному хлорі) і  $^{37}_{17}\text{Cl}$  (22,65% у природному хлорі).

$$A_{r(\text{Cl})} = \frac{35 \cdot 77,35 + 37 \cdot 22,65}{100} = 35,453 \text{ (а.о.м.)}$$

Хімічні властивості усіх ізотопів одного елемента однакові, отже, **хімічні властивості елемента залежать не від атомної маси, а від заряду ядра.**

Заряд ядра атома – це головна характеристика хімічного елемента.

Хімічний елемент – це вид атомів з однаковим зарядом ядра.

Тому сучасне формулювання періодичного закону читається так:

**Властивості елементів та їх сполук перебувають у періодичній залежності від величини заряду ядра атома.**

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповідь на запитання.

1. Які ви знаєте моделі будови атома?
2. Яку будову має атом?
3. З яких частинок складаються ядра атомів елементів?
4. Які ви знаєте елементарні частинки?
5. Що називається масовим числом атома?
6. Що називається ізотопами?
7. Що є головною характеристикою елемента?
8. Яке сучасне формулювання періодичного закону Д.И.Менделєєва?

**Вправа 2.** Скільки електронів, протонів і нейтронів в атомі:

- |             |             |                 |
|-------------|-------------|-----------------|
| а) фосфору; | в) франція; | д) резерфордія? |
| б) купрум;  | г) хрому;   |                 |

**Вправа 3.** Який заряд ядра атомів наступних елементів: алюмінію, сульфуру, аргону, калію, ізотопу гідрогену з масовим числом 2?

**Вправа 4.** Назвіть елемент, в атомі якого міститься 26 електронів.

**Вправа 5.** Чому аргон  $^{40}_{18}\text{Ar}$  з атомною масою 39,9 розташовується в періодичній системі перед калієм  $^{40}_{19}\text{K}$ , атомна маса якого менше (39,1)?

**Вправа 6.** Чому дорівнює порядковий номер елемента, масове число одного з ізотопів якого 31, а число нейтронів в атомі 16?

**Вправа 7.** Скільки електронів, нейтронів і протонів входить до складу атома елемента, що перебуває в V періоді, у побічній підгрупі VI групи?

**Вправа 8.** Ядро атома містить 10 нейтронів і 9 протонів. Який це елемент?

**Вправа 9.** Яке процентне співвідношення ізотопів неону  $^{20}\text{Ne}$  і  $^{22}\text{Ne}$  у природному неоні, відносна маса якого дорівнює 20,2 а.о.м.?

**Вправа 10.** Маса ядра атома 181 а.о.м. Атом містить 75 електронів. Скільки протонів і нейтронів у ядрі атома цього елемента? Який це елемент?

## Заняття 19. Будова електронної оболонки атома. Квантові числа

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте, читайте слова й словосполучення.

подвійна/двоїста -а, -е, -і	double	double	مزدوج
частинка, -и	particle	частица	دقيقة
хвиля, -і	wave	vague	موجة
ймовірність, -і	probability	probabilité	إحتمالية
знаходження	position	trouver	وقوع، إيجاد
найбільший, -а, -е, -і	the biggest	le plus gros	الأكبر
сукупність, -і	total	ensemble	مجموع
положення	position/location	position	وضع، حالة
орбіталь, -і	orbital	orbitale	مدار
квантово-механічна	quantom mechanical	théorie de la mécanique	نظرية الكم الميكانيكية
квантовий, -а, -е, -і	quantom	quantique	كمي
рівень/рівні	level	niveau / niveaux	مستوى، منسوب
підрівень	sublevel	sous-couche	منسوب تحتي
побічний, -а, -е, -і	secondary	côte à côte	ثانوي
орбітальний, -а, -е, -і	orbital	orbitale	مداري
магнітний, -а, -е, -і	magnetic	magnétique	مغناطيسي
спін, -и	spin	tourner	الأعداد الكمية
квантова комірка	quantom cell	cellule quantique	خلية كمية
оболонка, -и	shell	coquille	قذيفة

**Зверніть увагу!**

1. **Що (н.в.) має що (з.в.)**

Електрон одночасно має властивості частки й хвилі.

2. **Що (н.в.) набуває значення чого (р.в.)**

Головне квантове **число** набуває значення цілих **чисел**.

**Завдання 2.** Слухайте і читайте й запишіть у зошит текст.

Атом складається з ядра й електронів. Загальне число електронів в атомі утворює електронну оболонку.

Вчені встановили, що електрон має двоїсту природу: він має властивості і частинки, і хвилі.

Була створена квантово-механічна теорія будови атома. Відповідно до цієї теорії електрон не має певної траєкторії руху.

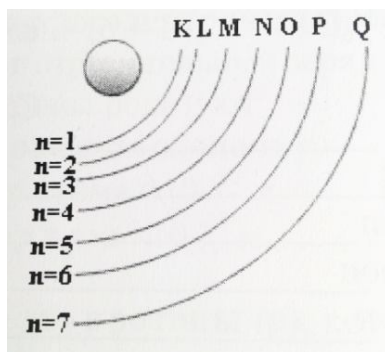
**Простір навколо ядра, в якому перебування електрона найімовірніше, називається орбіталлю.**

Відповідно до квантової теорії стан будь-якого електрона в атомі описується чотирма квантовими числами.

- *n* (*ен*) головне квантове число;
- *l* (*ель*) орбітальне квантове число;
- *m* (*ем*) магнітне квантове число;
- *s* (*ес*) спінове квантове число.

**Головне квантове число (*n*)** визначає віддаленість даного електрона від ядра. Чим більше значення *n*, тим слабкіший зв'язок електрона з ядром, тим на найвищому енергетичному рівні він перебуває, і тим більшу енергію він має. Для електронів в атомах, відомих на цей час елементів, головне квантове число набуває значення цілих чисел від 1 до 7. *n=1,2,3,4,5,6,7* (дорівнює номеру періода).

Енергетичні рівні позначаються великими літерами латинського алфавіту **K, L, M, N, O, P, Q**.



начення $n$	1	2	3	4	5	6	7
іозначення рівня	<i>K</i>	<i>L</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>O</i>	<i>P</i>	<i>Q</i>

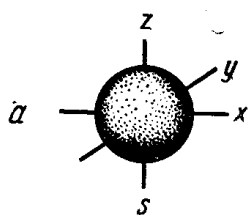
Наприклад: якщо  $n=3$ , то це означає, що електрон перебуває на третьому (рахуючи від ядра) рівні або на *M*-рівні.

**Орбітальне або побічне квантове число  $l$**  характеризує розподіл електронів по підрівнях даного рівня. Орбітальне квантове число  $l$  характеризує форму електронної хмари, просторову область його ймовірнішого знаходження. Для електронів, що перебувають на енергетичному рівні з головним квантовим числом  $n$ , орбітальні квантові числа  $l$  можуть приймати значення 0, 1, 2, 3, ... до  $(n-1)$ , тобто **можливе число підрівнів у кожному енергетичному рівні дорівнює значенню головного квантового числа.**

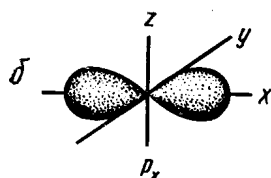
Наприклад: на четвертому енергетичному рівні ( $n=4$ ) можливе заповнення чотирьох підрівнів, для яких  $l$  має значення 0, 1, 2, 3.

Електрони, яким відповідають значення побічного квантового числа  $l=0, 1, 2$ , називаються, відповідно, *s*-, *p*-, *d*-, *f*- електронами.

Значення $n$	1	2		3			4			
Значення $l$	0	0	1	0	1	2	0	1	2	3
Позначення підрівнів	<i>s</i>	<i>s</i>	<i>p</i>	<i>s</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>s</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>f</i>



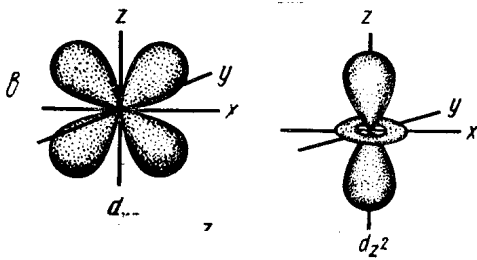
Орбіталі, для яких  $l=0$ , мають форму кулі (сфери) і називаються ***s*-орбіталями**.  
*s*-орбіталі є на всіх енергетичних рівнях.



Орбіталі, для яких  $l=1$ , мають форму гантелі (об'ємної вісімки) і називаються ***p*-орбіталями**.  
*p*-орбіталі є на всіх енергетичних рівнях, крім першого (*K*) рівня.

Орбіталі з більшим значенням  $l$  мають складнішу форму й позначаються так:

$l=2$             *d*-орбіталі;  
 $l=3$             *f*-орбіталі.



**d-орбітали** є на всіх енергетичних рівнях, крім першого (K) рівня й другого (L) рівня.

**f-орбітали** є на всіх енергетичних рівнях, крім першого (K), другого (L) і третього (M) рівнів.

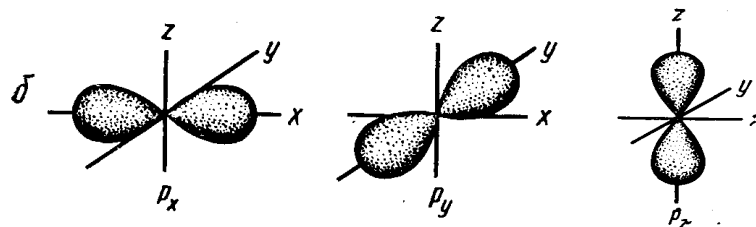
Енергетичний підрівень має своє позначення:

Головне квантове число **n** записують арабською цифрою (1, 2, 3, ...), побічне квантове число **l** записують відповідною латинською буквою (s, p, d, f...).

Наприклад: **1s** – s-підрівень першого енергетичного рівня ( $n=1, l=0$ );

**4d** - d-підрівень четвертого енергетичного рівня ( $n=4, l=2$ ).

**Магнітне квантове число m** характеризує магнітний момент електрона. Воно визначає орієнтацію орбіталі в просторі.



Магнітне квантове число **m** приймає значення цілих чисел від  $-l$  до  $+l$ , включаючи 0.  $m = -l, \dots, 0, \dots, l$

Значення <b>l</b>	0	1	2	3
Значення <b>m</b>	0	-1 0 +1	-2 -1 0 +1 +2	-3 -2 -1 0 +1 +2 +3
Число орбіталей	1	3	5	7
на підрівні ( $2l+1$ )	s	p	d	f

Число орбіталей на підрівні дорівнює  $2l + 1$ . Графічно будь-яка орбіталь може зображуватися у вигляді клітинки (квантової комірки) □.

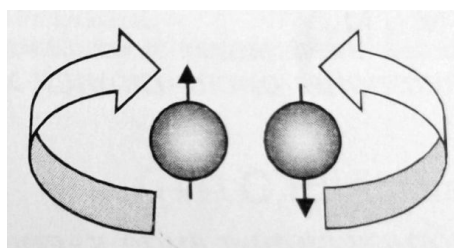
Отже, кожна орбіталь і електрон, що знаходиться на цій орбіталі, характеризується трьома квантовими числами:

головним **n**, побічним **l**, магнітним **m**.

Електрон характеризується ще одним, четвертим, квантовим числом – спіновим або **спіном (s)**.

**Спінове квантове число s** характеризує внутрішній рух електрона та описує обертання електрона навколо своєї вісі.

Обертання  
за годинниковою  
стрілкою



Обертання  
проти  
годинникової  
стрілки



Спінове квантове число  $s$  приймає тільки два значення  $+\frac{1}{2}$  і  $-\frac{1}{2}$ . (Плюс одна друга та мінус одна друга).

Умовні позначення:  $\uparrow$  – електрон зі спіном  $+\frac{1}{2}$ ;  $\downarrow$  – електрон зі спіном  $-\frac{1}{2}$

Якщо на орбіталі знаходиться один електрон, його називають неспареним або валентним ( $\uparrow$ ).

Якщо на орбіталі знаходяться два електрони, то вони називаються спареними електронами або електронною парою ( $\uparrow\downarrow$ ).

Розподіл електронів в атомах елементів визначається трьома основними положеннями:

- принципом виключення Паулі,
- принципом найменшого запасу енергії,
- правилом Гунда.

За принципом виключення Паулі:

**в атомі не може бути двох електронів з однаковими значеннями усіх чотирьох квантових чисел.**

Наслідок принципу Паулі:

1. Максимальне число електронів на орбіталі 2. На одній орбіталі може знаходитися не більше двох електронів із протилежними спінами.
2. Максимальне число електронів на підрівні:

Підрівень	$s$	$p$	$d$	$f$
Число орбіталей	1 □	3 □□□	5 □□□□□	7 □□□□□□□
Максимальне число електр.	$2e^-$	$6e^-$	$10e^-$	$14e^-$
Позначення	$s^2$	$p^6$	$d^{10}$	$f^{14}$

3. Максимальне число електронів на рівні:  $N=2n^2$   
 $N$ =число електронів;  $n$  - номер рівня.

Наприклад: 1) якщо  $n=1$ , то максимальне число електронів на першому рівні дорівнює  $N=2 \cdot 1^2=2$ .

2) якщо  $n=2$ , то максимальне число електронів на другому рівні дорівнює  $N=2 \cdot 2^2=8$ .

При заповненні орбіталей виконується правило Гунда (найбільшого сумарного спінового числа).

Електрони в межах даного підрівня ( $s, p, d, f$ ) розташовуються спочатку по одному у вільних квантових комірках так, щоб **сума абсолютних значень спінових чисел була максимальною.**

Наприклад: три електрони на підрівні повинні розташуватися таким чином:

↑	↑	↑
---	---	---

$$\sum_s = +\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = +\frac{3}{2}$$

Принцип (правило) найменшого запасу енергії визначає порядок заповнення рівнів і підрівнів.

Зі збільшенням порядкового номера елемента електрони заповнюють енергетичні рівні й підрівні в порядку зростання їх енергії, що характеризується сумою  $n+l$  (рівні заповнюються від першого до сьомого; підрівні заповнюються в послідовності  $s - p - d - f$ ).

За рівних значень  $n+l$  першим заповнюється підрівень із меншим значенням  $n$ .

**Наприклад:**

1) Який з підрівнів 3d або 4s заповнюється електронами раніше?

3d-підрівень:  $n = 3, l = 2$       сума  $(n + l)$ :       $3+2=5$

4s-підрівень:  $n = 4, l = 0$       сума  $(n + l)$ :       $4+0=4$

$5 > 4$ . Отже, електрони спочатку заповнюють підрівень 4s, а потім 3d-підрівень, тому що енергія на 4s менша за енергію на 3d.

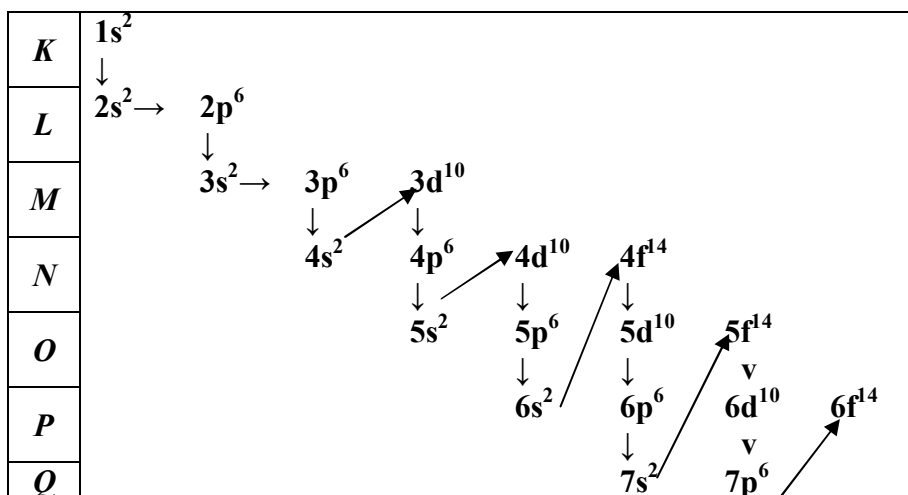
2) Який підрівнів 3d або 4p заповнюється електронами раніше?

3d-підрівень:  $n = 3, l = 2$       сума  $(n + l)$ :       $3+2=5$

4p-підрівень:  $n = 4, l = 1$       сума  $(n + l)$ :       $4+1=5$

$5=5$ , але  $3 < 4$ . Отже, електрони спочатку заповнюють підрівень 3d з меншим значенням  $n$  ( $n = 3$ ), а потім 4p-підрівень.

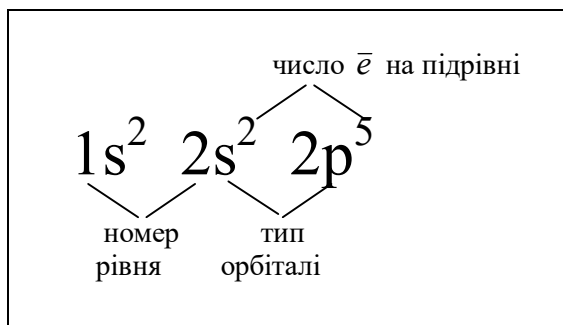
**Порядок заповнення рівнів та підрівнів електронами:**



**Шкала енергії електронів**

$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2 3p^6$	$4s^2 3d^{10} 5p^6$	$5s^2 4d^{10} 5p^6$	$6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6$	$7s^2 5f^{14} 6d^{10} 7p^6$
--------	-------------	-------------	---------------------	---------------------	-----------------------------	-----------------------------

Для кожного елемента можна зробити запис розподілу електронів на енергетичних рівнях. Такий запис називається електронною формулою (електронною конфігурацією).



**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Складіть план тексту заняття 19.

**Вправа 2.** Дайте відповіді на запитання.

1. Що називається атомною орбіталлю?
2. Що таке енергетичний рівень?
3. Що характеризує головне квантове число?
4. Які значення приймає головне квантове число?
5. Що характеризує побічне квантове число?
6. Які значення приймає побічне квантове число?
7. Що характеризує магнітне квантове число і які значення воно приймає?
8. Що характеризує спін і які значення він приймає?
9. Сформулюйте принцип виключення Паулі.
10. Як формулюється правило найменшого запасу енергії?

**Вправа 3.** Чому дорівнюють усі квантові числа для двох електронів, які знаходяться на 3s-підрівні?

## Заняття 20. Періодична система елементів Д.І.Менделєєва і електронна теорія будови атома

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова й словосполучення.

теорія, -ії	theory	la théorie	نظرية
класифікація, -ії	classification	classification	تصنيف
порівняння	comparison	la comparaison	مقارنة
електронна конфігурація, -ії	electronic configuration	configuration électronique	شكل إلكتروني
закономірність, -і	regularity	régularité	شرعية، قاعدة، حكم،
енергетичний рівень	energy level	niveau d'énergie	منسوب الطاقة
заповнювати/заповнити(рівні)	fill in	remplir / remplir (niveaux)	ملا المناسب
останній, -я, -є, -і	last	le dernier	الأخير
зовнішній, -я, -є, -і	external	extérieur	خارجي
електронний рівень	electronic layer	couche électronique	طبقة الكترونية
завершений, -а, -е, -і	completed	complété	مكتمل
максимальний, -а, -е, -і	maximum	maximum	الأقصى
побічний, -а, -є, -і	collateral	côte à côte	ثانوي
заряд ядра	nuclear charge	charge de base	شحنة النواة
квантове число	quantum number	nombre quantique	العدد الكمي
передостанній, -я, -є, -і	last but one	avant dernier	قبل الأخير
ступінь окиснення	degree of oxidation	degré d'oxydation	درجة التأكسد
спостерігати	to watch	observer	لمراقبة
конфігурація, -ії	configuration	la configuration	ترتيب

**Зверніть увагу!**

1. **Що (з.в.)** можна спостерігати де (м.в.) = Де (м.в.) можна спостерігати **що (з.в.)**

У періодичній системі можна спостерігати наступні **закономірності**.

2. **Що (н.в.)** знаходиться де (м.в.) = Де (м.в.) знаходиться **що (н.в.)**

У головних підгрупах всіх груп знаходяться **p-елементи** та **s-елементи**.

3. Порівнюючи **що(з.в.)** з **чим (о.в.)**

Порівнюючи електронні **конфігурації** атомів з їх **положенням**.

4. **Що (н.в.)** заповнюється **чим (о.в.)** = **чим (о.в.)** заповнюється **що (н.в.)**

У s-елементів **електронами** заповнюється зовнішній енергетичний **рівень**.

5. **Що (н.в.)** показує **що (з.в.)**

Порядковий **номер** елемента показує **число** електронів в атомі.

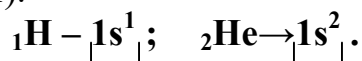
## Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Теорія будови атома демонструє, що періодична система елементів Д.І.Менделєєва є класифікацією хімічних елементів за електронними структурами їх атомів.

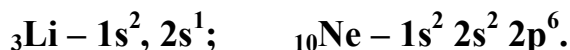
Порівнюючи електронні **конфігурації** атомів з їх **положенням** у періодичній системі, можна спостерігати наступні закономірності:

1. Число енергетичних рівнів в атомах елемента дорівнює номеру періода, в якому знаходиться елемент.

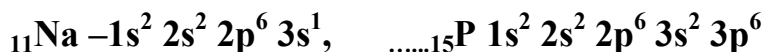
Наприклад: У атомах елементів першого періоду електрони заповнюють тільки один енергетичний рівень (*K*).



В атомах елементів II періоду електрони заповнюють два енергетичних рівні (*K* и *L*).



В атомах елементів III періоду електрони заповнюють три енергетичних рівні (*K*, *L* і *M*).



2. Максимальне число електронів на останньому рівні дорівнює восьми.

Тому періодична система складається з восьми груп. Зовнішній електронний рівень, що містить 8 електронів, називається **завершеним**. Атоми інертних елементів мають завершений зовнішній електронний рівень.

3. Число електронів на останньому рівні атомів елементів головних підгруп (крім *He*) дорівнює номеру групи, у якій знаходиться елемент.

4. У головних підгрупах всіх груп знаходяться **p**-елементи та **s**-елементи.

s-елементи – це елементи, у яких заповнюється електронами s-підрівень зовнішнього енергетичного рівня.

Максимальне число електронів на s-підрівні – 2.

p-елементи – це елементи, у яких заповнюється електронами p-підрівень зовнішнього енергетичного рівня.

Максимальне число електронів на p-підрівні – 6.

Кожний період починається двома s-елементами і закінчується шістьма p-елементами.

5. У побічних підгрупах усіх груп знаходяться **d**-елементи або **f**-елементи.

d-елементи – це елементи, у яких заповнюються d-орбіталі передостаннього рівня.

f-елементи – це елементи, у яких заповнюються електронами f-орбіталі передостаннього рівня.

Максимальне число електронів на d-підрівні – 10, а на f-підрівні – 14.

Ось чому в четвертому, п'ятому і шостому періодах між s- і p-елементами знаходиться по 10 d-елементів, а в шостому й сьомому періодах є по 14 f-елементів (лантаноїди і актиноїди).

На останньому рівні  $d$  і  $f$ -елементів є 1 або 2 електрони. Сума чисел  $s$ -електронів останнього рівня та  $d$ -електронів передостаннього рівня атомів  $d$ -елементів побічних підгруп дорівнює номеру групи, у якій знаходиться елемент.

Наприклад: елементи п'ятої групи побічної підгрупи мають конфігурацію  $ns^2(n-1)d^3$ , де  $n$  – номер періоду, у якому знаходиться елемент;

- четвертий період п'ята група побічна підгрупа  $V 4s^2 3d^3$ ;
- п'ятий період п'ята група побічна підгрупа  $Nb 5s^2 4d^3$ .

6. За положенням елемента в періодичній системі можна легко визначити електронну конфігурацію атома:

а) порядковий номер елемента показує заряд ядра, число протонів і число електронів в атомі;

б) номер періода показує головне квантове число, тобто кількість енергетичних рівнів;

в) номер групи показує число електронів на останньому рівні ( $s$ - і  $p$ -елементи головних підгруп) або суму числа  $s$ -електронів останнього рівня й  $d$ -електронів передостаннього рівня ( $d$ -елементи третьої-сьомої груп побічних підгруп);

г) номер групи дорівнює максимальному ступеню окиснення елемента.

Наприклад: 1) елемент барій **Ba** перебуває в шостому періоді, другій групі, головній підгрупі. Це  $s$ -елемент.

Будова останнього рівня  $6s^2$ , ступінь окиснення +2;

2) елемент марганець **Mn** знаходиться в четвертому періоді, сьомій групі, побічній підгрупі. Це  $d$ -елемент.

Будова останнього рівня  $4s^2 3d^5$ , максимальний ступінь окиснення +7;

3) елемент бром **Br** знаходиться в четвертому періоді, сьомій групі, головній підгрупі. Це  $p$ -елемент.

Будова останнього рівня  $4s^2 4p^5$ , максимальний ступінь окиснення +7.

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

1. Чому дорівнює число електронних рівнів в атомах усіх елементів даного періоду?
2. Чому дорівнює максимальне число електронів на зовнішньому електронному рівні атома?
3. Який електронний рівень називається завершеним?
4. Атоми, яких елементів мають завершений електронний рівень?
5. Чому дорівнює число електронів на зовнішньому рівні атомів елементів головних підгруп?
6. Які елементи називаються  $s$ -елементами? Скільки  $s$ -елементів у кожному періоді?
7. Які елементи називаються  $p$ -елементами? Скільки  $p$ -елементів у кожному періоді (крім першого й сьомого)?
8. Які елементи називаються  $d$ -елементами? Скільки  $d$ -елементів у кожному великому періоді?

9. Які елементи називаються *f*-елементами? У яких періодах знаходяться і де розташовуються в періодичній системі *f*-елементи?

**Вправа 2.** За положенням елементів у періодичній системі визначте число електронних рівнів і число електронів на зовнішньому електронному рівні атомів:

- а) карбону;                      в) цезію;                      д) ксенону.  
б) сульфур;                      г) вісмуту;

**Вправа 3.** За електронною формулою зовнішнього електронного рівня атома визначте, який це елемент. Напишіть його назву, символ і порядковий номер.

- а)  $3s^2 3p^4$ ;                      в)  $2s^2 2p^1$ ;                      д)  $6s^2 6p^2$ .  
б)  $4s^2 4p^6$ ;                      г)  $5s^2 5p^3$ ;

**Вправа 4.** Чому дорівнює загальне число *s*-елементів у періодичній системі? Напишіть символи й порядкові номери всіх *s*-елементів.

**Вправа 5.** Атоми яких трьох елементів мають структуру зовнішнього електронного рівня  $4s^1$ ? Напишіть їх символи і назви.

## Заняття 21. Залежність хімічних властивостей елементів від будови їх атомів

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова й словосполучення:

металічність, -і	metallicity	métallicité	الفلزية
неметалічність, -і	non-metallicity	non-métallicité	اللافلزية
енергія іонізації	ionization energy	énergie d'ionisation	طاقة التأين
позитивно заряджений іон	positively charged ion	ion chargé positivement	أيون موجب
приєднати/приєднувати	join to	attacher / attacher	اتصل به، انضم الى
спорідненість до електрона	affinity	affinité pour l'électron	ترابط للإلكترون
нейтральний, -а, -е, -і	neutral	neutre	متعادل
негативно заряджений іон	negatively charged ion	ion chargé négativement	أيون سالب
універсальний, -а, -е, -і	universal	universel	شامل
притягати/притягувати	to pull	attirer	سحب، جر
електронегативність	electronegativity	électronégativité	السالبية الكهربائية
схема, -и	scheme	schéma	رسم، مخطط
схематичний, -а, -е, -і	schematically	schématique	تخطيطي

### Зверніть увагу!

1. **Що (н.в.)** пояснює **що (з.в.)**

**Теорія** будови атомів пояснює періодичну **зміну** властивостей елементів при збільшенні порядкового номера.

2. **Що (н.в.)** є **чим (о.в.)** = **чим (о.в.)** є **що (н.в.)**

Кількісною **характеристикою** металічності елемента є **енергія іонізації (I)**

**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

Теорія будови атомів пояснює періодичну зміну властивостей елементів при збільшенні порядкового номера.

Найважливішими властивостями елементів є металічність (металічні властивості) і неметалічність (неметалічні властивості).

**Металічність** – це здатність атомів елемента віддавати електрони. Кількісною характеристикою металічності елемента є **енергія іонізації (I)**.

**Енергія іонізації атома** – це кількість енергії, яка необхідна для відриву електрона від атома елемента, тобто для перетворення атома в позитивно заряджений іон.

Чим менша енергія іонізації, тим легше атом віддає електрон, тим сильніші металічні властивості елемента.

**Неметалічність** – це здатність атома елемента приєднувати електрони. Кількісною характеристикою елемента є **спорідненість до електрона**.

**Спорідненість до електрона** – це енергія, яка виділяється під час приєднання електрона до нейтрального атома, тобто при перетворенні атома в негативно заряджений іон.

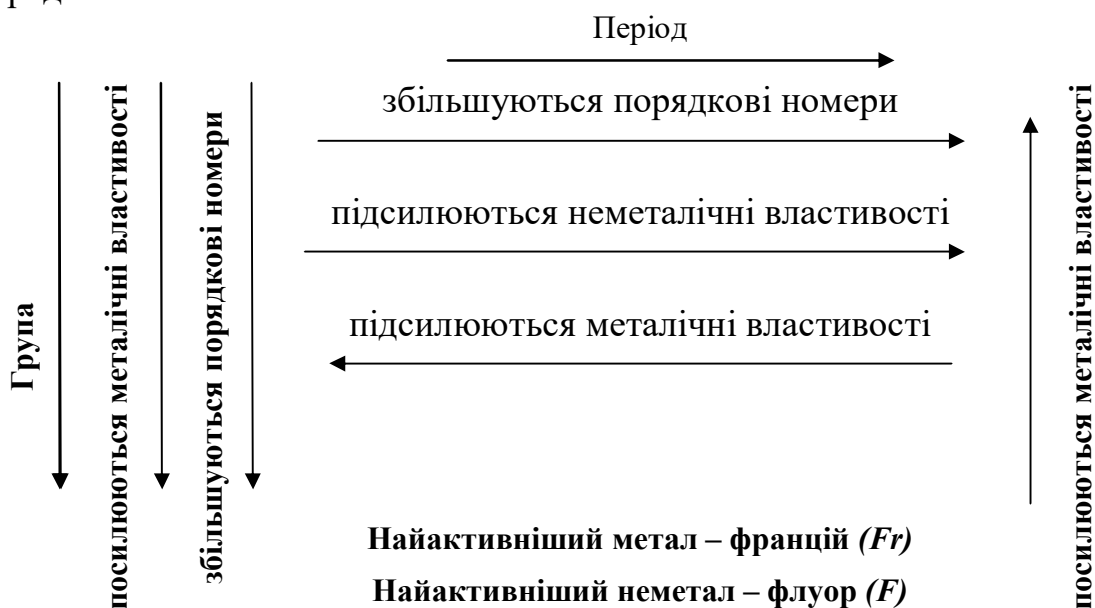
Чим менша спорідненість до електрона, тим легше атом приєднує електрон, тим сильніші неметалічні властивості елемента.

Універсальною характеристикою металічності і неметалічності є **електронегативність**.

**Електронегативність** елемента характеризує здатність його атомів притягувати до себе електрони, які беруть участь в утворенні хімічних зв'язків з іншими атомами в молекулі.

Неметали мають високу електронегативність, метали – низьку.

Зміни властивостей елементів у періодах і групах схематично можна представити так:



Зараз періодичний закон формулюється так: **властивості хімічних елементів, а також форми й властивості їх сполук знаходяться у періодичній залежності від величини заряду їх атомних ядер або порядкового номера елемента в періодичній системі.**

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

1. Що називається металічністю елементів?
2. Що є кількісною характеристикою металічності?
3. Що називається неметалічністю?
4. Що є кількісною характеристикою неметалічності?
5. Що характеризує електронегативність?
6. Як змінюються властивості елементів у періодах?

7. Як змінюються властивості елементів у групах?

**Вправа 2.** За положенням елементів у періодичній системі визначите, який елемент має більшу електронегативність; більший радіус атома:

- а) йод  $_{53}I$  або бром  $_{35}Br$ ; б) олово  $_{50}Sn$  або йод  $_{53}I$ ;  
в) магній  $_{12}Mg$  або барій  $_{56}Ba$ .

**Вправа 3.** Який із двох елементів має більш виражені неметалічні властивості?

Відповідь поясніть.

- а)  $C$  або  $Si$ ; б)  $Cl$  або  $I$ ;  
в)  $Na$  або  $As$ ; г)  $S$  або  $Se$ .

## Заняття 22. Хімічний зв'язок і будова речовини.

### Ковалентний зв'язок

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова й словосполучення.

певний, -а, -е, -і	certain	définitif	محدد، معين
хімічний зв'язок	chemical bond	liaison chimique	رابطة كيميائية
ковалентний полярний зв'язок	covalent polar bond	liaison polaire covalente	رابطة تساهمية
ковалентний неполярний зв'язок	covalent nonpolar bond	liaison non polaire covalente	رابطة غير تساهمية
іонний зв'язок	ionic bond	liaison ionique	رابطة أيونية
металічний зв'язок	metal bond	liaison métallique	رابطة فلزية
водневий зв'язок	hydrogen bond	liaison hydrogène	رابطة هيدروجينية
перекривання	overlapping	chevauchement	تداخل، ترابط
неспарений електрон	unpaired electron	électron non apparié	الالكترون منفرد
валентний електрон	valence electron	électron de valence	الالكترون التكافؤ
зміщення	displacement	excentré	إزاحة، تحويل
зміститися/зміститися	shift	décalé / décalé	زاح، إنزاح
диполь, -і	dipole	dipôle	جزئي ثنائي القطب
спрямованість, -і	direction	directionnalité	موجة
частковий, -а, -е, і	partial	partielle	جزئي
кратність	multiplicity	multiplicité	مضاعفة، قابلية القسمة
брати участь (у чому)	participate	participer	للمشاركة
утворення	formation	éducation	تشكيل

### Зверніть увагу!

1. **Що (н.в.) зміщується до чого (р.в.)**

Загальні електронні пари зміщуються до більш електронегативного атома.

2. **Що (н.в.) є чим (о.в.)** Полярні молекули є диполями.

3. **Що (н.в.) складається з чого (р.в.)** Більшість речовин складається з молекул.

4. **Що (н.в.) зв'язано чим (о.в.)**

Атоми в будь-якій молекулі зв'язані певними силами.

5. **Що (н.в.) характеризується чим (о.в.)**

Ковалентний зв'язок характеризується полярністю, кратністю, напрямленістю у просторі, енергією зв'язку й довжиною зв'язку.

**Завдання 2.** Слухайте й читайте текст.

Хімія вивчає речовини і їх перетворення. Більшість речовин складається з молекул. Молекули, як правило, складаються з декількох атомів. Атоми в будь-якій молекулі зв'язані певними силами. Ці сили називаються хімічним зв'язком.

**Хімічний зв'язок** – це сили, які з'єднують атоми в молекулах, молекули між собою, а також молекули, атоми або йони у кристалах твердих речовин.



Розрізняють такі види хімічного зв'язку:

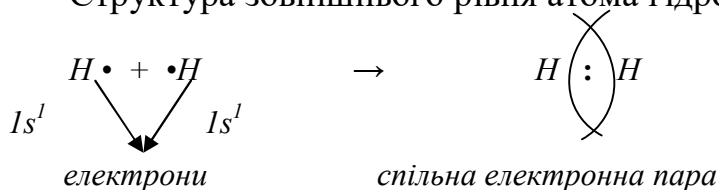
1. Ковалентний зв'язок (неметал – неметал);
2. Йонний зв'язок (метал – неметал);
3. Металічний зв'язок (метал – метал);
4. Водневий зв'язок (молекула –  $H_{(ам)}$  – молекула).

Ковалентний зв'язок існує в молекулах простих речовин ( $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $O_2$  і ін.) і в молекулах, які утворені атомами різних неметалів ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $HCl$ ).

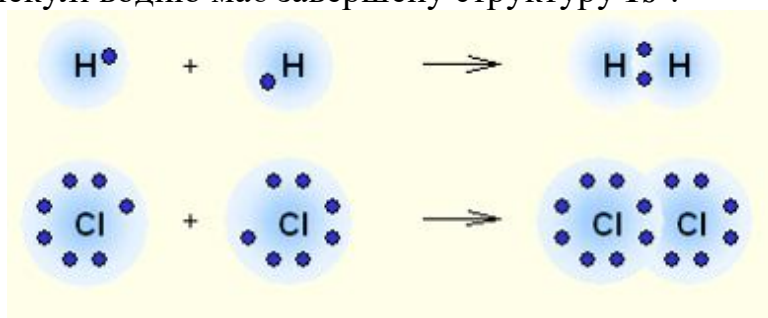
**Ковалентний зв'язок** – це зв'язок атомів за допомогою спільних електронних пар. В утворенні спільної електронної пари беруть участь валентні електрони.

Розглянемо утворення ковалентного зв'язку на прикладі молекули водню  $H_2$ .

Структура зовнішнього рівня атома гідрогену  $1s^1$  ( $H\bullet$ ).

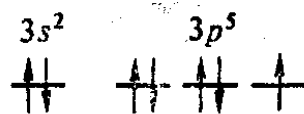


Спільна електронна пара належить обом атомам, тому кожний атом **гідрогену** в молекулі водню має завершену структуру  $1s^2$ .

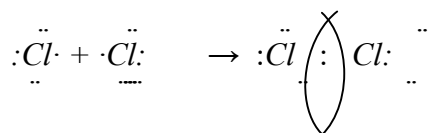


У молекулі хлору існує ковалентний зв'язок.

Структура зовнішнього електронного рівня атома хлору:  $3s^2 3p^5$ . Зовнішній шар атома містить 7 електронів. Один з них (*p*-електрон) – неспарений.



Електронна формула молекули хлору



Електрони, які беруть участь в утворенні хімічних зв'язків, називаються **валентними електронами**.

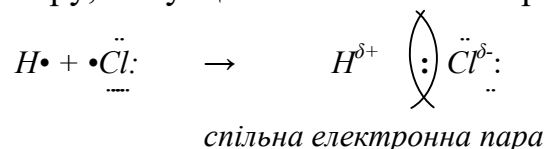
У молекулах, які складаються з двох або більше атомів одного елемента, зв'язок ковалентний неполярний.

Якщо спільні електронні пари розташовуються симетрично відносно ядер обох атомів, то такий зв'язок називається **ковалентним неполярним**.

Наприклад: зв'язки в молекулах простих речовин є неполярними ковалентними зв'язками.

Якщо спільні електронні пари зміщуються до одного з атомів (розташовуються несиметрично відносно ядер атомів), то такий зв'язок називається **ковалентним полярним**. Такий зв'язок утворюється між атомами з різною електронегативністю.

Наприклад: у молекулі хлороводню  $HCl$  спільна електронна пара зміщується у бік атома хлору, тому що він є більш електронегативним.



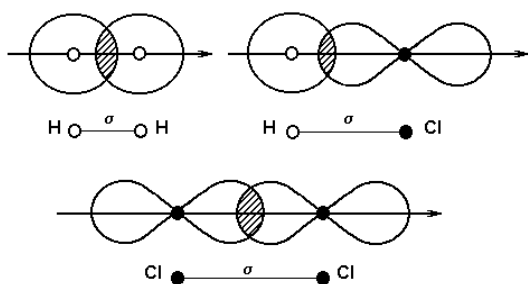
В результаті часткового зсуву електронних хмар на атомі гідрогену з'являється частковий позитивний заряд (+), а на атомі хлору – частковий негативний заряд (-):  $H^{\delta+}Cl^{\delta-}$ .

Чим більша різниця величин електронегативності зв'язаних атомів, тим більша полярність зв'язку.

Полярні молекули є диполями. **Диполь** – це система, у якій центри позитивного і негативного зарядів знаходяться на певній відстані один від одного (не збігаються).

Окрім полярності, ковалентний зв'язок характеризується напрямленістю в просторі, кратністю, довжиною зв'язку та енергією зв'язку.

Ковалентні зв'язки можуть бути  $\sigma$ -зв'язками або  $\pi$ -зв'язками.



**$\sigma$ -зв'язки** – це ковалентні зв'язки, при утворенні яких **область перекривання електронних хмар знаходиться на лінії**, яка з'єднує ядра атомів.

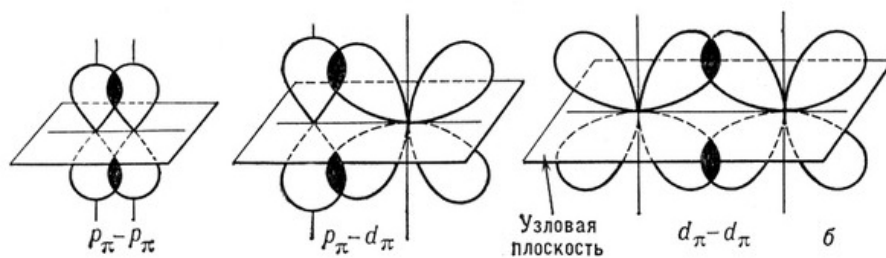
Зв'язки в молекулах  $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $HCl$ , є  $\sigma$ -зв'язками.

При утворенні молекули водню перекриваються дві  $s$ -електронні хмари.

При утворенні молекули хлороводню перекриваються  $s$ - і  $p$ -електронні хмари.

При утворенні молекули хлору відбувається перекривання  $2p_x$ -електронних хмар.

**$\pi$ -зв'язок** – це ковалентний зв'язок, що утворюється перекриванням  $p$ -електронних хмар, **область перекривання яких знаходиться над і під лінією**, що з'єднує ядра атомів.



Кратність зв'язку визначається числом загальних електронних пар, які сполучають атоми.

**Одинарні (прості) зв'язки** – це ковалентні зв'язки, які утворені однією спільною електронною парою.

Наприклад: молекула водню  $H-H$ ; молекула хлороводню  $H-Cl$ .

Одинарні зв'язки завжди є  $\sigma$ -зв'язками.

**Подвійний зв'язок** - це ковалентний зв'язок, який утворений двома спільними електронними парами.

Наприклад: молекула оксигену:  $O=O$ .

Подвійний зв'язок складається з одного  $\sigma$ -зв'язку й одного  $\pi$ -зв'язку.

**Потрійний зв'язок** - це ковалентний зв'язок, який утворений трьома спільними електронними парами.

Наприклад: молекула азоту:  $N\equiv N$ .

Потрійний зв'язок складається з одного  $\sigma$ -зв'язку та двох  $\pi$ -зв'язків.

**Довжина зв'язку** – це відстань між ядрами атомів. Одиниця вимірювання – нанометр (нм).

**Енергія зв'язку** дорівнює роботі, яку необхідно виконати для розриву зв'язку. Одиницею вимірювання є кДж/моль (кілоджоуль на моль).

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на питання.

1. Що називається хімічним зв'язком?
2. Які основні види хімічного зв'язку ви знаєте?
3. Що називається ковалентним зв'язком?
4. Що таке ковалентний неполярний зв'язок?
5. Що таке ковалентний полярний зв'язок?
6. Які основні характеристики ковалентного зв'язку ви знаєте?
7. Що таке  $\sigma$ -зв'язок?
8. Що таке  $\pi$ -зв'язок?

**Вправа 2.** Складіть план до тексту заняття №21.

**Вправа 3.** Напишіть електронні й графічні формули молекул:  $HF, H_2O, NH_3, O_2, Cl_2, N_2$ .

**Вправа 4.** а) Який тип ковалентного зв'язку – полярний чи неполярний в молекулах речовин:  $H_2S, CH_4, HI, OF_2, CO$ ?

б) До атомів яких елементів зміщуються спільні електронні пари в цих молекулах?

## Заняття 23. Донорно-акцепторний зв'язок. Іонний зв'язок

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення:

донор, -и	donor	donneur	المانح
акцептор, -и	acceptor	accepteur	مستقبل
амоній	ammonium	ammonium	امونيوم مجموعة نشادرية،

неподілений, -a, -e, -i	unshared	solitaire	غير منفصل، غير منقسم
типовий, -a, -e, -i	typical	typique	نمطي، نموذجي، عادي
іон/йон, -и	ion	ion	أيون
катион, -и	cation	la cation	كатиون: ايون موجب
аніон, -и	anion	anion	انيون: ايون سالب
заряд, -и	charge	charge	شحنة
завершення	concluding/completion	achèvement	إملاء، إكمال، إنهاء
електростатичне притягання	electrostatic attraction	électrostatique	تجاذب كهروستاتي
іонний зв'язок	ionic bond	liaison ionique	رابطة أيونية
іонні сполуки	ionic compound	composé ionique	مركب أيوني
електронейтральна частинка	electrically neutral	électriquement	دقيقة متعادلة

### Зверніть увагу!

1. **Що (н.в.) є чим (о.в.) = Чим (о.в.) є що (н.в.)**

Одним з видів ковалентного зв'язку є донорно-акцепторний зв'язок.

2. **Що (н.в.) відрізняється (не відрізняється) від чого (р.в.)**

**Властивості** донорно-акцепторного зв'язку не відрізняються від **властивостей** звичайного ковалентного зв'язку.

3. **Що (н.в.) запропоновано ким (о.в.)**

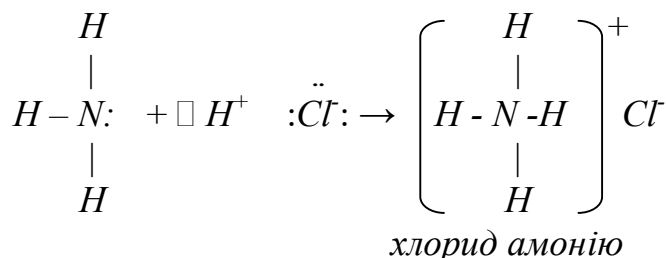
**Теорія** іонного зв'язку була запропонована в 1916 р. німецьким **вченим** В. Косселем.

**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

Одним з видів ковалентного зв'язку є донорно-акцепторний зв'язок.

**Донорно-акцепторний зв'язок** утворюється в результаті перекривання орбіталі з неподіленою електронною парою одного атома та вільної орбіталі іншого атома.

Наприклад: при взаємодії аміаку  $NH_3$  та хлороводню  $HCl$  неподілена електронна пара нітрогену стає спільною для гідрогену та нітрогену. Утворюється іон амонію  $NH_4^+$ .



Атом, який віддає свою неподілену пару електронів для утворення зв'язку, називається **донором** (атом нітрогену).

Атом, який має вільну орбіталь і використовує її для утворення зв'язку, називається **акцептором** (іон гідрогену).

Властивості донорно-акцепторного зв'язку не відрізняються від властивостей звичайного ковалентного зв'язку.

Теорія іонного зв'язку була запропонована у 1916р. німецьким вченим В. Косселем.

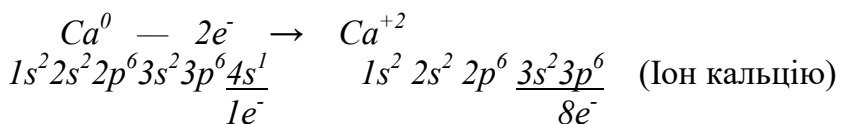
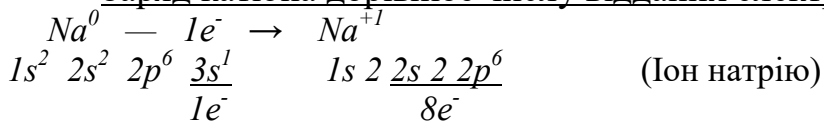
При утворенні сполук з елементів, які дуже відрізняються електронегативністю (типових металів і типових неметалів), спільні електронні пари повністю зміщуються до більш електронегативного атома.

У результаті утворюються іони.

Атоми металів віддають електрони та перетворюються на позитивно заряджені частинки, які називаються **позитивними іонами** або **катоіонами**.

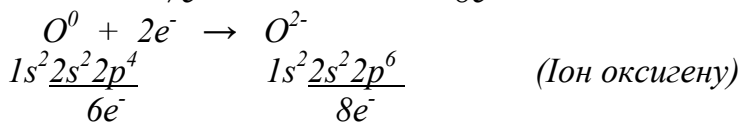
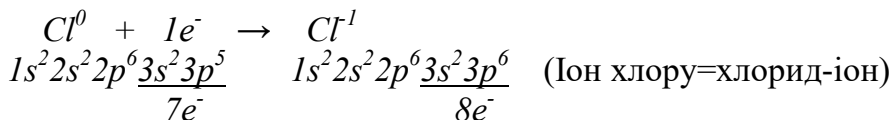
Атоми неметалів приймають(приєднують) електрони і перетворюються на негативні іони, які називаються **аніонами**.

Заряд катіона дорівнює числу відданих електронів.



Атоми металів віддають електрони зовнішнього шару, а іони, які утворюються, мають завершені структури.

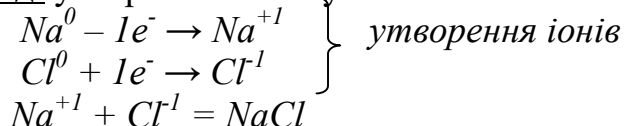
Заряд аніона дорівнює числу приєднаних електронів.



Атоми неметалів приймають кількість електронів, яка необхідна їм для завершення електронного шару.

У результаті електростатичного притягування між катіоном і аніоном утворюється молекула.

Наприклад: утворення молекули  $NaCl$  з атомів  $Na$  і  $Cl$  відбувається так:



Зв'язок між йонами називається **іонним зв'язком**.

Сполуки, які складаються з йонів, називаються **іонними сполуками**.

Сума зарядів всіх йонів у молекулі йонного сполучення дорівнює нулю, тому що будь-яка молекула є електронейтральною частинкою.

Іонний (йонний) зв'язок можна розглядати як крайній випадок полярного ковалентного зв'язку, при утворенні якого спільна електронна пара повністю зміщується до атома з більшою електронегативністю.

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Складіть план тексту.

**Вправа 2.** Дайте відповіді на запитання.

1. Чим відрізняється донорно-акцепторний зв'язок від звичайного ковалентного зв'язку?
2. Який атом називається донором електронів?
3. Який атом називається акцептором електронів?
4. Що таке катіони і що таке аніони? Чому дорівнюють їх заряди?
5. Що називається іонним зв'язком?

6. Які сполуки називають іонними сполуками?  
7. Чому дорівнює сума зарядів всіх іонів у молекулі?

**Вправа 3.** Напишіть електронні формули атомів елементів:  
літій (*Li*), стронцій (*Sr*), сульфур (*S*).

Які іони можуть утворювати атоми цих елементів?  
Напишіть рівняння утворення цих іонів.

**Вправа 4.** Який тип зв'язку (неполярний ковалентний, полярний ковалентний, іонний) у молекулах речовин: *HBr, Na<sub>2</sub>S, CCl<sub>4</sub>, F<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub>, KI*?

**Вправа 5.** Допишіть рівняння утворення іонів:

а)  $Mg^0 - 2e^- = \dots$       б)  $S^0 \dots = S^{2-}$       в)  $Fe^0 - 3e^- = \dots$       г)  $Fe^0 \dots = Fe^{+2}$

## Заняття 24. Металічний і водневий зв'язок

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення.

здобувати/здобути	to acquire	achat / achat	حصل على
виникати/виникнути	arise/appear	surgir / surgir	نشأ، قام، ظهر
електростатичне притягання	electronic attraction	attraction électrostatique	جذب كهروستاتي
сусідній, -я, -є, -і	near/neighboring	voisin	متجاور
узагальнений, -а, -е, -і	generalized	socialisé	عمومي، مشترك
виникнення	appearance	occurrence	نشوء، ظهور
валентний, -а -е, -і	valence	valence	تكافؤ
електропровідність, - і	electrical conductivity	conductivité électrique	موصلية كهربائية
теплопровідність, -і	thermal conductivity	conductivité thermique	موصلية حرارية
аномальний, -а, -е, -і	abnormal	anomal	شاذ
сполука, -и	compound	composé	مركب
отримувати/отримати	to get	l'obtenir	احصل عليه
причина, -и	reason	Raison	سبب
притягуватися	to get involved	s'impliquer	للانخراط

### Зверніть увагу!

1. **Що (н.в.)** утворюється в результаті **чого (р.в.)**

Водневий зв'язок утвориться в результаті електростатичної взаємодії.

2. **Що (н.в.)** є причиною **чого (р.в.)**

Водневий зв'язок є причиною аномально високих температур плавлення і кипіння деяких речовин.

3. **Що (н.в.)** набуває **чого (р.в.)**

Атом кисню набуває часткового негативного заряду ( $\delta^-$ ).

4. **Що (н.в.)** притягується до **чого (р.в.)**

Позитивно заряджений атом гідрогену притягується до неподіленої пари.

5. **Що (н.в.)** виникає де **(м.в.)**

Внутрішньомолекулярні водневі зв'язки виникають в одній молекулі.

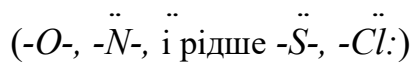
6. **Що (н.в.)** бере участь у **чому (д.в.)**

Водневі зв'язки беруть участь в утворенні подвійної спіралі ДНК

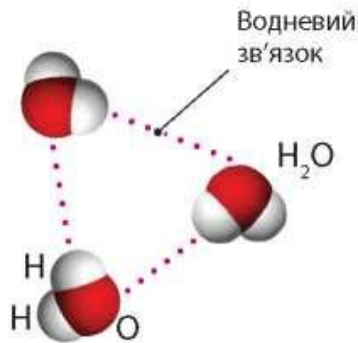
**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

У природі поширений водневий зв'язок.

**Водневий зв'язок** утворюється в результаті електростатичної взаємодії між активними атомами гідрогену в молекулі і більш електронегативними атомами з неподіленою парою в одній молекулі або між молекулами.



## Водневий зв'язок у воді



Найвідоміший приклад сполуки з водневим зв'язком – це вода.

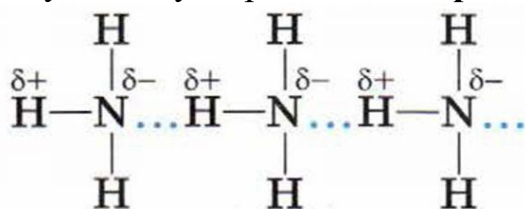
Оскільки атом кисню більш електронегативний, ніж з'єднані з ним два атоми гідрогену, то він відтягує електрони від атома гідрогену.

Атом кисню набуває часткового негативного заряду ( $\delta^-$ ), а кожний атом гідрогену – часткового позитивного заряду ( $\delta^+$ ).

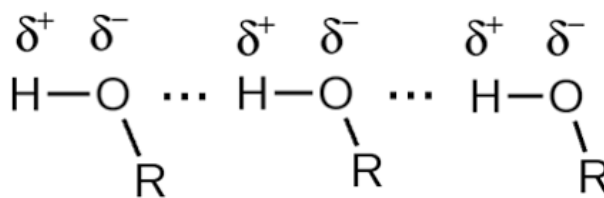
Завдяки цьому позитивному заряду атом гідрогену притягується до неподіленої пари електронів атома кисню сусідньої молекули води.

Сила притягання, що виникає між атомами гідрогену та електронегативним атомом кисню називається **водневим зв'язком**.

**Міжмолекулярні водневі зв'язки** виникають між двома або декількома молекулами з утворенням **димерів** або **асоціативів**.

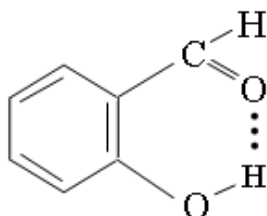


*Аміак*

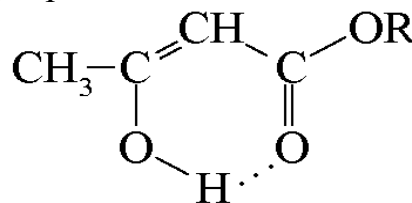


*Спирт*

**Внутрішньомолекулярні водневі зв'язки** виникають всередині однієї молекули. Вони менш поширені ніж міжмолекулярні водневі зв'язки.



*Саліциловий альдегід*



*o-нітрофенол*

Водневі зв'язки відіграють важливу роль у перебігу різних біохімічних процесів в організмі. Вони визначають просторову структуру білків, полісахаридів, беруть участь в утворенні подвійної спіралі ДНК.

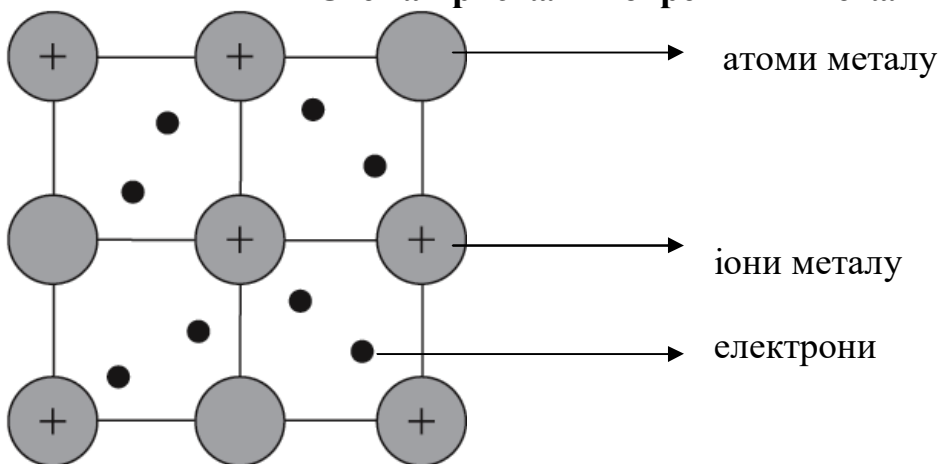
Метали у твердому стані існують у формі кристалів. Ці кристали складаються з позитивних йонів та електронів, що вільно переміщуються. Хімічний зв'язок, що виникає в результаті зв'язування позитивних йонів решітки вільними електронами, називається **металічним зв'язком**.

Електрони, які беруть участь в утворенні металічного зв'язку, є зовнішніми або валентними електронами атома металу. Кожний з цих валентних електронів вже не належить певному атому металу, а делокалізований між позитивними йонами.

Вільні електрони можуть переносити теплоту та електрику, тому вони є причиною головних фізичних властивостей – високої електропровідності та теплопровідності – які відрізняють метали від неметалів

У структурі металів IV і VII груп спостерігається ковалентний зв'язок між нейтральними атомами та металевий зв'язок між позитивно зарядженими йонами металу та блукаючими електронами.

**Схема кристалічної решітки металів.**



**Завдання 3.** Виконайте вправи.

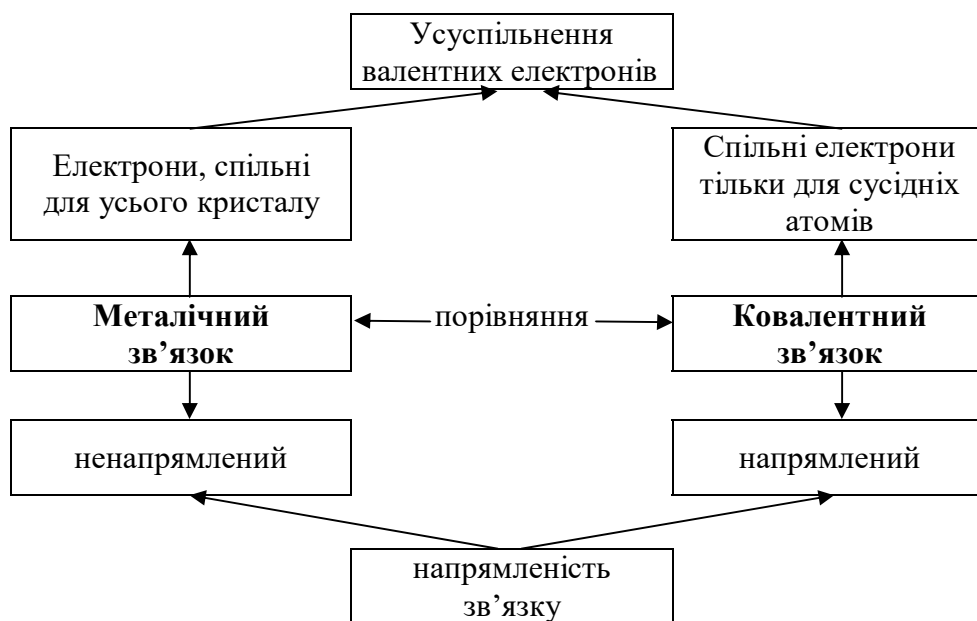
**Вправа 1.** Дайте відповідь на запитання.

1. Що називається водневим зв'язком?
2. Чим можна пояснити виникнення водневого зв'язку?
3. Як виникає водневий зв'язок?
4. Що називається металічним зв'язком?
5. Які властивості має металічний зв'язок?
6. Між якими атомами можливе утворення водневого зв'язку?

**Вправа 2.** Перекажіть тему "Водневий і металічний зв'язок".

**Вправа 3.** Розгляньте схему "Порівняльна характеристика металевого й ковалентного зв'язків", запам'ятайте відмінності між цими типами зв'язку.

**Порівняльна характеристика металічного та ковалентного зв'язків**





## Заняття 25. Валентність і ступінь окиснення

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте читайте слова та словосполучення.

валентність, -і	valency	valence	تكافؤ
умовний заряд	conditional charge	charge conditionnelle	شحنة رمزية(مشروطة)
гідрид, -и	hydride	hydrure	عنصر آخر هيدريدات: مركبات من الهيدروجين و
ступінь окиснення	degree of oxidation	état d'oxydation	درجة التأكسد
одноатомний іон	one-nuclear ion	ion monoatomique	أيون أحادي الذرة
зміститися	shift	changer	زاح، انزاح

**Зверніть увагу!**

1. **Що (з.в.)** використовують для **чого (р.в.)**=

=Для **чого (р.в.)** використовують **що (з.в.)**

Для характеристики стану атома в сполуці використовують поняття "ступінь окиснення".

2. **Що (н.в.)** визначається **чим (о.в.)**

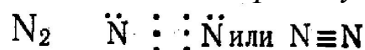
**Валентність** елемента визначається **числом** спільних електронних пар.

**Завдання 2.** Слухайте й читайте текст.

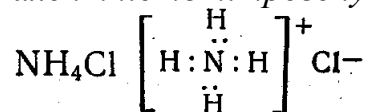
Електронна теорія будови атома пояснила фізичний зміст валентності й структурних формул.

Валентність елемента визначається числом спільних електронних пар, які зв'язують атом даного елемента з іншими атомами.

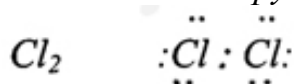
*Валентність нітрогену 3*



*Валентність нітрогену 4*



*Валентність хлору 1*



Валентність не може бути негативною й не може дорівнювати нулю.

Поняття "валентність" можна застосовувати тільки до сполук з ковалентним зв'язком.

Для характеристики стану атома в сполуці використовують поняття "ступінь окиснення".

**Ступінь окиснення** – це умовний заряд атома в молекулі, що виник би на атомі, якби спільні електронні пари повністю змістилися до електронегативнішого атома (тобто атоми перетворилися б в іони).

Ступінь окиснення не завжди дорівнює валентності.

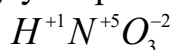
**Правила визначення ступеня окиснення елементів у сполуках:**

- 1) Ступінь окиснення дорівнює нулю (0) в молекулах простих речовин:  $\text{Cl}_2^0, \text{H}_2^0, \text{N}_2^0, \text{O}_2^0, \text{K}^0, \text{Ca}^0, \text{Al}^0$ .
- 2) Ступінь окиснення дорівнює плюсу одному (+1): елементи ІА групи у сполуках (*Li, Na, K, Rb, Cs, Fr*) та водень (окрім гідридів металів  $\text{KH}^{-1}, \text{CaH}_2^{-1}$ , де водень має валентність  $-1$ ).

Наприклад:  $\text{Na}^{+1}\text{Cl}, \text{K}_2^{+1}\text{O}, \text{H}^{+1}\text{Cl}, \text{KH}^{-1}, \text{CaH}_2^{-1}$ .

- 3) Ступінь окиснення дорівнює плюс двом (+2): усі елементи ІІА групи у сполуках: *Ba, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra*.  
Наприклад:  $Mg^{+2}Cl_2$ ,  $Ca^{+2}O$ ,  $Ca^{+2}H_2$ .
- 4) Ступінь окиснення дорівнює плюс трьом (+3): усі елементи ІІІА групи у сполуках *Al, Ga, In, Tl* (окрім *B, B<sup>3</sup>H<sub>3</sub>*).  
Наприклад:  $Al^{+3}Cl_3$ ,  $Al_2^{+3}O_3$
- 5) Ступінь окиснення дорівнює мінус одному (-1): флуор *F*.  
Наприклад:  $HF^{-1}$ ,  $OF_2^{-1}$
- 6) Ступінь окиснення дорівнює мінус двом (-2): кисень *O* (окрім  $O^{+2}F_2$  – фторид кисню,  $H_2^{+1}O_2^{-1}$ , – пероксид гідрогену,  $K_2^{+1}O_2^{-1}$  – пероксид калія).  
Наприклад:  $H_2O^{-2}$ ,  $CaO^{-2}$ ,  $Al_2O_3^{-2}$ ,  $K_2O^{-2}$ ,  $O^{+2}F_2$ .
- 7) Інші елементи мають змінну ступінь окиснення.
- 8) Сума степенів окиснення усіх елементів у сполуці дорівнює нулю.  
Наприклад:  $H^+ N^x O_3^{-2}$
- $$+1 + x + 3(-2) = 0$$
- $$1 + x - 6 = 0$$
- $$x = 6 - 1$$
- $$x = 5$$

Отже, ступінь окиснення нітрогену у нітратній кислоті +5:



**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

1. Що називається валентністю?
2. Що називається ступенем окиснення?
3. Чим визначається валентність елементів?
4. Чому дорівнює ступінь окиснення водню в гідридах металів і в інших сполуках?
5. Чому дорівнює ступінь окиснення кисню в пероксидах і в інших сполуках?
6. Чому дорівнює ступінь окиснення елементів у простих речовинах?
7. Назвіть елементи зі змінним ступенем окиснення, приведіть приклади їх сполук.
8. Чому дорівнює найвищий ступінь окиснення елементів?

**Вправа 2.** Визначте ступінь окиснення елементів наступних сполук:



## Заняття 26. Повторення

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення:

періодичний, -а, -е, -і	periodic	périodique	دوري
побічний, -а, -е, -і	collateral	secondaire	ثانوي
ізоп, -и	isotope	isotope	نظير
енергетичний підрівень	energy sublevel	niveau d'énergie	مستويات تحت الطاقة
найбільший, -а, -е, -і	the biggest	le plus grand	الأكبر
енергія іонізації	ionization energy	énergie d'ionisation	طاقة أيونية
лужний метал	alkali metal	métal alcalin	فلز قلوي
спрямованість, -і	direction	orientation	موجة
узагальнений, -а, -е, -і	generalized	socialisé	عمومي، مشترك
теплопровідність	thermal conductivity	conductivité thermique	موصلية حرارية

електронна конфігурація атома	electronic configuration of the atom	configuration électronique d'un atome	الشكل الإلكتروني للذرة
порядковий, -а, -е, -і	ordinal	ordinal	متسلسل
електронний, -а, -е, -і	electronic	électronique	الالكتروني
квантове число	quantum number	nombre quantique	رقم كمي
найменший, -а, -е, -і	the smallest	le plus petit	الأصغر
завершений, -а, -е, -і	completed	complété	ممتلى، كامل
спорідненість до електрона	affinity for an electron	affinité électronique	ترابط الكتروني
електронегативність, -і	electronegativity	électronégativité	السالبية الكهربائية
полярність, -і	polarity	polarité	قطبية
електропровідність, -і	electrical conductivity	conductivité électrique	موصلية كهربائية
виникати/виникнути	arise/appear	surgir / surgir	نشأ، قام، ظهر
зміститися	shift	shift / shift	زاح، انزاح
набувати/набути (чого)	acquire	achat / achat	حصل على

### Зверніть увагу!

#### 1. Що (н.в.) має що (з.в.)

Електрон одночасно має властивості і частки, і хвилі.

#### 2. Що (н.в.) набуває значень чого (р.в.)

Головне квантове число набуває значень цілих чисел.

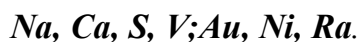
#### 3. Що (н.в.) характеризує що (з.в.)

Квантові числа характеризують стан електрона в атомі.

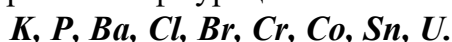
**Завдання 2.** Дайте відповіді на питання.

1. Які основні характеристики хімічного елемента зазначені в періодичній системі елементів Д.І.Менделєєва?
2. Як читається періодичний закон у формулюванні Д.І.Менделєєва?
3. Яку структуру має короткий варіант періодичної системи Д.І.Менделєєва?
4. Яку будову має атом?
5. Що називається ізотопом?
6. Що показують квантові числа?
7. Сформулюйте принцип Паулі.
8. Сформулюйте правило найменшого запасу енергії.
9. Сформулюйте правило Гунда.
10. Які види хімічного зв'язку ви знаєте?
11. Що називається ковалентним зв'язком?
12. Які характеристики має ковалентний зв'язок?
13. Що називається іонним зв'язком?
14. Що називається електронегативністю?
15. Як утворюється водневий зв'язок?
16. Назвіть відмінності між ковалентним і металічним зв'язками.
17. Що називається ступенем окиснення?

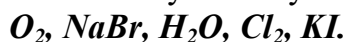
**Завдання 3.** Проаналізуйте положення в періодичній системі і вкажіть основні характеристики таких хімічних елементів:



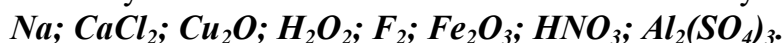
**Завдання 4.** Запишіть електронні конфігурації атомів елементів:



**Завдання 5.** Визначте тип хімічного зв'язку в сполуках:



**Завдання 6.** Визначте ступені окиснення й валентності елементів у сполуках:



**Заняття 27. Контрольна робота №2**

## Заняття 28. Основні класи хімічних сполук. Оксиди. Основи. Номенклатура, класифікація й графічні формули

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова та словосполучення:

класифікація	classification	classification	تصنيف
оксид, -и	oxide	oxyde	أكسيد
гідроксид, -и	hydroxide	hydroxyde	هيدروكسيد
кислота, -и	acid	acide	حمض
амфотерний, -а, -е, -і	amphoteric	amphotère	الحمضية والقلوية امفوتري: وحيد الصفات
номенклатура, и	nomenclature	nomenclature	مسميات
основа, -и	base	les motifs	قواعد
луг, -и	alkali	lcalin	القلويات
сіль,	salt	le sel	ملح
лужний, -а, -е, -і	alkaline	alcalin	قلوي
лужноземельний, -а, -е, -і	alkaline-earth	alcalino-terreux	ارضي قاعدي
солетворний, -а, -е, -і	salt-forming	formation de sel	مكون للأملح
кислотність, -і	acidity	acidité	حموضة

### Зверніть увагу!

1. **Що (н.в.) є чим (о.в.) = Чим (о.в.) є що (н.в.)**

Важливою характеристикою основи є її **кислотність**.

2. **Що (н.в.) визначається чим (о.в.)**

**Кислотність** основи визначається **кількістю** гідроксигруп у молекулі основи.

3. **Що (н.в.) поділяється на що (з.в.)**

Прості речовини поділяються на **метали** і **неметали**.

4. **Що (н.в.) сполучається з чим (о.в.)**

**Атоми** кисню сполучаються тільки з **атомами** інших елементів

5. **За чим (о.в.) що (н.в.) поділяється на що (з.в.)**

За **розчинністю** у воді **оксиди** поділяються на розчинні і нерозчинні **оксиди**.

**Завдання 2.** Слухайте й читайте текст.

Всі неорганічні речовини поділяються на прості та складні.

Прості речовини поділяються на метали і неметали.

Складні речовини поділяються на класи:

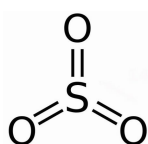
- оксиди;
- основи;
- кислоти;
- солі.

Прості речовини	Складні речовини
метали ( <i>Me</i> ) ( <i>K, Fe, Ag</i> )	<b>оксиди</b> ( $MeO^2$ , $неMe O^2$ ) ( <i>CaO, SO<sub>2</sub> ...</i> )
	<b>основи (гідроксиди)</b> ( <i>Me OH</i> ) ( <i>NaOH, Ca(OH)<sub>2</sub> ...</i> )
неметали ( <i>неMe</i> ) ( <i>O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, S, P...</i> )	<b>кислоти</b> ( <i>HAc</i> ) ( <i>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl ...</i> )
	<b>солі</b> ( <i>Me Ac</i> ) ( <i>NaCl, AlPO<sub>4</sub> ...</i> )

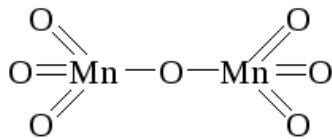
**Оксиди** – це складні речовини, які складаються з двох елементів, одним з яких є кисень зі ступенем окиснення  $-2$ .

В оксидах атоми киснену сполучаються тильки з атомами инших елементів і не зв'язані між собою.

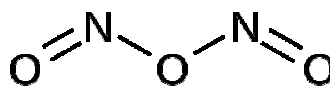
Графічні формули оксидів:



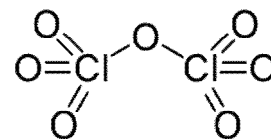
оксид сульфуру (VI)



оксид марганцю (VII)



оксид нітрогену (III)



оксид хлору (VII)

Назва оксидів елементів, які мають постійний ступінь окиснення, складається із двох слів: «**оксид + назва елемента в Р. в.**»

Наприклад: **MgO** – оксид магнію.

Якщо елемент має декілька оксидів, то після назви елемента вказується його ступінь окиснення.

Наприклад: **MnO** – оксид марганцю (II)

**MnO<sub>2</sub>** – оксид марганцю (IV)

**Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>** – оксид марганцю (VII)

За агрегатним станом оксиди поділяються на три групи:

- тверді ( $K_2O$ ,  $Al_2O_3$ ,  $P_2O_5$ );
- рідкі ( $SO_3$ ,  $N_2O_4$ );
- газоподібні ( $CO_2$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ ).

За розчинністю у воді оксиди поділяються на розчинні ( $SO_2$ ,  $CO_2$ ,  $K_2O$ ) і нерозчинні ( $CuO$ ,  $FeO$ ,  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ).

Оксиди мають різні кольори.

Наприклад: оксид купрум(II) –  $CuO$  – чорного кольору,

оксид нікелю(II) –  $NiO$  – зеленого кольору,

оксид кальцію –  $CaO$  – білого кольору.

Оксиди, які під час хімічних реакцій утворюють солі, називаються солетворними ( $CO_2$ ,  $SO_3$ ,  $CaO$ ,  $Al_2O_3$ ). Таких оксидів більшість.

Оксиди, які під час хімічних реакцій не утворюють солі, називаються несолетворними ( $SiO$ ,  $NO$ ,  $N_2O$ ,  $CO$ ). Їх дуже мало.

За хімічними властивостями солетворні оксиди поділяються на основні, кислотні й амфотерні.

**Основні оксиди** – це оксиди металів зі ступенем окиснення +1 та +2:

Наприклад: метали групи IA –  $Li_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ,  $Rb_2O$ ,  $Cs_2O$ ,  $Fr_2O$ ;

метали групи ІА (окрім Be) –  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $SrO$ ,  $BaO$ ,  $RaO$ ;

метали з нижчим ступенем окиснення –  $CrO$ ,  $MnO$ ,  $Cu_2O$ ,  $FeO$ .

**Кислотні оксиди** – це оксиди неметалів, а також металів зі ступенем окиснення +5, +6, +7.

Наприклад:  $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $CO_2$ ,  $N_2O_5$ ,  $P_2O_5$ ,  $CrO_3$ ;

$V_2^{+5}O_5$ ,  $Cr^{+6}O_3$ ,  $Mn^{+7}O_7$

**Амфотерні оксиди** – це оксиди металів зі ступенем окиснення +3, +4.

Виключення –  $BeO$ ,  $ZnO$ ,  $CuO$ .

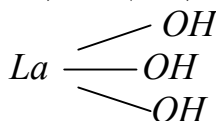
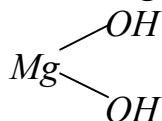
Наприклад:  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Cr_2O_3$ ;

$MnO_2$ ,  $SnO_2$ ,  $PbO_2$ .

Основні оксиди	Кислотні оксиди	Амфотерні оксиди
активний метал+оксиген $Me^{+1+2}O$	неметал+оксиген; метал з високою валентністю+оксиген $Me^{+5+6+7}O$	$Me^{+3+4}O$ метал+оксиген Викл. $CuO, BeO, ZnO$
$Na_2O, CaO, Cu_2O$	$CO_2, SO_3, N_2O_5, Mn_2O_7$	$Al_2O_3, Fe_2O_3, MnO_2$
основним оксидам відповідають <b>основи</b> <u>Наприклад:</u> $Na_2O$ відповідає $NaOH$ ; $CuO$ відповідає $Cu(OH)_2$	кислотним оксидам відповідають <b>кислоти</b> <u>Наприклад:</u> $CO_2$ відповідає $H_2CO_3$ ; $N_2O_5$ відповідає $HNO_3$	амфотерним оксидам відповідають і <b>основи, і кислоти</b> <u>Наприклад:</u> $ZnO$ відповідає основа $Zn(OH)_2$ та кислота $H_2ZnO_2$

**Основи** – це складні речовини, які складаються з атома металу (Me) та гідроксогруп (OH<sup>-</sup>).

Наприклад:  $Mg(OH)_2, NaOH, Ca(OH)_2, La(OH)_3,$



Назва основ складається зі слів «гідроксид + назва металу в Р.в.».

Наприклад: **KOH** – гідроксид калію;

**Ba(OH)<sub>2</sub>** – гідроксид барію.

Якщо метал утворює декілька гідроксидів, то вказують ступінь його окиснення римською цифрою в дужках.

Наприклад: **Fe(OH)<sub>2</sub>** – гідроксид феруму (II);

**Fe(OH)<sub>3</sub>** – гідроксид феруму (III).

Кислотність основи визначається кількістю гідроксогруп у молекулі основи.

Наприклад: **NaOH, KOH, NH<sub>4</sub>OH** – однокислотні основи;

**Ca(OH)<sub>2</sub>, Ba(OH)<sub>2</sub>** – двокислотні основи;

**Bi(OH)<sub>3</sub>, La(OH)<sub>3</sub>** – трикислотні основи;

**Th(OH)<sub>4</sub>** – чотирикислотна основа;

5 і 6-кислотні основи невідомі.

**Основи** – це тверді речовини, окрім гідроксиду амонію ( $NH_4OH$ ).

Основи мають різні кольори.

Наприклад: гідроксид калію – **KOH** – білого кольору;

гідроксид купруму(II) – **Cu(OH)<sub>2</sub>** – блакитного кольору;

гідроксид феруму(III) – **Fe(OH)<sub>3</sub>** – червоно-бурого кольору.

За розчинністю у воді основи діляться на дві групи: нерозчинні (**Н**) і розчинні (**Р**) у воді або луги.

- нерозчинні –  $Fe(OH)_3, Cu(OH)_2$ ;
- розчинні у воді (луги) –  $KOH, NaOH, Ba(OH)_2$ .

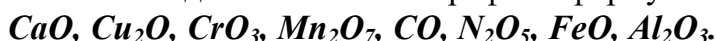
Деякі розчинні у воді основи називаються їдкими лугами.  
Наприклад:  $NaOH$  – їдкий натр,  $KOH$  – їдке калі.

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

1. На які дві групи поділяються речовини?
2. На які дві групи поділяються прості речовини?
3. На які класи поділяються складні речовини?
4. Які речовини називаються оксидами?
5. Як утворюється назва оксидів?
6. На які групи поділяють оксиди за розчинністю у воді?
7. Які оксиди називаються солетвірними?
8. На які групи діляться солетвірні оксиди?
9. Які оксиди називають основними?
10. Які оксиди називають кислотними?
11. Які оксиди називають амфотерними?
12. Які речовини називають основами?
13. Як утворюється назва основ?
14. Що називається кислотністю основ?

**Вправа 2.** Назвіть оксиди й запишіть їх графічні формули:



**Вправа 3.** Назвіть основи й запишіть їх графічні формули:



## Заняття 29. Кислоти. Склад, назви, графічні формули.

**Завдання 1.** Слухайте, читайте й повторюйте слова й словосполучення.

заміщення	substitution	substitution	تعويض
заміщати	replace/to substitute	pour remplacer	عوض، حل محل
кисневі, -а, -е, -і	oxygen-containing/oxichemical	contenant de l'oxygène	محتوي على الأوكسجين
безкисневі, -а, -е, -і	oxygen-free	sans oxygène	عديم الأوكسجين
гідрат, -и	hydrate	hydrater	هيدرات
відповідний, -а, -е, -і	appropriate	approprié	مطابق، موافق، مناظر
основність	basicity	basicité	قاعدية
кислотний залишок	acidic residue	résidu acide	راسب(قرارة) حمضية

### Зверніть увагу!

1. **Що (н.в.)** заміщується **чим (о.в.)**

Гідроген кислоти при хімічних реакціях заміщується металом.

2. **Що (н.в.)** є **чим (о.в.)**

Кисневмісні кислоти є гідратами оксидів неметалів.

**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

**Кислотами** називаються сполуки, до складу яких входять атоми гідрогену ( $H$ ) та кислотних залишків ( $Ac$ ).

Кислоти можуть бути **твердими** (наприклад, ортофосфорна кислота  $H_3PO_4$ , борна кислота  $H_3BO_3$ , йодна кислота  $HIO_4$ ) і **рідкими** (наприклад, сірчана кислота  $H_2SO_4$ , нітратна кислота  $HNO_3$ ). Більшість кислот розчиняється у воді.

Деякі кислоти є розчинами газів у воді (наприклад,  $HCl$  – хлоридна кислота,  $H_2S$  – сульфідна кислота).

За вмістом кисню всі кислоти поділяються на дві групи: безкисневі (безокисенові) та кисневі (окисеновмісні).

### Запам'ятайте назви найважливіших кислот

Безкисневі (безокисенові) кислоти		Кисневі (окисеновмісні) кислоти	
$HF$	флуоридна кислота	$H_2SO_4$	сульфатна кислота
$HCl$	хлоридна (соляна) кислота	$H_2SO_3$	сульфітна кислота
$HBr$	бромідна кислота	$HNO_3$	нітратна кислота
$HI$	йодидна кислота	$HNO_2$	нітритна кислота
$H_2S$	сульфідна кислота	$H_2CO_3$	карбонатна кислота
		$H_3PO_4$	фосфорна кислота

Безокисенові кислоти є водними розчинами водневих сполук неметалів VI і VII груп періодичної системи елементів Д.І. Менделєєва.

Наприклад:  $H_2S$ ;  $H_2Se$ ;  $H_2Te$ ;  $HCl$ ;  $HF$ ;  $HBr$ ;  $HI$ , а також  $HCN$  – синильна кислота та  $HSCN$  – роданиста кислота.

Окисеновмісні кислоти є гідратами оксидів неметалів або металів у вищих ступенях окиснення(+5,+6,+7).

Наприклад:  $H_2SO_4$  - сульфатна кислота,  $HNO_3$  - нітратна кислота.

**Назви кислот складають з назви елемента з відповідним суфіксом.**

Наприклад:  $HCl$  – хлоридна кислота;

$HBr$  – бромідна кислота;

$H_2S$  – сульфідна кислота;

$H_2SO_4$  – сульфатна кислота;

$H_2SO_3$  – сульфітна кислота;

$HPO_3$  – метафосфатна кислота;

$H_3PO_4$  – фосфатна кислота.

Деякі кислоти мають ще й тривіальні (історичні) назви.

Наприклад:  $HCl$  – соляна кислота,

$H_2CO_3$  – вугільна кислота,

$HCN$  – синильна кислота,

$HSCN$  – роданиста кислота,

$CH_3COOH$  – оцтова кислота (органічна кислота).

Важливою характеристикою кислоти є її основність.

**Основність кислоти** – це число атомів гідрогену, здатних заміщуватися атомами металу з утворенням солі.

Наприклад:  $HCl$ ,  $HBr$ ,  $HNO_3$ ,  $CH_3COOH$  – одноосновні кислоти;

$H_2S$ ,  $H_2SO_4$ ,  $H_2CO_3$  – двоосновні кислоти;

$H_3PO_4$ ,  $H_3As_4$  – триосновні кислоти.

Після відриву від молекули кислоти одного або кількох атомів гідрогену залишаються **негативно заряджені групи атомів** або поодинокі атоми (негативні йони – **кислотні залишки**).



Кислоти ( $HA_c$ )		Кислотні залишки ( $A_c^-$ )	
Формула	Назва	Формула	Назва
$HF$	флуоридна (фторидна)	$F^-$	флуорид (фторид)
$HCl$	хлоридна	$Cl^-$	хлорид
$HBr$	бромідна	$Br^-$	бромід
$HI$	йодидна	$I^-$	йодид
$H_2S$	сульфідна	$HS^-$ $S^{2-}$	гідросульфід сульфід
$H_2SO_3$	сульфітна (сірчиста)	$HSO_3^-$ $SO_3^{2-}$	гідросульфит сульфіт
$H_2SO_4$	сульфатна (сірчана)	$HSO_4^-$ $SO_4^{2-}$	гідросульфат сульфат
$HNO_2$	нітритна (азотиста)	$NO_2^-$	нітрит
$HNO_3$	нітратна (азотна)	$NO_3^-$	нітрат
$H_2CO_3$	карбонатна (вугільна)	$HCO_3^-$ $CO_3^{2-}$	гідрокарбонат карбонат
$H_3PO_4$	фосфатна (фосфорна)	$H_2PO_4^-$ $HPO_4^{2-}$ $PO_4^{3-}$	дигідрофосфат гідрофосфат фосфат (ортофосфат)

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

1. Які сполуки називаються кислотами?
2. Чим визначається основність кислоти?
3. Як поділяються кислоти за вмістом кисню?
4. Як поділяються кислоти за основністю?
5. Що називається кислотними залишками?
6. Як утворюються назви кислот?

**Вправа 2.** Назвіть кислоти й запишіть їх графічні формули:



## Заняття 30. Солі. Склад, назви, графічні формули

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення:

сіль кисла	acidic salt	sel aigre	ملح حامضي
сіль середня	neutral salt	le sel est moyen	ملح متعادل
сіль основна	basic salt	sel basique	ملح قاعدي
сіль комплексна	complex salt	sel complexe	ملح مركب
сіль подвійна	mixed salt	double sel	ملح مزدوج

**Зверніть увагу!**

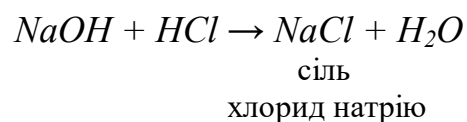
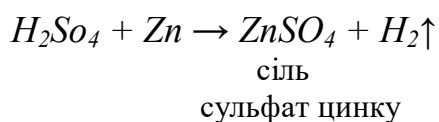
**Що (н.в.)** входить до складу **чого (р.в.)** = До складу **чого (р.в.)** входить **що (н.в.)**

До складу комплексних **солей** входять комплексні іони.

**Завдання 2.** Слухайте й читайте текст.

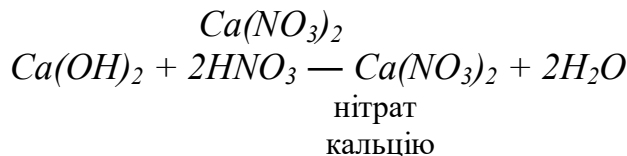
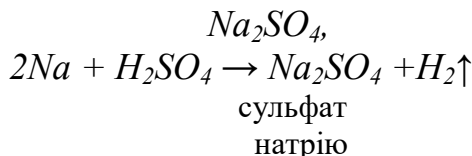
**Солі** – це продукти заміщення гідрогену кислоти металом або гідроксигруп основ кислотними залишками.

**Солі** – це складні речовини, які складаються з атома металу ( $Me$ ) та кислотного залишку ( $A_c$ ).

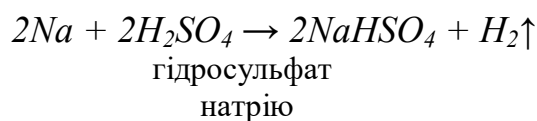


Розрізняють середні, кислі, основні, подвійні й комплексні солі.

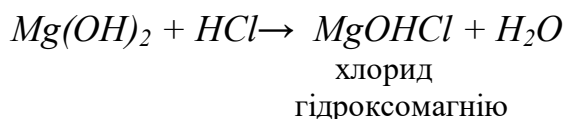
**Середня сіль** – це продукт повного заміщення гідрогену кислоти металом.



**Кисла сіль** – продукт неповного заміщення гідрогену багатоосновної кислоти металом.



**Основна сіль** – це продукт неповного заміщення гідроксогруп багатоосновної основи кислотними залишками.



Подвійні солі утворюються, якщо атоми гідрогену в кислоті заміщуються різними металами.

Подвійні солі існують тільки у твердому стані.

Наприклад:  $KAl(SO_4)_2$  сульфат калію-алюмінію.

**Комплексні солі** – це солі, до складу яких входять комплексні іони.

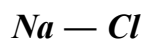
$K_4[Fe(CN)_6]$  – гексаціаноферат (II) калію.

Солі – тверді кристалічні речовини. Вони характеризуються різними кольорами та розчинністю у воді.

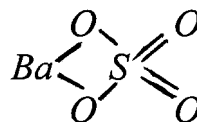
**Назва солі складається з назви кислотного залишку (у називному відмінку) і назви залишку основи (у родовому відмінку) без слова іон.**

Наприклад:

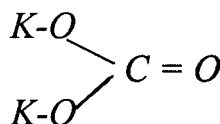
$NaCl$  – хлорид натрію



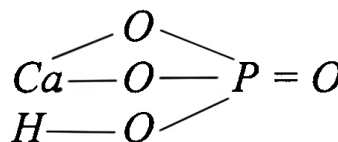
$BaSO_4$  – сульфат барію



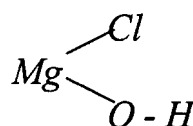
$K_2CO_3$  – карбонат калію



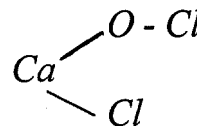
$CaHPO_4$  – гідрофосфат кальцію



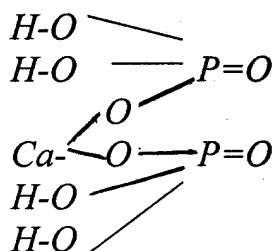
$MgOHCl$  – хлорид гідроксомагнію



$Ca(OCl)Cl$  – хлорид гіпохлорит кальцію

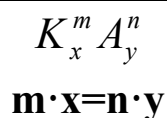


$Ca(H_2PO_4)_2$  – дигідрофосфат кальцію



Існує правило складання формул солей:

Абсолютна величина добутку заряду залишку основи на число залишків основи дорівнює абсолютній величині добутку заряду кислотного залишку на число кислотних залишків.



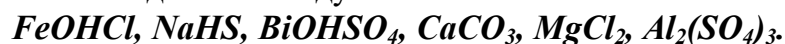
де  $K$  – залишок основи,  
 $m$  – заряд залишку основи,  
 $x$  – число залишків основи,  
 $A$  – кислотний залишок,  
 $n$  – заряд кислотного залишку,  
 $y$  – число кислотних залишків.

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

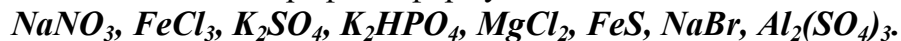
**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

1. Які сполуки називаються солями?
2. Які солі називаються середніми?
3. Які солі називаються кислими?
4. Які солі називаються основними?
5. Як утворюють назви солей?

**Вправа 2.** Визначте до якого виду належать солі:



**Вправа 3.** Напишіть назви й графічні формули солей:



**Вправа 4.** Складіть формули солей:

дигідрофосфат калію, хлорид феруму (III), сульфат гідроксоалюмінію, сульфід натрію, бромід кальцію, сульфід калію, гідрокарбонат натрію, нітрит кальцію, дигідрофосфат алюмінію.

## Заняття 31. Властивості й добування оксидів

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення:

солетвірний оксид	salt-forming oxide	oxyde formant du sel	اکسید مکنون للأملح
несолетвірний оксид	non-salt-forming oxide	oxyde non-formateur	اکسید غیر مکنون للأملح
основний оксид	basic oxide	oxyde de base	اکسید قاعدي
кислотний оксид	acidic oxide	oxyde d'acide	اکسید حامضي
амфотерний оксид	amphoteric oxide	yde amphotère	اکسید متعادل

розкладання	decomposition	décomposition	انحلال، تفكك، تحلل
лужний метал	alkali metal	lcalin	فلز قلوي
лужноземельний метал	alkaline earth metal	métal alcalino-terreux	فلز ارضي قاعدي
реагувати/вступати в реакцію (з чим)	to react	réagir	للرد/تفاعل
взаємодіяти	interact	interagir	تفاعل

### Зверніть увагу!

1. **Що (н.в.) належить до чого (р.в.) = До чого (р.в.) належить що (н.в.)**  
До кислотних оксидів належать оксиди неметалів.
2. **Що (н.в.) взаємодіє з чим (о.в.)**  
Основні оксиди взаємодіють з водою.
3. **Що (н.в.) реагує з чим (о.в.)**  
Основні оксиди реагують з водою.
4. **Що (н.в.) вступають у реакцію з чим (о.в.)**  
Основні оксиди вступають у реакцію з водою.
5. **Що (н.в.) розчиняється/не розчиняється у чому (м.в.)**  
Речовини  $SiO_2$  та  $H_2SiO_3$  не розчиняються у воді.

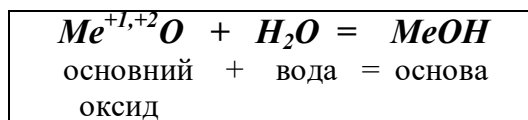
**Завдання 2.** Слухайте й читайте текст.

За хімічними властивостями солетвірні оксиди поділяються на основні, кислотні й амфотерні.

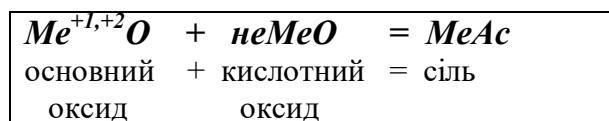
### Хімічні властивості основних оксидів ( $Me^{+1,+2}O$ )

Основні оксиди взаємодіють (реагують, вступають у реакцію):

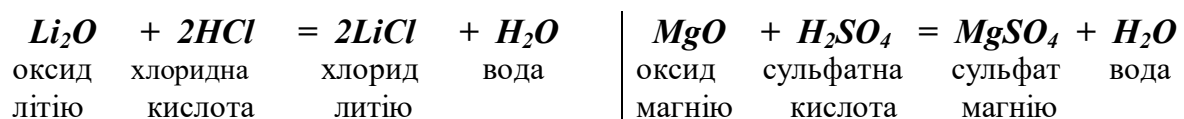
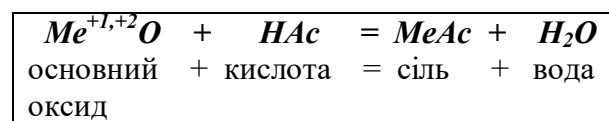
#### 1) з водою ( $H_2O$ )



#### 2) з кислотними оксидами ( $неMeO$ )



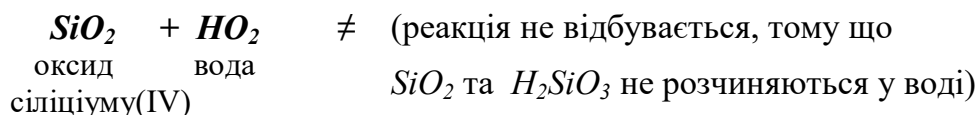
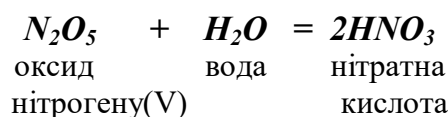
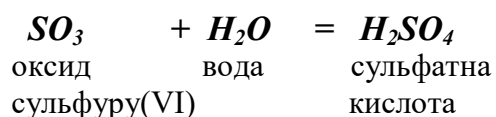
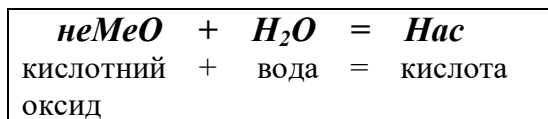
#### 3) з кислотами ( $HAc$ )



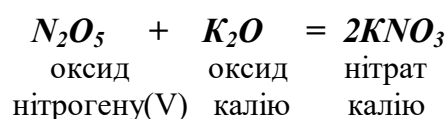
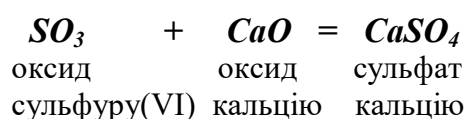
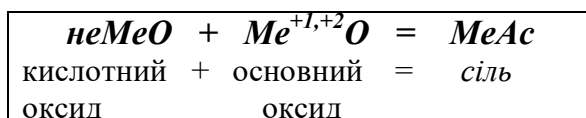
## Хімічні властивості кислотних оксидів ( $neMeO$ )

Кислотні оксиди взаємодіють:

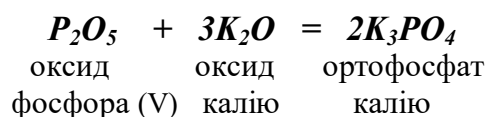
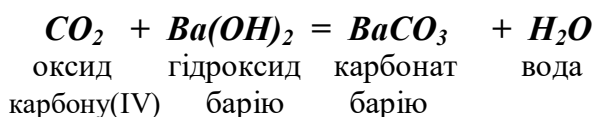
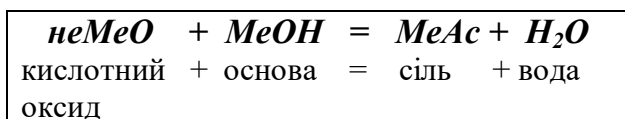
### 1) з водою ( $H_2O$ )



### 2) з основними оксидами ( $Me^{+1,+2}O$ )



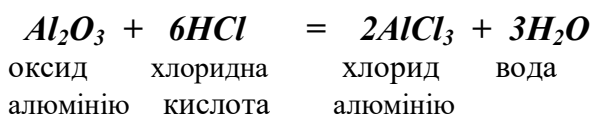
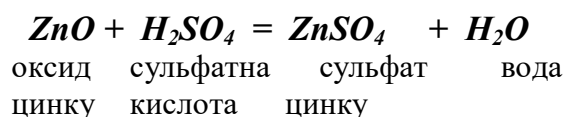
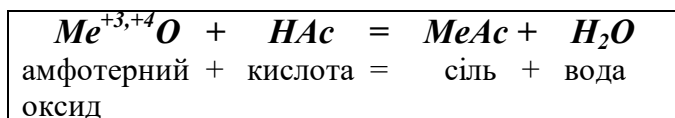
### 3) з основами ( $MeOH$ )



## Хімічні властивості амфотерних оксидів ( $Me^{+3,+4}O$ )

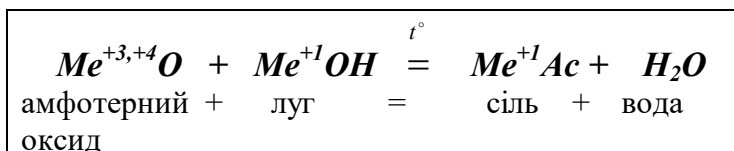
Амфотерні оксиди взаємодіють:

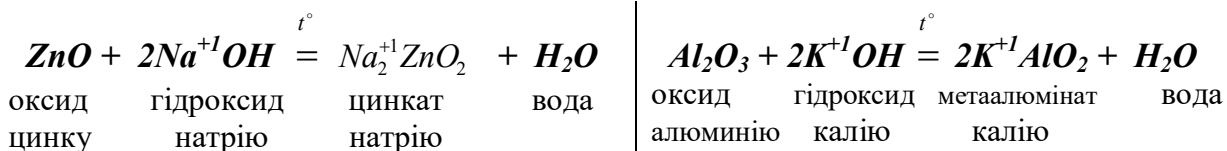
### 1) з кислотами ( $HAc$ )



### 2) з лугами ( $MeOH$ )

при нагріванні – плавленні





### Добування оксидів

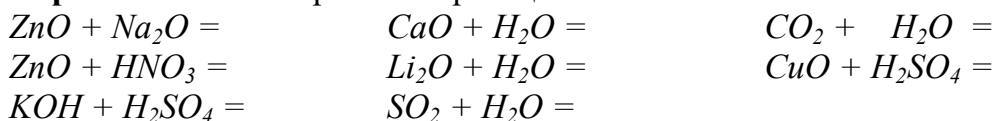
метал  + кисень  неметал	$\text{Me} + \text{O}_2 = \text{MeO}^{-2}$ $4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3$ <p style="text-align: center;">оксид алюмінію</p> $2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$ <p style="text-align: center;">оксид купрум (II)</p> $\text{неMe} + \text{O}_2 = \text{неMeO}^{-2}$ $4\text{P} + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5$ <p style="text-align: center;">оксид фосфору (V)</p> $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ <p style="text-align: center;">оксид карбону(IV)</p>
Розкладання:  основ    кислот    солей	$\text{MeOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{MeO} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Ca(OH)}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">оксид кальцію</p> $\text{HAc} \xrightarrow{t^\circ} \text{неMeO} + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{H}_3\text{PO}_4 \xrightarrow{t^\circ} \text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">оксид фосфору (V)</p> $\text{MeAc} \xrightarrow{t^\circ} \text{MeO} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{BaCO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{BaO} + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">оксид барію</p>

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

1. Які хімічні властивості мають:
  - а) основні оксиди;
  - б) кислотні оксиди;
  - в) амфотерні оксиди.
2. Якими способами можна одержати оксиди?

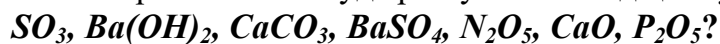
**Вправа 2.** Закінчіть рівняння реакцій:



**Вправа 3.** З якими речовинами буде реагувати оксид карбону (IV):



**Вправа 4.** З якими речовинами буде реагувати оксид цинку:



**Вправа 5.** Скільки грамів гідроксиду феруму(III) треба розкласти, щоб одержати 0,95г оксиду феруму(III)?

## Заняття 32. Властивості й добування основ.

### Амфотерні гідроксиди

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення.

індикатор, -и	indicator	indicateur	كاشف
фенолфталеїн	phenolphthalein	phénolphtaléine	فينول فتالين
кисле середовище	acidic medium	environnement acide	وسط حامضي
лужне середовище	alkaline medium	milieu alcalin	وسط قلوي
лакмус, -и	litmus	tournesol	لتموس: مادة تستعمل في ورق عباد الشمس
метилоранж	methylorange	méthyl orange	صبغ ميثيلي يرتالي
нейтральне середовище	neutral environment	environnement neutre	متعادل
електролітична дисоціація	electrolytic dissociation	dissociation électrolytique	انحلال الكتروليتي
безбарвний, -а, -е, -і	colorless	incolore	عديم اللون

### Зверніть увагу!

1. **Що (з.в.)** можна виразити **чим (о.в.)**

Дисоціацію амфотерних гідроксидів можна виразити **рівнянням**.

2. **Що (н.в.)** пояснюється **чим (о.в.)**

Загальні властивості основ пояснюються наявністю в їх розчинах аніонів  $\text{OH}^-$ .

3. **Що (н.в.)** змінює **що (з.в.)**

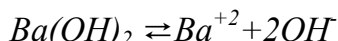
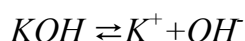
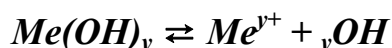
Водні розчини лугів змінюють колір індикаторів

**Завдання 2.** Слухайте й читайте текст.

### Хімічні властивості основ

Загальні властивості основ пояснюються наявністю в їх розчинах аніонів  $\text{OH}^-$ , які утворюються в результаті електролітичної дисоціації молекул основ.

1. Основи дисоціюють:

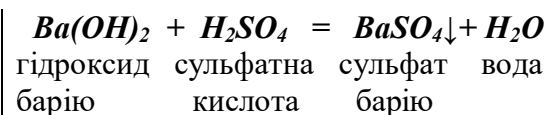
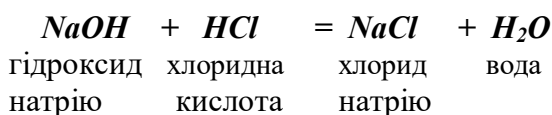
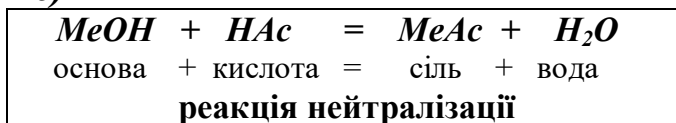


2. Водні розчини лугів змінюють колір індикаторів.

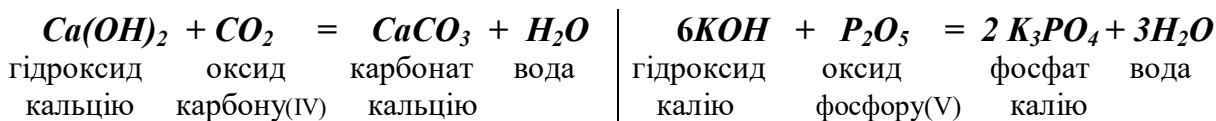
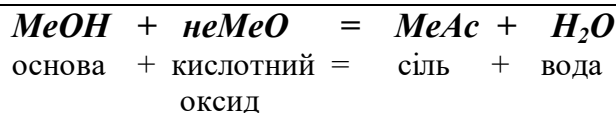
Індикатор	Кольори індикатора	Кольори індикатора в розчині лугу ( $p > 7$ )
лакмус	фіолетовий	синій
фенолфталеїн	безбарвний	малиновий
метилоранж	жовтогарячий	жовтий

3. Основи взаємодіють (реагують/вступають у реакцію):

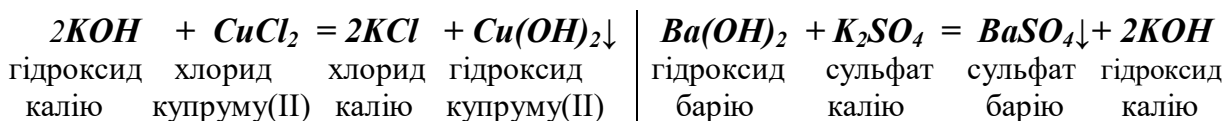
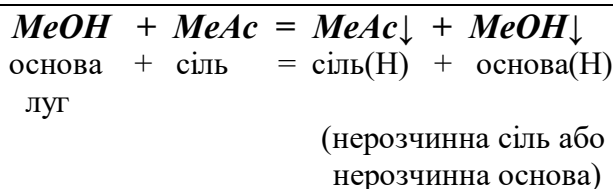
**А) з кислотами (HAc)**



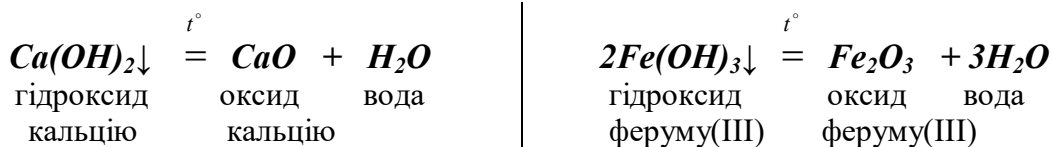
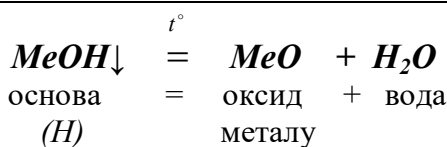
## Б) з кислотними оксидами (*неMeO*)



## В) з солями (*MeAc*)



4. При нагріванні нерозчинні основи розкладаються на оксид металу та воду.

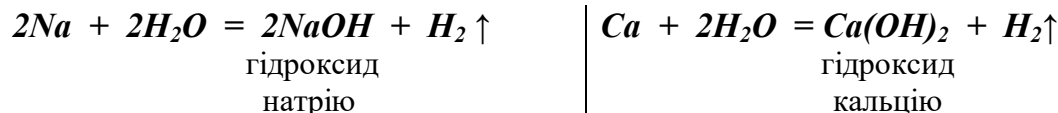
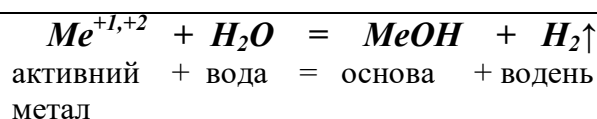


## Добування основ

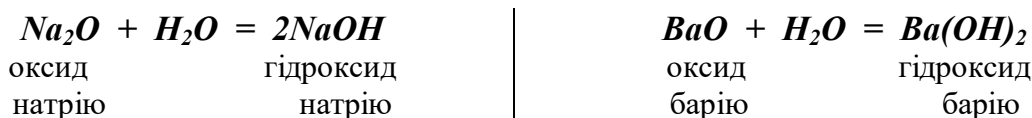
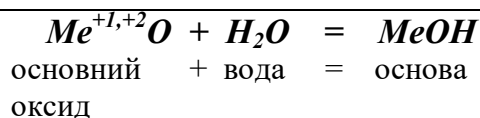
Основи добувають різними способами.

### 1. Розчинні основи (луги)

#### А) взаємодія лужних і лужноземельних металів з водою



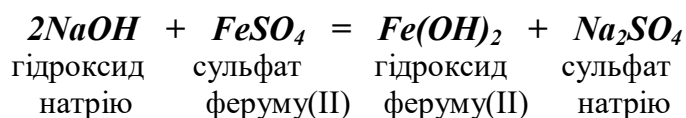
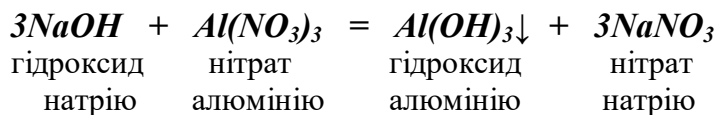
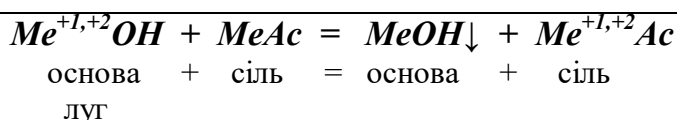
#### Б) взаємодія оксидів лужних та лужноземельних металів з водою





## 2. Нерозчинні основи:

### А) взаємодія лугів з розчинними солями:



### Амфотерні гідроксиди та їх властивості.

**Амфотерні гідроксиди** – це гідроксиди, які можуть взаємодіяти з кислотами або з основами, утворюючи при цьому солі.

Наприклад:  $Zn(OH)_2$  – гідроксид цинку;

$Al(OH)_3$  – гідроксид алюмінію;

$Cr(OH)_3$  – гідроксид хрому (III).

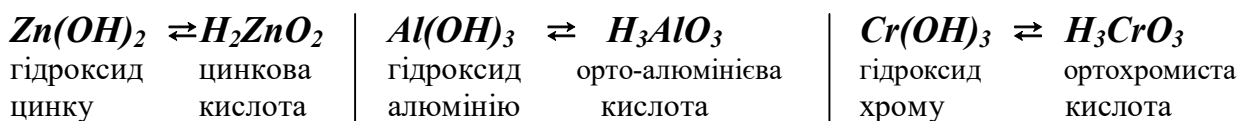
Гідроксиди, які, в залежності від умов, виявляють властивості кислот або основ, називаються **амфотерними гідроксидами**.

Наприклад:  $Zn(OH)_2$ ;  $Be(OH)_2$ ;  $Al(OH)_3$ ;  $Cr(OH)_3$ ; ...

Усі амфотерні гідроксиди - тверді речовини, які не розчиняються у воді. Як правило, амфотерні гідроксиди мають білий колір.

У нейтральному середовищі амфотерні гідроксиди практично не розчиняються і не дисоціюють на іони.

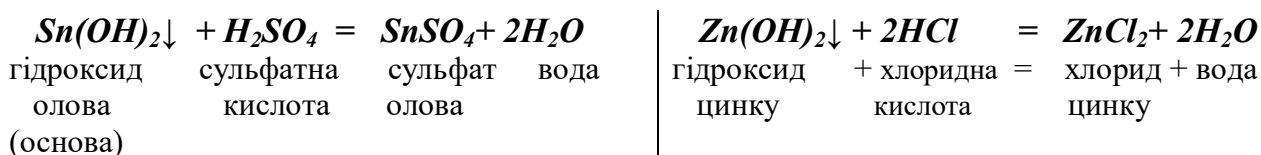
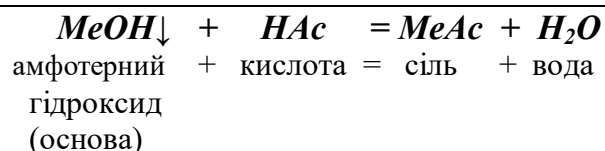
В амфотерних гідроксидах у реакцію можуть вступати йони  $H^+$  та  $OH^-$ .



### Хімічні властивості

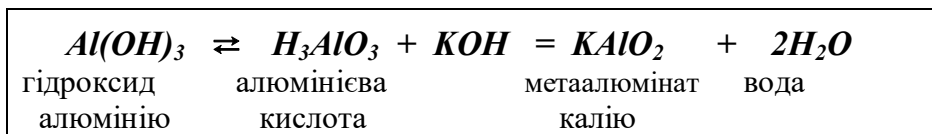
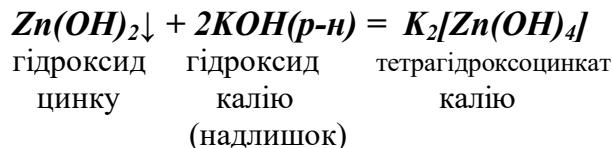
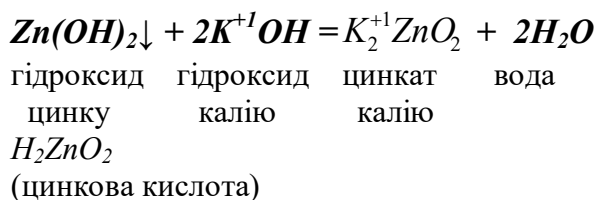
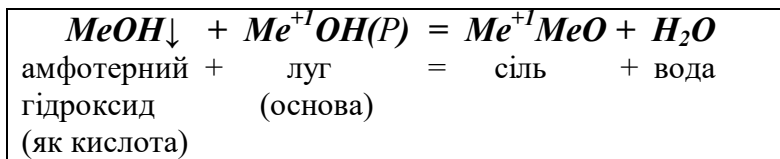
Амфотерні гідроксиди взаємодіють:

#### А) з кислотами ( $HAc$ )

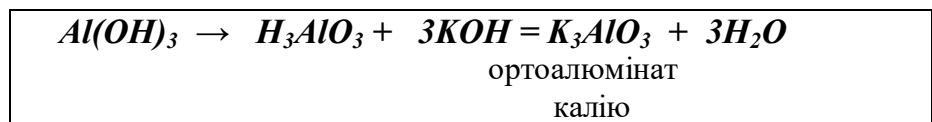


## 2) з лугами (MeOH) (P)

(лути – розчинні у воді основи)



або

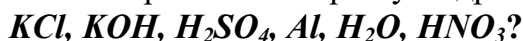


**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

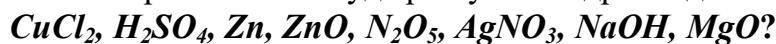
1. Які хімічні властивості мають основи?
2. Що таке реакція нейтралізації? Наведіть приклади.
3. Якими способами добувають основи?
4. Які фізичні властивості мають амфотерні гідроксиди?
5. Як амфотерні гідроксиди взаємодіють з кислотами? Наведіть приклади.
6. Як амфотерні гідроксиди взаємодіють з лугами? Наведіть приклади.

**Вправа 2.** З якими речовинами реагує гідроксид цинку:



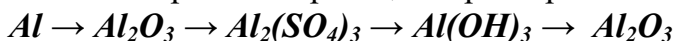
Напишіть рівняння реакцій.

**Вправа 3.** З якими речовинами буде реагувати гідроксид калію:



Напишіть рівняння відповідних реакцій.

**Вправа 4.** Напишіть рівняння реакцій перетворень:



## Заняття 33. Властивості й добування кислот

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення:

концентрований, -а, -е, -і	concentration	concentré	مُرَكَّز
розведений, -а, -е, -і	dilute	dilué	مُخَفَّف
електрохімічний ряд напруг металів	electrochemical series of metal stresses	électrochimique gamme de contraintes métalliques	متسلسلة كهروكيميائية الإجهادات (شدة) الفلزات
обумовити	condition	conditionner	أوجب، اشتراط
електролітична дисоціація	electrolytic dissociation	dissociation électrolytique	إنحلال الكتروليتي
проявляти/проявити (що)	to show	d'exposition	خصائص المعرض

## Зверніть увагу!

1. **Що (н.в.)** обумовлено **чим (о.в.)**

Загальні **властивості** кислот у водних розчинах обумовлені **наявністю** іонів  $H^+$ .

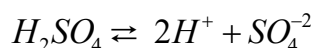
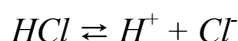
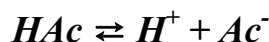
2. **Що (н.в.)** розкладається **на що (з.в.)**

**Кислоти** розкладаються **на воду** та кислотний **оксид**.

**Завдання 2.** Слухайте й читайте текст.

Загальні властивості кислот у водних розчинах обумовлені наявністю іонів  $H^+$ , які утворюються в результаті електролітичної дисоціації молекул кислот.

1. Кислоти дисоціюють:

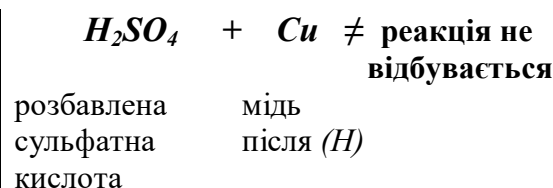
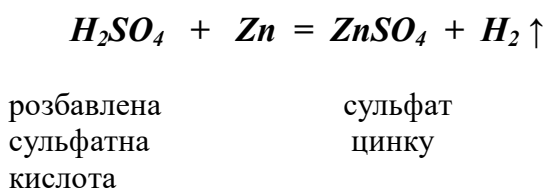
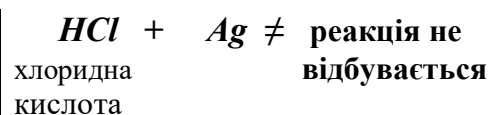
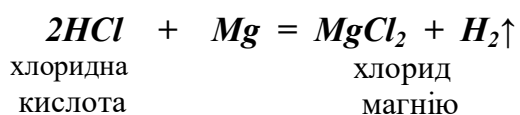
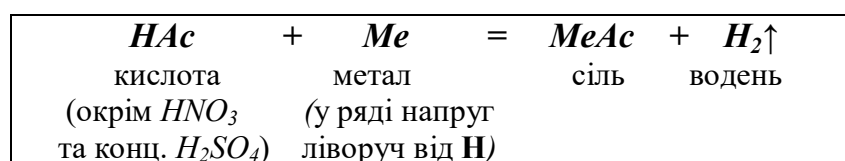
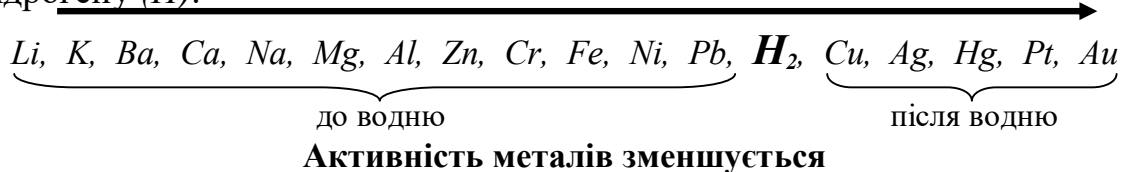


2. Кислоти змінюють кольори індикаторів.

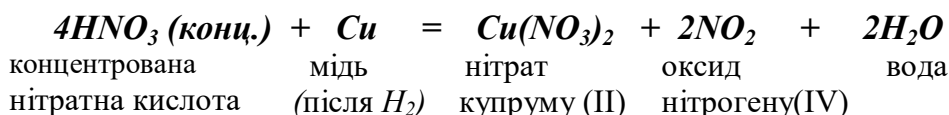
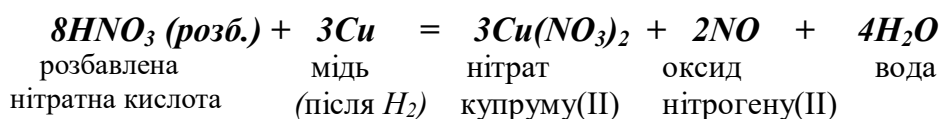
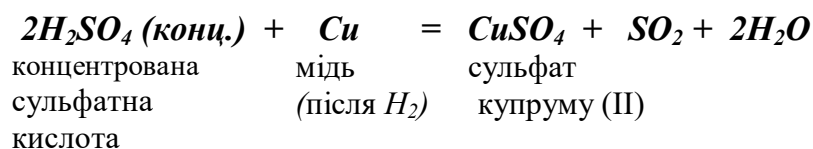
Індикатор	Кольори індикатора	Кольори індикатора в розчині лугу ( $p < 7$ )
лакмус	фіолетовий	червоний
метилоранж	жовтогарячий	червоний
фенолфталеїн	безбарвний	безбарвний

3. Кислоти взаємодіють (реагують/вступають у реакцію):

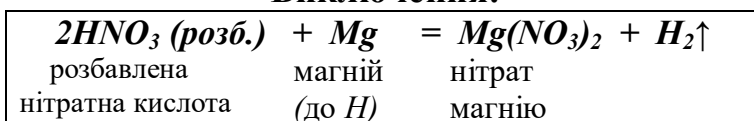
**А) з металами ( $Me$ )**, які розташовані в електрохімічному ряді напруг ліворуч від гідрогену ( $H$ ).



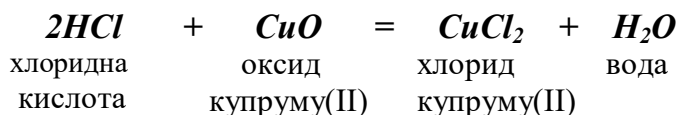
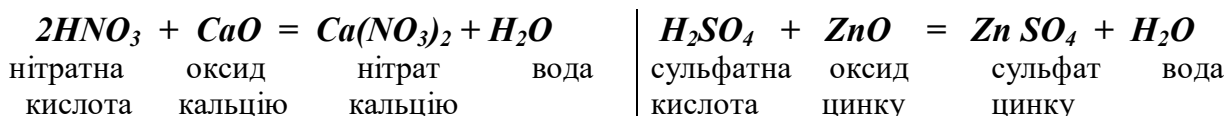
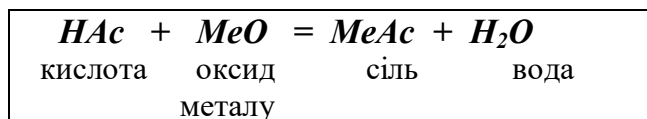
Концентрована сульфатна кислота  $H_2SO_4$  і нітратна кислота  $HNO_3$  будь-якої концентрації проявляють особливі властивості в реакціях з металами – не виділяють гідроген.



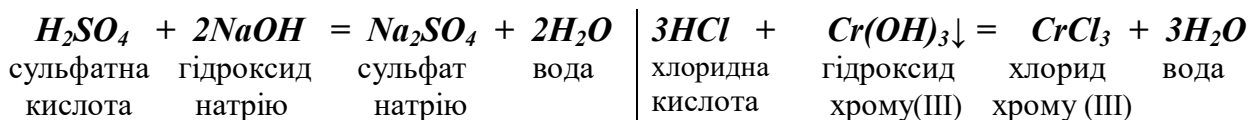
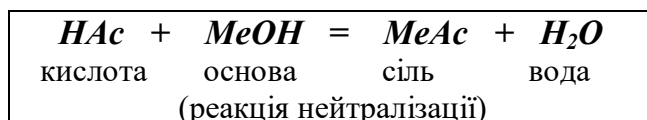
### Виключення!



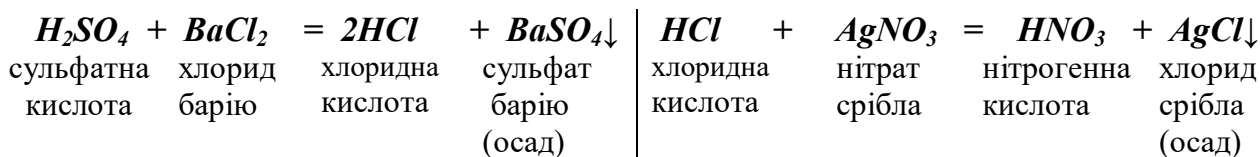
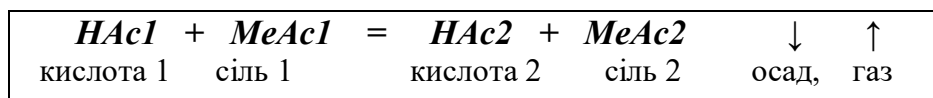
### Б) з оксидами металів ( $MeO$ )

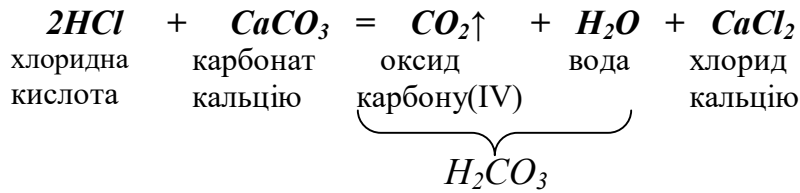
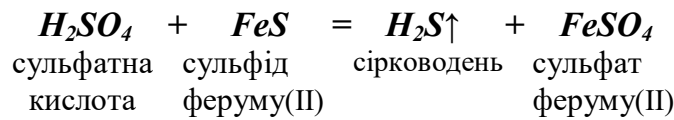


### В) з основами ( $MeOH$ )

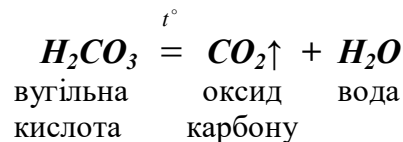
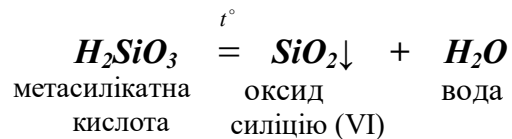
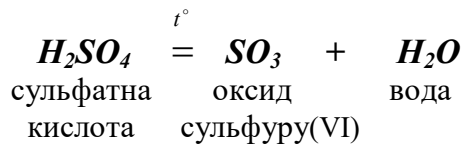
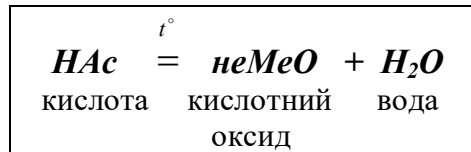


### Г) з солями ( $MeAc$ )





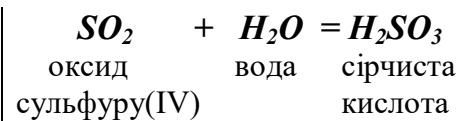
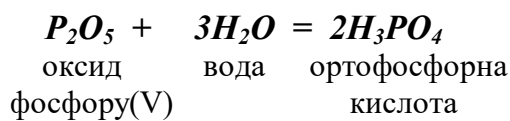
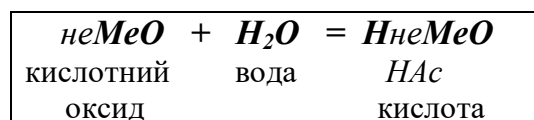
При нагріванні кисневі кислоти розкладаються на воду й кислотний оксид.



### Добування кислот

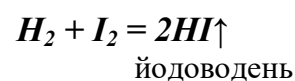
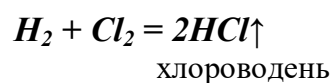
#### 1. Кисневі (оксигенові) кислоти.

Взаємодія кислотних оксидів з водою:

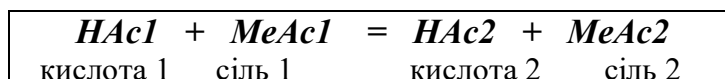


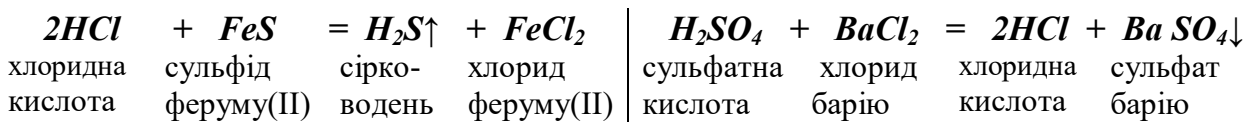
#### 2. Безкисневі (безоксигенові) кислоти.

Взаємодія водню з неметалами:



#### 3. Взаємодія кислот із солями:





**Завдання 3.** Виконайте вправи.

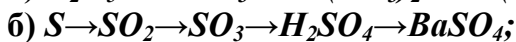
**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

1. Чим обумовлені загальні властивості усіх кислот?
2. Як кислоти змінюють кольори індикаторів?
3. Що таке реакція нейтралізації?
4. Як кислоти взаємодіють із оксидами, основами й амфотерними гідроксидами? Наведіть приклади.
5. Як кислоти взаємодіють із солями? Наведіть приклади.
6. Як кислоти взаємодіють із металами? Наведіть приклади.
7. Які способи добування кислот ви знаєте?

**Вправа 2.** З якими речовинами буде реагувати розбавлена сульфатна кислота?



**Вправа 3.** Напишіть рівняння реакцій перетворень:



**Вправа 4.** Скільки грамів ортофосфорної кислоти можна добути при розчиненні 284г оксиду фосфору (V) у воді?

**Вправа 5.** Напишіть рівняння реакцій між:

- а) гідроксидом кальцію й хлоридною кислотою;
- б) нітратною кислотою й гідроксидом цинку;
- в) сульфатною кислотою й гідроксидом купруму (II).

## Заняття 34. Лабораторна робота №1

**Правила роботи в хімічній лабораторії. Техніка безпеки. Хімічний посуд та обладнання**

## Заняття 35. Лабораторна робота №2

**Добування й властивості оксидів і основ. Амфотерні гідроксиди**

## Заняття 36. Лабораторна робота №3

**Добування й властивості кислот і солей**

## Заняття 37. Властивості й добування солей. Генетичний зв'язок між основними класами неорганічних сполук

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення:

витіснити/витіснити (що)	displace	chasser	طرد، أزاح، أخرج، حل محل
дисоціювати	dissociate	dissocier	حلل، فكك
найважливіший, -а, -е, -і	the most important	le plus important	الأكثر أهمية (الأهم)
окисний, -а, -е, -і	oxidative	oxydatif	مؤكسد، تأكسدي
перетворення	transformations	transformations	تحول
єдність	unity	l'unité	إتحاد، وحدة

свідчити (про що)	evidence	témoigner	دل على، شهد بـ
взаємний, -а, -е, -і	mutual	mutuelle	متبادل، تبادلي
генетичний, -а, -е, -і	genetical	lien génétique	الرابط الجيني

### Зверніть увагу!

#### 1. Що (н.в.) свідчить про що (з.в.)

Взаємний зв'язок між сполуками та їх перетвореннями свідчить про єдність елементарного складу речовини.

#### 2. Що (н.в.) засновано на чому (м.в.)

Генетичний зв'язок між класами неорганічних сполук заснований на одержанні речовин одного класу з речовин іншого класу.

#### 3. Що (н.в.) дисоціює на що (з.в.)

Розчинні солі у водних розчинах дисоціюють на іони.

#### 4. Що (н.в.) взаємодіє з чим (о.в.) з утворенням чого (р.в.)

Розчини солей взаємодіють із лугами з утворенням нової солі і нової нерозчинної основи або нерозчинної солі

Завдання 2. Слухайте й читайте текст.

### Хімічні властивості солей

1. Розчинні солі у водних розчинах дисоціюють на іони:

А) середні солі дисоціюють на катіони металів і аніони кислотних залишків



хлорид  
калію



ацетат  
барію

Б) кислі солі дисоціюють на катіони металу та складні аніони

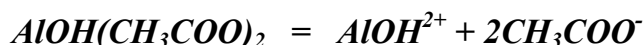


гідросульфат  
калію



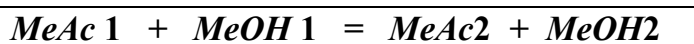
дигідрофосфат  
натрію

В) основні солі дисоціюють на складні катіони й аніони кислотних залишків

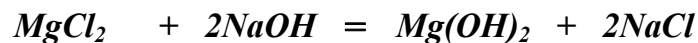


ацетат  
гідроксоалюмінію

2. Розчини солей взаємодіють із лугами з утворенням нової солі й нової нерозчинної основи або нерозчинної солі



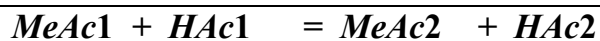
сіль            основа(р)            сіль            основа  
(луг)



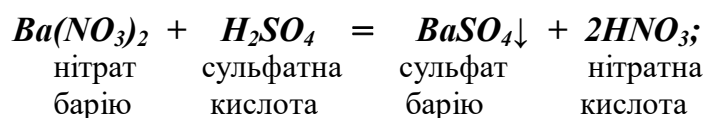
хлорид            гідроксид            гідроксид            хлорид  
магнію            натрію            магнію            натрію

3. Солі взаємодіють із кислотами. При цьому утворюється:

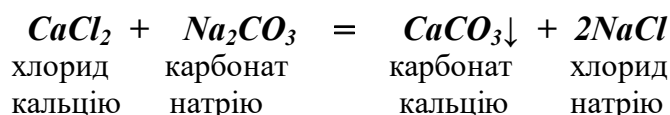
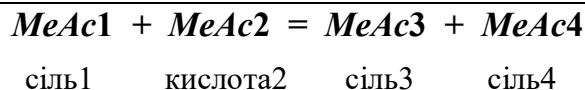
а) нова кислота й нова сіль



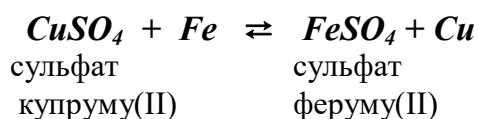
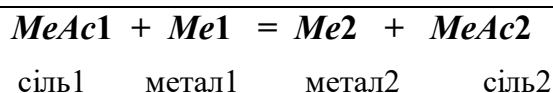
сіль            кислота            сіль            кислота



4. Солі взаємодіють між собою з утворенням нових солей, якщо одна із солей випадає в осад.



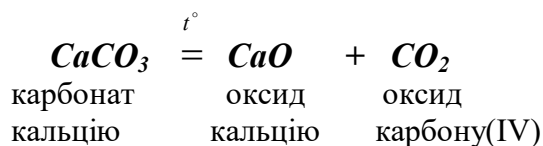
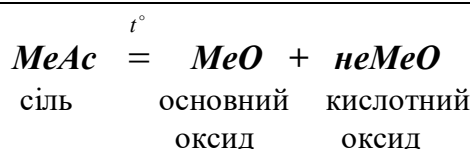
5. Солі можуть взаємодіяти з металами з утворенням нової солі й нового металу. Даний метал може витіснити з розчину солі тільки ті метали, які розташовані праворуч від нього в електрохімічному ряді напруг.



Залізо витісняє мідь з розчину солі міді, тому що залізо більш активний метал, ніж мідь.

$\text{FeSO}_4 + \text{Cu} \neq$  реакція не відбувається.

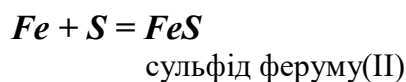
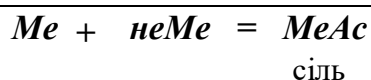
6. Деякі солі розкладаються при нагріванні



Усі способи добування солей засновані на хімічних властивостях найважливіших класів неорганічних сполук.

### Способи добування солей

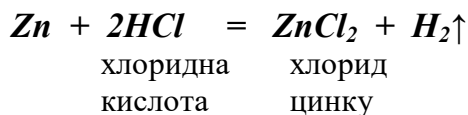
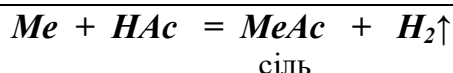
1. При взаємодії металу з неметалом.



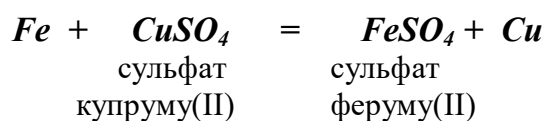
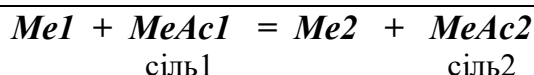


2. При взаємодії металів з кислотами.

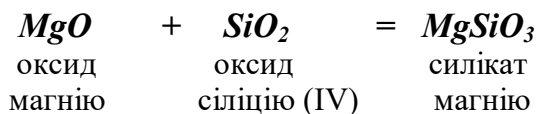
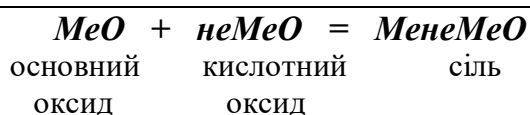
Водень виділяється при взаємодії металів з усіма кислотами, крім нітратної кислоти ( $HNO_3$ ) і концентрованої сульфатної кислоти ( $H_2SO_4$ ).



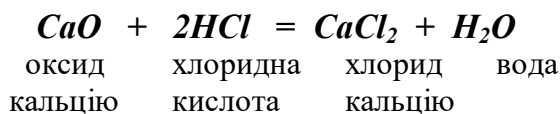
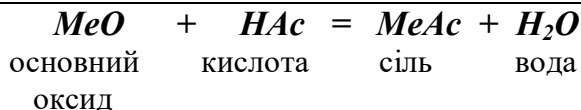
3. При взаємодії металів із солями.



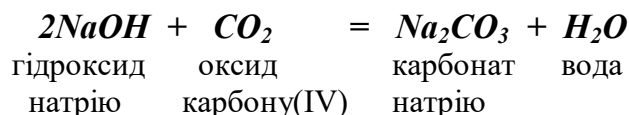
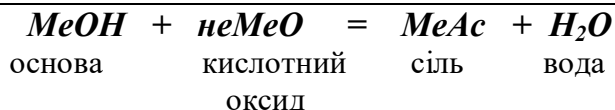
4. При взаємодії основних оксидів з кислотними оксидами.



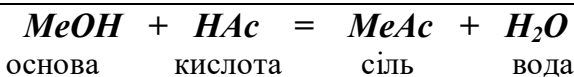
5. При взаємодії основних оксидів з кислотами.

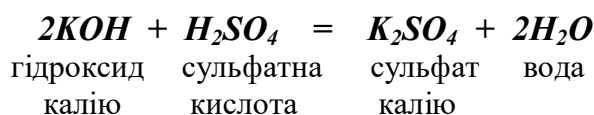


6. При взаємодії основ з кислотними оксидами.

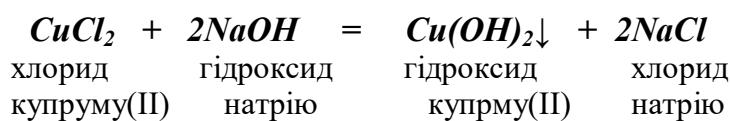
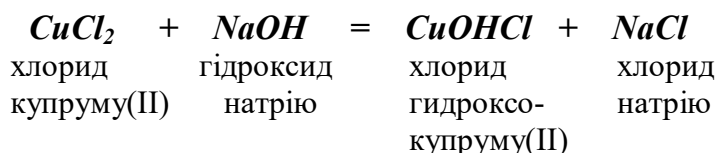
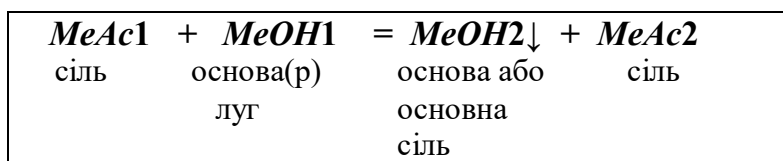


7. При взаємодії основ з кислотами.

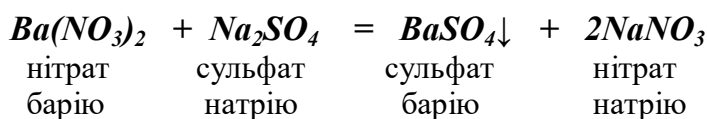
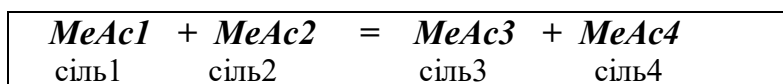




8. При взаємодії лугів із солями.



9. При взаємодії солей між собою.



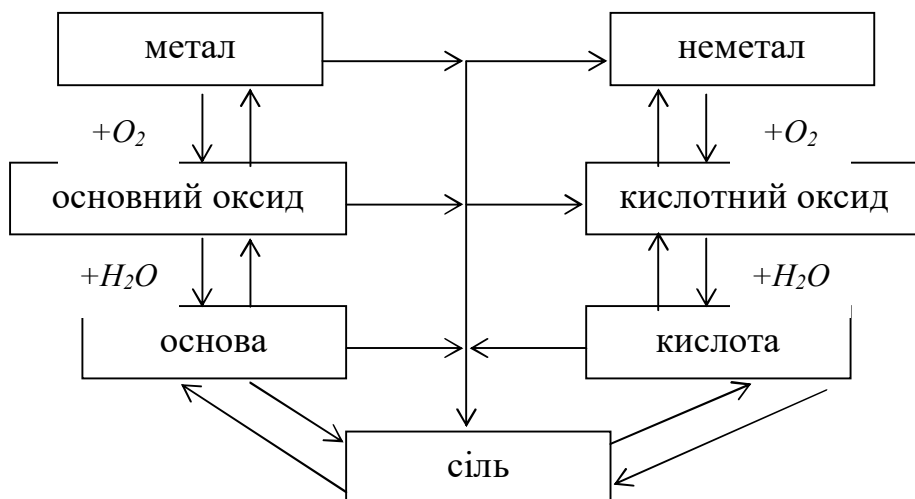
Між хімічними сполуками існує генетичний зв'язок.

Зв'язок між класами неорганічних сполук, що заснований на добуванні речовин одного класу з речовин іншого класу, називається **генетичним**.

Із простих речовин можна добути складні речовини.

Із складних речовин можна добути складні речовини.

Взаємний зв'язок між сполуками та їх перетвореннями свідчить про єдність елементарного складу речовини.



**Завдання 3.** Виконайте вправи.

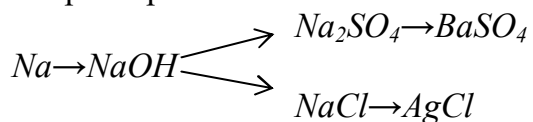
**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

1. Як диссоціюють у воді солі?
2. Як диссоціюють у воді кислі солі?
3. Як диссоціюють у воді основні солі?
4. Як взаємодіють солі з металами? Наведіть приклади.
5. Як взаємодіють солі з кислотами? Наведіть приклади.
6. Як взаємодіють солі з іншими солями? Наведіть приклади.
7. Які способи добування солей ви знаєте?
8. Що називається генетичним зв'язком між класами неорганічних сполук?

**Вправа 2.** Складіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення:  $S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 \rightarrow BaSO_4$ .

**Вправа 3.** Складіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення:  $Ca \rightarrow CaO \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$ .

**Вправа 4.** Складіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення:



**Вправа 5.** Складіть рівняння між кислотами й основами, в результаті яких можна одержати речовини:

- а) нітрат нікелю(II),                      б) сульфід натрію,  
в) гідрокарбонат натрію,                г) гідрофосфат калію.

**Вправа 6.** Складіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення:  $Al \rightarrow Al_2(SO_4)_3 \rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow Al(OH)_2Cl \rightarrow AlCl_3$ .

## Завдання 38. Контрольна робота №3

### Заняття 39. Типи хімічних реакцій. Окисно-відновні реакції

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення.

реакція розкладу	decomposition reaction	réaction de décomposition	تفاعل التحلل
реакція сполучення	compound reaction	réaction composée	تفاعل الإتحاد
реакція заміщення	substitution reaction	réaction de substitution	تفاعل الإحلال
реакція обміну	exchange reaction	réaction d'échange	تفاعل تبادل
складова частина	component	partie	جزء تركيبی
поліморфний	polymorphic	polymorphe	تعدد الأشكال
ендотермічний	endothermic	endothermique	ماص للحرارة
екзотермічний, -а, -е, -і	exothermic	exothermique	طارد للحرارة
термохімічний, -а, -е, -і	thermochemical	thermochimique	ثيرموکیمیائی (کیمیائی حراري)
окисник, -и	oxidizer	oxydant	مؤكسد
відновник, -и	reducing agent	agent réducteur	مختزل
окисно-відновна реакція	redox reaction	réaction redox	التفاعل التأكسدي الإختزالي
окислюватися	oxidizes	oxyder	تأكسد
відновлюватися/відновитися	restore	récupérer	إختزل
оборотний, -а, -е, -і	reversible	réversible	معكوس

необоротний, -a, -i	irreversible	irréversible	غير معكوس
електронний баланс	electronic balance	balance électronique	توازن (تعادل) الإلكتروني
обмінюватися/обмінятися	exchange	partager	للمشاركة

### Зверніть увагу!

1. **Що (н.в.)** ділять на **що (з.в.)** за **чим (о.в.)**? =

= За **чим (о.в.)** **що (з.в.)** ділять на **що (з.в.)**?

За **ознакою** оборотності хімічні **реакції** поділяються на оборотні та необоротні реакції.

2. **Що (н.в.)** обмінюється **чим (о.в.)**

**Молекули** двох речовин обмінюються своїми складовими **частинами**.

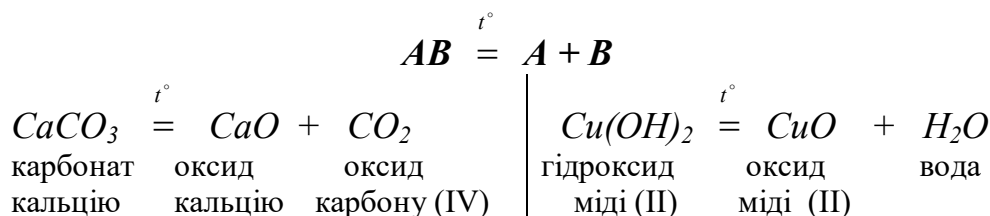
3. **Що (н.в.)** витісняє(заміщає) **що (з.в.)**

**Проста речовина**, витісняє (заміщає) **атоми** в складній речовині.

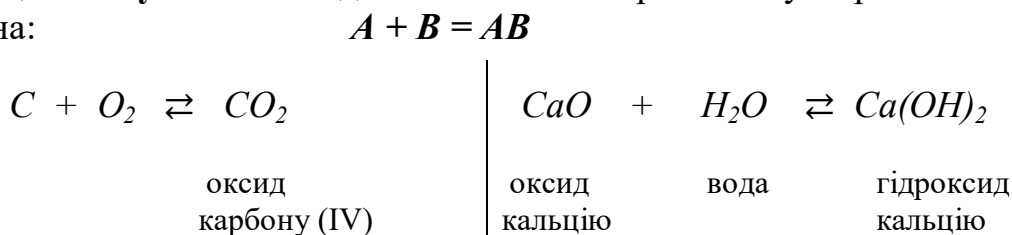
**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

**I.** За зміною числа вихідних і кінцевих речовин реакції діляться на:

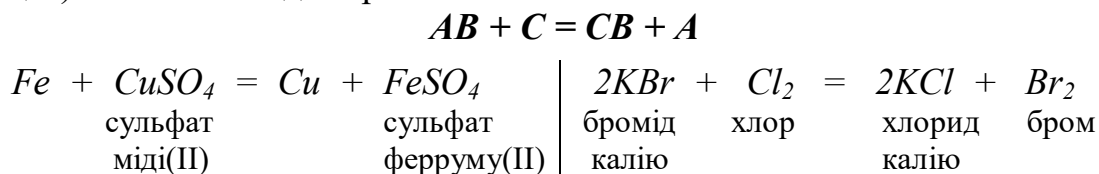
**1. Реакції розкладу** – з однієї речовини утворюється кілька нових речовин:



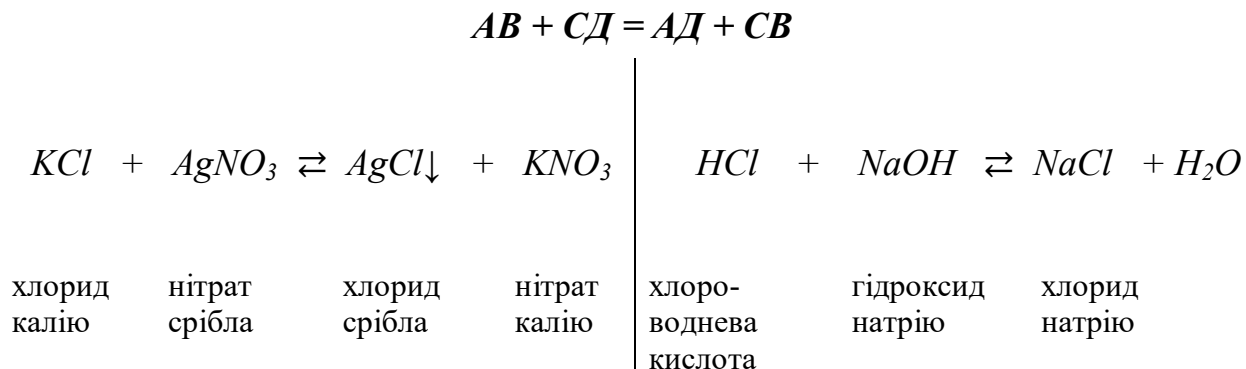
**2. Реакції сполучення** – з двох або кількох речовин утворюється одна нова речовина:



**3. Реакція заміщення** - це реакція, при якій проста речовина, витісняє (заміщає) атоми в складній речовині.

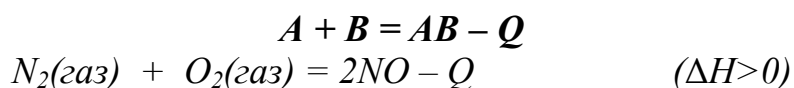


**4. Реакція обміну** - молекули двох речовин обмінюються своїми складовими частинами.

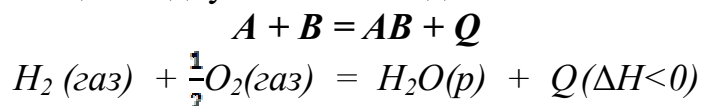


**II. За виділенням або поглинанням енергії реакції діляться на:**

**1. Ендотермічні реакції** – відбуваються з поглинанням теплоти.



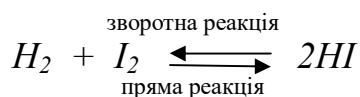
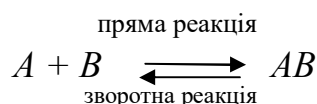
**2. Екзотермічні реакції** – відбуваються з виділенням теплоти.



Для запису таких реакцій використовують спеціальні термохімічні рівняння.

**III. За ознакою оборотності хімічні реакції поділяються на оборотні та необоротні.**

**1. Оборотні реакції** – це реакції, які за даної температури відбуваються в двох протилежних напрямках – прямому і зворотному.

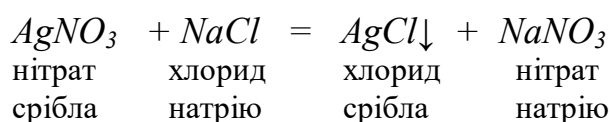


**2. Необоротні реакції** – це реакції, які відбуваються в одному напрямку.

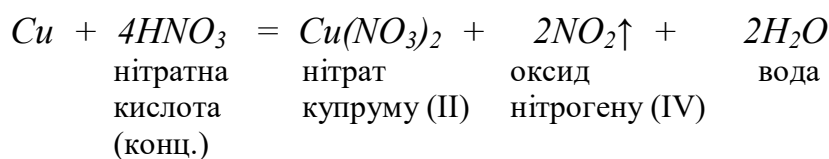


#### **Умови необоротності хімічних реакцій:**

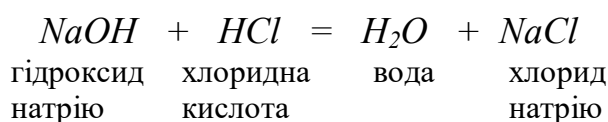
а) утворення осаду ( $\downarrow$ )



б) утворення газу ( $\uparrow$ )



в) утворення води



**IV. За ознакою зміни ступеня окиснення реагуючих речовин бувають реакції окисно-відновні (ОВР) і реакції, які відбуваються без зміни ступеня окиснення елементів.**

**Окисно-відновні реакції** – це реакції зі зміною ступеня окиснення реагуючих речовин.

В окисно-відновній реакції беруть участь окисник і відновник.

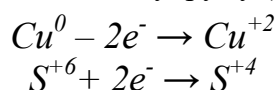
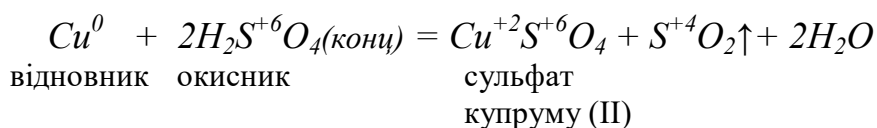
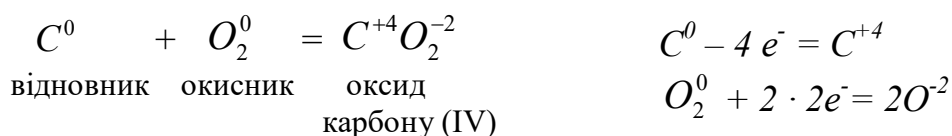
**Окисники** – це речовини, атоми, молекули або іони яких можуть приєднувати електрони. Окисник, приєднуючи електрон, відновлюється.

**Відновники** – це речовини, атоми, молекули або іони яких можуть віддавати електрони, окислюватися.

Усі окисно-відновні реакції ділять на три групи:

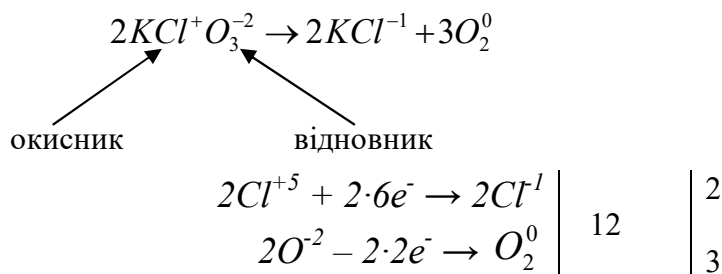
### 1. Реакції міжатомного і міжмолекулярного окиснення-відновлення

Окисник і відновник – це різні речовини.



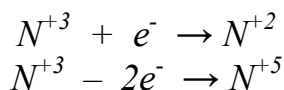
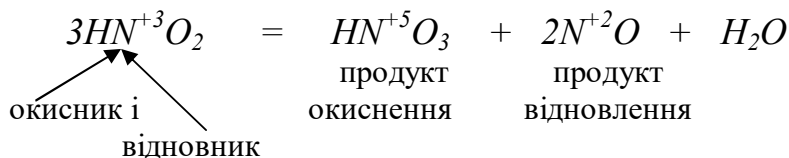
### 2. Реакції внутрішньомолекулярного окиснення-відновлення.

Окисник і відновник входять до складу однієї складної речовини.



### 3. Реакція диспропорціонування

(Самоокиснення-самовідновлення) – окисником і відновником є атоми одного і того ж елемента, які знаходяться в проміжному ступені окиснення.



Для складання рівнянь окисно-відновних реакцій використовують **метод електронного балансу**.

В основі цього методу лежить правило:

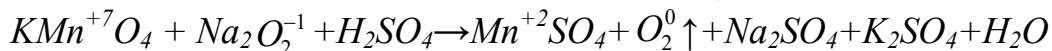
**Загальне число електронів, які віддає відновник, завжди дорівнює загальній кількості електронів, які приєднує окисник.**

### Складання рівнянь окисно-відновних реакцій методом електронного балансу.

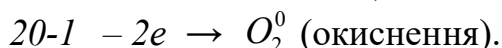
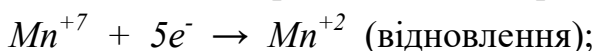
1. Скласти схему реакції:



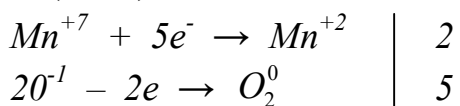
2. Визначити, атоми яких елементів змінюють ступені окиснення:



3. Скласти електронний баланс процесів окиснення і відновлення.



4. В електронному балансі підібрати такі множники, щоб число електронів, які віддає відновник ( $O^{-1}$ ), дорівнювало б числу електронів, які приєднує окисник ( $Mn^{+7}$ ). Ці множники є коефіцієнтами для складання рівнянь.

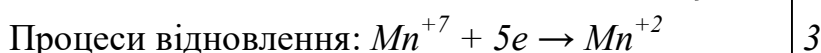
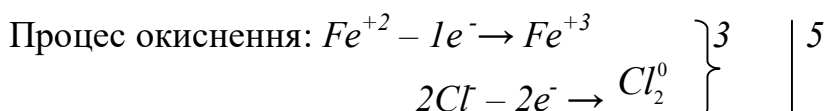
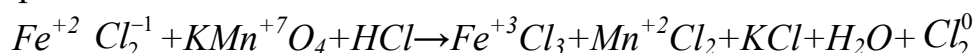


5. Перенести ці коефіцієнти у схему реакції. Потім підібрати коефіцієнти для інших речовин реакції:



Зустрічаються реакції, в яких число атомів, що змінюють свій ступінь окиснення, більше двох. Тоді визначають загальне число електронів, відданих відновником, і загальне число електронів, прийнятих окисниками. Потім знаходять коефіцієнти звичайним способом.

Наприклад:



$Fe^{+2}$ ,  $Cl^{-1}$  – відновники;

$Mn^{+7}$  – окисник;



**Завдання 3.** Виконайте вправи.

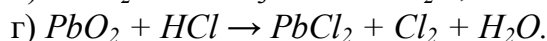
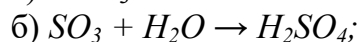
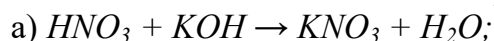
**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

1. Які види класифікації хімічних реакцій ви знаєте?
2. Як класифікують хімічні реакції щодо зміни числа вихідних і кінцевих речовин?
3. Як класифікують реакції за виділенням або поглинанням теплоти?
4. Які бувають реакції за ознакою оборотності?
5. Які умови необоротності хімічних реакцій?
6. Які реакції називаються окисно-відновними?
7. Який процес називається: а) окисненням? б) відновленням?
8. Які речовини називаються: а) окисниками; б) відновниками?

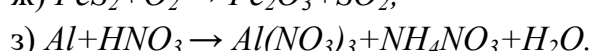
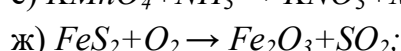
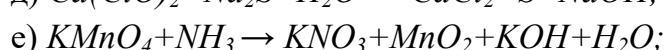
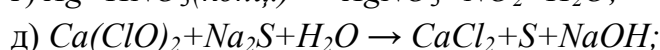
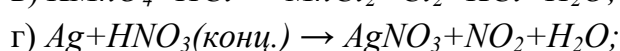
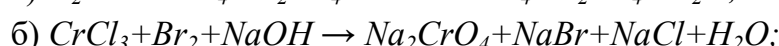
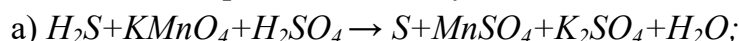
9. Які існують типи окисно-відновних реакцій?

10. Яке правило лежить в основі методу електронного балансу?

**Вправа 2.** Які з зазначених нижче схем є схемами окисно-відновних реакцій? Для останніх визначте коефіцієнти методом електронного балансу:



**Вправа 3.** Складіть рівняння окисно-відновних реакцій, використовуючи метод електронного балансу.



## Заняття 40. Тепловий ефект хімічних реакцій. Закон Гесса

**Завдання 1.** Слухайте, читайте і повторюйте слова і словосполучення.

проміжний, -а, -е, -і	intermediate	intermédiaire	متوسط
агрегатний стан	state of aggregation	état d'agrégation	جميع حالة الت
твердий, -а, -е, -і	solid	solid	صلب
рідкий, -а, -е, -і	liquid	liquide	سائل
газоподібний, -а, -е, -і	gaseous	gazeux	غازي
ендотермічний, -а, -е, -і	endothermic	endothermique	ماص للحرارة
екзотермічний, -а, -е, -і	exothermic	exothermique	رة إكسوثرمی متسمبإطلاق الحرا
термохімічний	thermochimic	thermochemical	حرارية و
кінцевий, -а, -е, -і	final	la finale	النهائي
вихідний, -а, -е, -і	initial	initiale	أصل
тепловий ефект	heat effect	effet de chaleur	تأثير الحرارة
термохімія	thermochemistry	thermochimie	الكيمياء الحرارية
термохімічне рівняння	thermochemical equation	équation thermochimique	معادلة حرارية
залежати/ не залежати (від чого)	to depend / do not depend	dépendre / ne pas dépendre	أن تعتمد / لا تعتمد
виділення теплоти	calorification	dégagement de chaleur	إطلاق الحرارة
поглинання теплоти	heat absorption	absorption de	امتصاص الحرارة

**Зверніть увагу!**

1. **Що (н.в.)** залежить від **чого (р.в.)**

Тепловий ефект залежить від стану вихідних речовин

2. **Що (н.в.)** поділяють на **що (з.в.)** за **чим (о.в.)**? =

= За **чим (о.в.)** **що (з.в.)** поділяють на **що (з.в.)**



За ознакою оборотності хімічні **реакції** поділяють на оборотні та необоротні **реакції**.

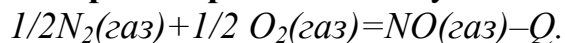
3. **Що (н.в.)** називається **чим (о.в.)**

Хімічні **реакції**, які відбуваються з поглинанням теплоти, називаються **ендотермічними**.

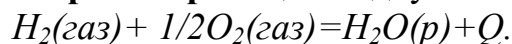
**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

За виділенням або поглинанням енергії реакції поділяються на:

**1. Ендотермічні реакції** – відбуваються з поглинанням теплоти.

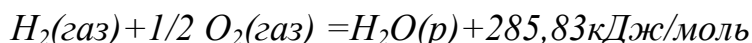


**2. Екзотермічні реакції** – відбуваються з виділенням теплоти.



Кількість теплоти, що поглинається або виділяється в результаті реакції, називається **теплотою хімічної реакції (тепловим ефектом)**, а рівняння – **термохімічним рівнянням**.

Наприклад, термохімічне рівняння реакції утворення води з водню і кисню записують так:



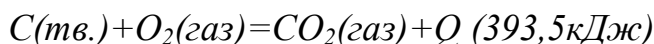
Величина 285,83кДж / моль є теплою утворення води, а біля формул речовини вказані агрегатні стани:

(тв) – твердий, (р) – рідкий, (г) – газоподібний.

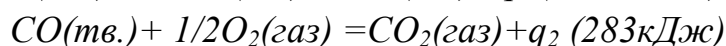
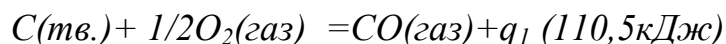
В основу термохімічних розрахунків покладені закони термохімії. Найважливішим законом, на якому засновані термохімічні обчислення, є закон Гесса (закон суми теплових ефектів):

**тепловий ефект хімічної реакції залежить від стану вихідних речовин і кінцевих продуктів, але не залежить від проміжних стадій реакції.**

Наприклад, тепловий ефект реакції окиснення карбону в оксид карбону (IV) не залежить від того, чи проводиться це окиснення безпосередньо:



або через проміжну стадію утворення оксиду вуглецю (II):



$$Q=q_1+q_2$$

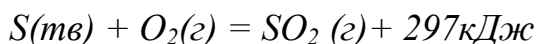
Із закону Гесса слідує: якщо відомі загальний тепловий ефект реакції і тепловий ефект однієї з двох її проміжних стадій, можна обчислити тепловий ефект іншої проміжної стадії.

Завдяки закону Гесса можна складати раціони харчування для різних груп людей, наприклад, спортсменів, дітей або літніх людей, а також хворих на різні види захворювань.

Завдяки закону Гесса проводиться вивчення складних біохімічних процесів перетворення енергії в живому організмі. Це допомагає встановити причини багатьох захворювань і знаходити нові способи лікування.

### Розрахунки за термохімічними рівняннями.

Скільки грамів сірки згоріло, якщо в результаті реакції виділилося 59,4кДж теплоти за термохімічним рівнянням?



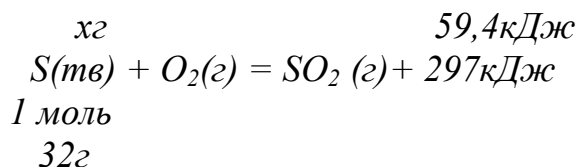
Розв'язання:

1) записати рівняння реакції, підкреслити необхідні дані



2) над (вгорі) підкресленими формулами вказати дані за умовою задачі;

3) під (внизу) формулою сірки (S) вказати число моль речовини, масу 1 моля сірки (S)



4) скласти математичну пропорцію і визначити масу сірки  $\frac{xг}{32г} = \frac{59,4кДж}{297кДж}$

$$x = \frac{32г \cdot 59,4кДж}{297кДж}$$

Відповідь:  $x=6,4г$  сірки (S).

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

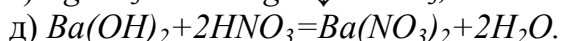
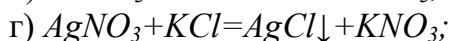
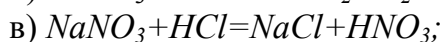
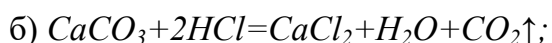
1. Які види класифікації хімічних реакцій ви знаєте?
2. Як класифікують хімічні реакції щодо зміни числа вихідних і кінцевих речовин?
3. Які бувають реакції за ознакою оборотності?
4. Які умови незворотності хімічних реакцій?
5. Як класифікують реакції за виділенням або поглинанням теплоти?
6. Які реакції називаються ендотермічними?
7. Які реакції називаються екзотермічними?
8. Що називається теплотою хімічної реакції?
9. Які сполуки називаються екзотермічними?
10. Які сполуки називають ендотермічними?
11. Сформулюйте закон Гесса?

**Вправа 2.** Які з реакцій екзотермічні, а які ендотермічні?

- а)  $Pb(тв.) + S(тв.) = PbS(тв.) + 94,3кДж$ ;
- б)  $C(тв.) + O_2(газ) = CO_2(газ) + 409,2кДж$ ;
- в)  $1/2N_2(газ) + 1/2O_2(газ) = N_2O(газ) - 90,2кДж$ ;
- г)  $C(тв.) + S_2(тв.) = CS_2(тв.) - 82,01кДж$ .

**Вправа 3.** Які з реакцій є необоротними?

- а)  $BaCl_2 + Na_2SO_4 = BaSO_4 \downarrow + 2NaCl$ ;



**Вправа 4.** За термохімічним рівнянням  $S(\text{тв}) + \text{O}_2(\text{г}) = \text{SO}_2(\text{г}) + 297\text{кДж}$  розрахуйте:

а) скільки теплоти виділяється при згорянні 48г сірки?

б) скільки літрів кисню (н.у.) вступає в реакцію з сіркою, якщо в результаті реакції виділяється 891кДж теплоти?

## Заняття 41. Швидкість хімічних реакцій. Закон діючих мас

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення:

концентрація, -ії	concentration	concentration	تركيز
реагувати	to react	répondre	تفاعلي
присутність	presence	présence	حضور
поширюватися / поширитися	to spread	se répandre	لنشر
зростання	increase	augmenter	زيادة
відповідно	respectively	en conséquence	على التوالي
каталізатор, -и	catalyst	catalyseur	الحفاز
інгібітор, -и	inhibitor	inhibiteur	المانع
сповільнювати / уповільнити	to slow down	ralentir	إبطاء
гомогенний, -а, -е, -і	homogeneous	homogène	متجانس
гетерогенний, -а, -е, -і	heterogeneous	hétérogène	متنوع
інтенсифікація	intensification	intensification	تكثيف
мати великий вплив	have a big influence	avoir un grand impact	يكون لها تأثير كبير
вимірювати/виміряти	to measure	mesurer	لقياس
вибух, -и	explosion	éclater	انفجار

### Зверніть увагу!

1. При зростанні **чого (р.в.)** При зростанні температури.

2. **Що (н.в.)** має великий вплив на **що (з.в.)** =  
= На **що (з.в.)** має великий вплив **що (н.в.)**

**Каталізатори** мають великий вплив на **швидкість** хімічної реакції.

3. **Що (з.в.)** пояснюється **чим (о.в.)**

**Залежність** швидкості реакції від концентрації реагуючих речовин пояснюється **законом дії мас**.

4. **Що (н.в.)** вимірюється **чим (о.в.)**

**Швидкість** хімічної реакції вимірюється **зміню** концентрацій реагуючих речовин за одиницю часу.

**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

Хімічна кінетика – це вчення про швидкість хімічних реакцій і про залежність цієї швидкості від різних факторів (умов).

Швидкість хімічної реакції вимірюється зміню концентрацій реагуючих речовин за одиницю часу.

**Швидкість хімічної реакції залежить:**

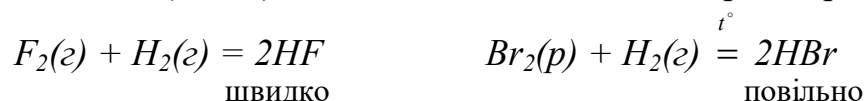
- 1) від природи реагуючих речовин;
- 2) від концентрацій реагуючих речовин;
- 3) від температури;
- 4) від присутності каталізатора.

### 1. Вплив природи реагуючих речовин.

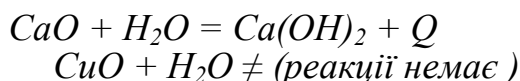
Швидкість залежить від агрегатного стану речовини, характеру зв'язків, будови речовини.

Наприклад: реакції між газоподібними речовинами йдуть з вибухом, в розчинах швидко, а між твердими речовинами дуже повільно.

**Фтор** (газ) з **воднем**(газом) реагує з вибухом при кімнатній температурі, а **бром** (рідкий) з **воднем**(газом) взаємодіє повільно навіть при нагріванні.



Оксид кальцію вступає в реакцію з водою енергійно, з виділенням теплоти; оксид міді – не реагує.



### 2. Вплив концентрації реагуючих речовин.

Щоб відбулася реакція, необхідне зіткнення частинок реагуючих речовин. Чим більша концентрація речовин, тим частіше відбуваються такі зіткнення.

Залежність швидкості реакції від концентрації реагуючих речовин пояснює **закон діючих мас**:

**Швидкість хімічної реакції прямо пропорційна добутку молярних концентрацій реагуючих речовин**

**Запам'ятайте!** Швидкість залежить від концентрації газоподібних і рідких речовин і не залежить від концентрації твердих речовин.

Якщо в реакції  $A + B = C$  концентрацію речовин **A** і **B** позначити через **[A]** і **[B]**, то вираз для швидкості цієї реакції буде мати такий вигляд:

$$v = k \cdot [A] \cdot [B],$$

де **k** - константа швидкості реакції, величина якої залежить від хімічних властивостей реагуючих речовин і температури.

Для рівняння  $mA + nB = C$  вираз швидкості реакції має вигляд:

$$v = k \cdot [A]^m \cdot [B]^n$$

Наприклад:  $2SO_2(g) + O_2(g) = 2SO_3(g)$        $2Fe(m.v.) + 3Cl_2(g) = 2FeCl_3(m.v.)$

$$v = k[SO_2]^2[O_2]$$

$$v = k[Cl_2]^3$$

**Задача 1.** Як зміниться швидкість синтезу аміаку  $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ ,

якщо концентрацію водню збільшити в три рази?

$$v_1 = k[N_2][H_2]^3 \quad v_2 = k[N_2][3H_2]^3 = k[N_2] \cdot 3^3 \cdot [H_2]^3 = 27v_1$$

**Відповідь:** швидкість збільшиться в 27 разів.

### Вплив концентрації реагуючих речовин на швидкість хімічних реакцій в організмі людини.

Якщо хворий приймає ліки, він збільшує концентрацію деяких речовин і, таким чином, швидкість деяких біохімічних процесів. Тому правильне дозування ліків має дуже велике значення в медицині.

### 3. Вплив температури на швидкість реакцій.

Правило Вант-Гоффа: При підвищенні температури на кожні 10 градусів швидкість хімічних реакцій збільшується в 2-4 рази.

де  $t_1$  – початкова температура;  
 $t_2$  – кінцева температура;  
 $\gamma$  – температурний коефіцієнт (показує у скільки разів збільшиться швидкість реакції, якщо підвищити температуру на 10 градусів.)

$$v_2 = v_1 \cdot \gamma^{\frac{(t_2 - t_1)}{10}}$$

**Задача 2.** Як зміниться швидкість реакції, якщо температуру підвищили з 10<sup>0</sup>С до 40<sup>0</sup>С, а  $\gamma = 3$ .

Дано:

$t_1 = 10^\circ$	$v_2 = v_1 \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$
$t_2 = 40^\circ$	$v_2 = v_1 \cdot 3^{\frac{40 - 10}{10}}$
$\gamma = 3$	$v_2 = v_1 \cdot 3^3$
$v_2 - ?$	$v_2 = 27 v_1$

**Відповідь:** швидкість збільшиться в 27 разів.

### 5. Вплив каталізатора.

Великий вплив на швидкість хімічної реакції мають каталізатори.

**Каталізатори** – це речовини, які збільшують швидкість хімічної реакції, але не входять до складу її продуктів. В організмі людини це ферменти (ензими).

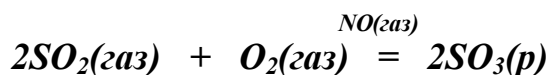
**Інгібітори** – це речовини, які уповільнюють (зменшують) швидкість небажаної хімічної реакції. Наприклад, корозія металів. До інгібіторів відносяться різні консерванти, антиоксиданти.

Хімічний процес за участю каталізаторів називається **каталізом**.

Розрізняють гомогенний і гетерогенний каталіз.

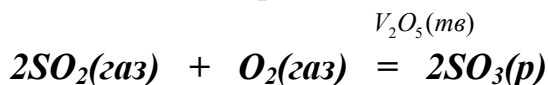
При **гомогенному каталізі** і каталізатор, і реагуючі речовини знаходяться в однаковому агрегатному стані (газоподібному або рідкому).

Наприклад: NO (газ) - каталізатор для реакції



**Гетерогенні каталізатори** – перебувають в різних агрегатних станах з реагуючими речовинами.

Наприклад:  $V_2O_5$  (кристалічний) – гетерогенний каталізатор для реакції



Застосування каталізаторів дозволяє інтенсифікувати багато технологічних процесів.

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповідь на запитання.

1. Що вивчає хімічна кінетика?
2. Чим вимірюється швидкість хімічної реакції?
3. Від чого залежить швидкість хімічної реакції?
4. Сформулюйте закон діючих мас.
5. Як змінюється швидкість хімічної реакції при зміні температури?
6. Що називається каталізатором?
7. Що називається інгібітором?
8. Які особливості гомогенного каталізу?
9. Які особливості гетерогенного каталізу?

## Заняття 42. Хімічна рівновага. Принцип Ле-Шательє

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення:

хімічна рівновага	chemical equilibrium	équilibre chimique	التوازن الكيميائي
оборотна реакція	reversible reaction	réaction réversible	للتعكاس قابل فعل رد
необоротна реакція	irreversible reaction	réaction irréversible	رد فعل لا رجعة فيه
пряма реакція	direct reaction	réaction directe	رد فعل مباشر
зворотна реакція	back reaction	retour de bâton	رد فعل عنيف
динамічний, -а, -е, -і	dynamic	dynamique	ديناميكي
компонент, -и	component	composant	عنصر
невизначено	indefinitely	indéfiniment	غير مؤكد
протидія, -ії	counteraction	contrecarrer	معارضة
підвищення	increasing	coup de pouce	زيادة
зниження	lowering	abaissement	خفض
охолодження	cooling	refroidissement	تبريد

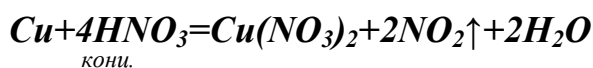
**Зверніть увагу!**

1. **Що (н.в.) є яким(о.в.)** Хімічна **рівновага** є динамічною.
2. **Що (н.в.) може зберігатися як** Хімічна **рівновага** при незмінних умовах може зберігатися **довго**.

**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

Хімічні реакції часто відбуваються так, що вихідні речовини повністю перетворюються на продукти реакції.

Наприклад: реакція між міддю і концентрованою нітратною кислотою за достатньої кількості нітратної кислоти триватиме до повного розчинення міді:

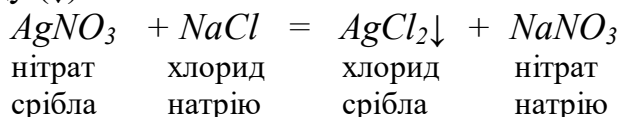


Але якщо пропустити оксид азоту(IV) через розчин нітрату міді ( $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ), ми не отримаємо металічну мідь: перебіг цієї реакції неможливий в зворотному напрямку. Вона не є оборотною.

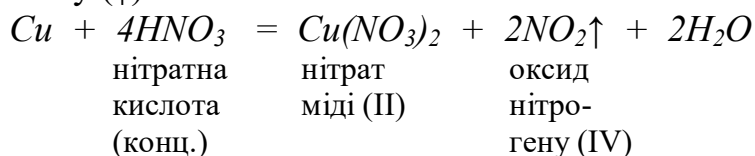
**Необоротними** називаються реакції, в яких вихідні речовини практично повністю перетворюються в кінцеві продукти.

### Умови необоротності хімічних реакцій:

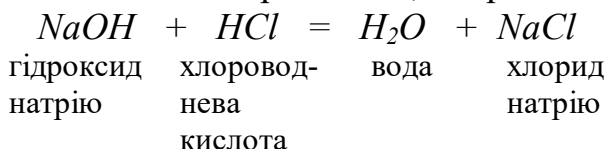
а) утворення осаду ( $\downarrow$ )



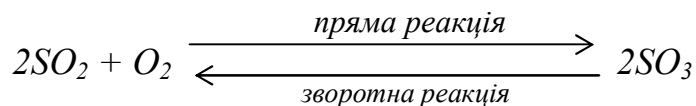
б) утворення газу ( $\uparrow$ )



в) утворення малодисоційованої речовини, наприклад води



Хімічні реакції, які за даної температури відбуваються в двох протилежних напрямках – прямому і зворотному – називаються **оборотними**.

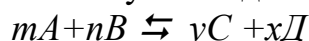


Якщо швидкості прямої і зворотної реакції стають рівними, настає хімічна рівновага.

**$v_{\text{пряма}} = v_{\text{зворотна}}$  - хімічна рівновага.**

Хімічна рівновага є динамічною, тому що при настанні рівноваги хімічна реакція не припиняється, без зміни залишаються концентрації компонентів реакції. У стані рівноваги за одиницю часу утворюється така ж кількість молекул продуктів реакції, яка перетворюється в вихідні речовини. За постійної температури та тиску рівновага оборотної реакції може зберігатися невизначено довгий час. Стан рівноваги оборотного процесу характеризується константою рівноваги.

Наприклад: для записаної в загальному вигляді оборотної хімічної реакції



згідно із законом діючих мас, швидкості прямої ( $v_{\text{прям}}$ ) і зворотної ( $v_{\text{зворотн}}$ ) реакцій відповідно рівні

$$v_{\text{прям}} = k_{\text{прям}} \cdot [A]^m \cdot [B]^n$$

$$v_{\text{зворотн}} = k_{\text{зворотн}} \cdot [C]^y \cdot [D]^x$$

Для встановлення рівноваги, коли швидкості прямої і зворотної реакцій рівні ( $v_{\text{прям}} = v_{\text{звор}}$ ), можна записати  $k_{\text{прям}} \cdot [A]^m \cdot [B]^n = k_{\text{зворотн}} \cdot [C]^y \cdot [D]^x$

$$\text{звідки} \quad K_{\text{рівн}} = \frac{k_{\text{прям}}}{k_{\text{зворотн}}} = \frac{[C]^y \cdot [D]^x}{[A]^m \cdot [B]^n},$$

де  $K$  – константа рівноваги, що заміняє собою відношення двох постійних величин  $k_{\text{прям}}$  і  $k_{\text{зворотн}}$ .

Наприклад:  $K_{\text{рівн}} = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 \cdot [O_2]}$

Хімічна рівновага за незмінних умов може зберігатися довго. Але при зміні умов відбувається зміщення хімічної рівноваги за правилом Ле-Шательє (1884): **якщо змінити одну із умов, за якої система знаходиться в рівновазі - температуру, тиск або концентрацію, то рівновага зміщується в напрямку тієї реакції, яка протидіє цій зміні.**

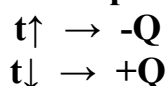
Розглянемо окремо вплив змін температури, тиску і концентрації на стан хімічної рівноваги на прикладі реакції синтезу аміаку з азоту і водню:



### **Вплив зміни температури (t).**

З рівняння оборотної реакції синтезу аміаку з азоту і водню видно, що пряма реакція  $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3 + 92 \text{ кДж}$  екзотермічна, а зворотна реакція розкладання аміаку  $2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2 - 92 \text{ кДж}$  – ендотермічна. Тому, при збільшенні температури рівновага буде зміщуватися в бік зворотної (ендотермічної) реакції, яка протидіє підвищенню температури. При зниженні температури рівновага буде зміщуватися в бік прямої (екзотермічної) реакції, яка протидіє охолодженню.

Можна зробити висновок: **при підвищенні температури рівноважної системи рівновага зміщується в бік ендотермічної реакції, а при зниженні температури - в сторону екзотермічної реакції.**



В реакціях, які відбуваються без теплових ефектів, зміна температури не викликає зміщення рівноваги. У цьому випадку підвищення температури призводить тільки до швидшого встановлення рівноваги.

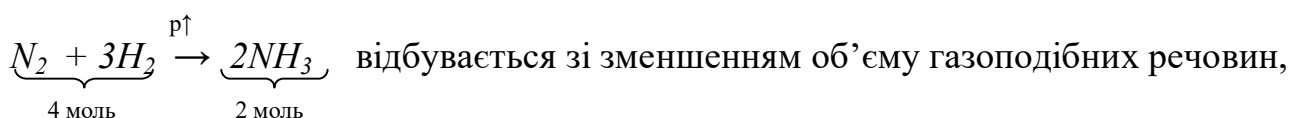
### **Вплив концентрації реагуючих речовин на стан рівноваги.**

При збільшенні концентрацій азоту або водню рівновага буде зміщуватися в бік зменшення цих концентрацій, тобто в бік утворення аміаку.

### **Вплив тиску (p).**

Зміна тиску зміщує рівновагу системи, якщо реакція йде між газами, і при цьому змінюються об'єми газоподібних речовин.

Наприклад: пряма реакція синтезу аміаку



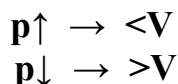


а зворотна реакція синтезу аміаку



Тому, підвищення тиску зміщує рівновагу в бік прямої реакції та перешкоджає протіканню зворотної реакції.

**Підвищення тиску зміщує рівновагу в бік утворення менших об'ємів, а зниження тиску - в бік утворення більших об'ємів.**



Якщо в процесі оборотної реакції об'єми газоподібних речовин не змінюються, то зміна тиску не впливає на стан рівноваги системи.

Наприклад: в реакції  $I_2 + H_2 = 2HI$  під дією тиску рівновага не зміщується.

### **Вплив каталізаторів.**

Каталізатори не зміщують хімічну рівновагу, бо вони однаково впливають на швидкість прямої і зворотної реакції. У присутності каталізаторів рівновага настає швидше.

Застосування принципу Ле-Шательє до оборотних реакцій дає можливість управляти хімічними процесами.

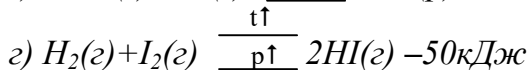
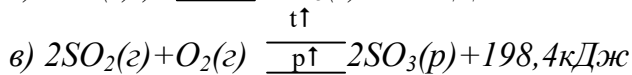
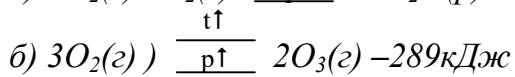
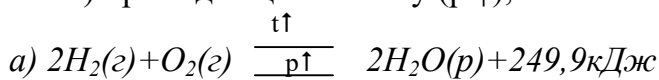
**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповідь на запитання.

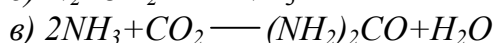
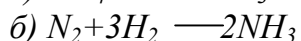
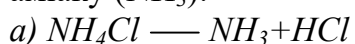
1. Яка реакція називається необоротною? Наведіть приклади.
2. Яка реакція називається оборотною? Наведіть приклади.
3. За яких умов порушується рівновага оборотної реакції?
4. Що називається константою рівноваги?
5. Від чого залежить константа рівноваги?
6. Що характеризує константа рівноваги?
7. Сформулюйте принцип Ле-Шательє.

**Вправа 2.** В який бік зміщується рівновага в реакціях:

- а) при підвищенні температури ( $t \uparrow$ );
- б) при підвищенні тиску ( $p \uparrow$ );



**Вправа 3.** В який бік зміщується рівновага системи при збільшенні концентрації аміаку ( $NH_3$ ):



## Заняття 43. Розчини. Розчинність

Завдання 1. Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення:

розчин, -и	solution	solution	محلول
розчинність, -і	solubility	solubilité	قابلية الذوبان
сольватація	solvation	la solvation	تذابوب: ظاهرة توحيد جزيئات المذيب والمواد المذابة
гідратація	hydration	l'hydratation	تفاعل ضم الماء
розчинений, -а, -е, -і	dissolved	dissous	مذاب
насичений, -а, -е, -і	saturated	saturé	محلول مشبع
пересичений, -а, -е, -і	supersaturated	sursaturé	محلول مفرط الإشباع
кристалізація	crystallization	cristallisation	تبلور
кристалогідрат, -и	hydrate crystalline	hydrate cristallin	هيدرات بلورية
гомогенний, -а, -е, -і	homogeneous	homogène	متجانس
гетерогенний, -а, -е, -і	heterogeneous	hétérogène	متغاير الخواص
випарювання	evaporation	évaporation	تبخير

### Зверніть увагу!

1. **Що (н.в.)** відбувається як Хімічний процес розчинення відбувається з **виділенням теплоти**.
2. **Що (н.в.)** показує що (з.в.) **Залежність** розчинності від температури показують **криві** розчинності.

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

**Розчин** – це гомогенна система, яка складається з двох або більше компонентів: розчинника і розчинених речовин і продуктів їх взаємодії. Речовина в розчині знаходиться в молекулярному або іонному стані.

Розчини бувають рідкими, твердими і газоподібними.

**Рідкі** – це розчини солей, цукру, спирту у воді, розчин йоду в спирті.

**Тверді** – сплави металів (латунь: Cu + Zn, бронза: Cu + Sn).

**Газоподібні** – суміші газів, наприклад, повітря.

Найпоширенішими є рідкі розчини. Вони складаються з розчинника (рідини) і розчинених речовин (газоподібних, рідких, твердих).

Рідкі розчини можуть бути водними та неводними. **Водні розчини** – це розчини, в яких розчинником є вода. **Неводні розчини** – це розчини, в яких розчинником є інші рідини (бензол, спирт, ефір).

**Розчинення** – складний фізико-хімічний процес:

- фізичний процес – руйнування структури речовини, що розчиняється і розподіл його частинок між молекулами розчинника;
- хімічний процес – взаємодія молекул розчинника з частинками розчиненої речовини, що відбувається одночасно.

В результаті цієї взаємодії утворюються сольвати, гідрати.

**Сольвати** – це продукти змінного складу, які утворюються при хімічній взаємодії часток розчиненої речовини з молекулами розчинника.

Якщо розчинником є вода, то утворені сполуки називаються **гідратами**.

Процес утворення сольватів називається **сольватацією**.

Процес утворення гідратів називається **гідратацією**.

У 1887 р Д.І.Менделєєв розробив гідратну теорію розчинів, яка довела, що розчинення – складний фізико-хімічний процес.

Фізичний процес розчинення відбувається з поглинанням теплоти, хімічний – з виділенням теплоти.

Тепловий ефект розчинення дорівнює сумі теплових ефектів фізичного і хімічного процесів.

При випарюванні розчинів можна виділити гідрати деяких речовин.

**Кристалогідрати** – це тверді речовини, до складу яких входить певне число молекул води.

$CuSO_4 \cdot 5H_2O$  – мідний купорос;

$FeSO_4 \cdot 5H_2O$  – залізний купорос;

$CaSO_4 \cdot 2H_2O$  – гіпс.

Вода, яка входить до складу кристалогідратів, називається кристалізаційною водою.

**Розчинність** – це здатність однієї речовини рівномірно розподілятися в об'ємі іншої. Вона залежить від природи розчинника і розчиненої речовини, від температури і тиску (для газів).

**Коефіцієнт розчинності** – це максимальне число грамів речовини, яке може за даної температури розчинитися в 100г розчинника. Розчинність часто виражають в грамах на літр (г/л).

За розчинністю у воді речовини умовно ділять на три групи: добре **розчинні (Р)**, малорозчинні(**М**) і практично **нерозчинні(Н)**.

Розчинність більшості твердих і рідких речовин збільшується при підвищенні температури.

Розчинність газів при підвищенні температури зменшується, а при підвищенні тиску збільшується.

Залежність розчинності твердих речовин від температури показують криві розчинності.

При розчиненні речовин утворюються насичені і ненасичені розчини.

Розчин, в якому за даної температури речовина більше не розчиняється, називається **насиченим**.

Розчин, в якому за даної температури речовина ще може розчинятися, називається **ненасиченим**.

Розчин, в якому розчиненої речовини міститься більше, ніж в насиченому розчині за умови тієї ж температури, називається **пересиченим**.

**Пересичений розчин** – це нестійка система, яку отримують охолодженням насичених розчинів, отриманих при більш високих температурах.

Процес виділення речовини шляхом випаровування або охолодження його насиченого розчину називається **перекристалізацією**. Її використовують для очищення речовин.

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

1. Що таке розчини?
2. Як класифікують розчини за агрегатним станом?
3. З яких компонентів складається рідкий розчин?
4. Які процеси відбуваються при розчиненні речовин в рідких розчинниках?
5. Що називається сольватами?
6. Що називається гідратами?
7. Що називається сольватацією?
8. Що називається гідратацією?
9. Хто створив гідрадную теорію розчинів?
10. Чому дорівнює тепловий ефект розчинення?
11. Які розчини називаються: а) насиченими; б) ненасиченими; в) пересиченими.
12. Що називається розчинністю?
13. Що показує коефіцієнт розчинності?
14. Від яких факторів залежить розчинність речовин?

**Вправа 2.** Розчинність бромиду натрію при 20°C дорівнює 905г/л. Яку масу цієї солі можна розчинити у воді масою 900г при 20°C?

**Вправа 3.** Визначте масову частку кристалізаційної води в мідному купоросі ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) і в глауберовій солі ( $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ ).

**Вправа 4.** Чому дорівнює коефіцієнт розчинності нітрату свинцю при 25°C, якщо 40г насиченого розчину містить 15г цієї солі?

## Заняття 44. Види концентрації розчинів

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення:

концентрація	concentration	concentration	تركيز
процентна концентрація	percentage concentration	concentration en pourcentage	تركيز بنسب مئوية
молярна концентрація	molar concentration	concentration molaire	تركيز جزيئي
ареометр, -и	hydrometer	densimètre	مقياس الثقل النوعي للسوائل
титр, -и	titer	légende	عيار حجمي لتركيز المحلول
концентрація нормальна	normal concentration	concentration normale	تركيز عياري
кількість	quantity	quantité	عدد
кількісний, -а, -е, -і	quantitative	quantitatif	كمية

**Зверніть увагу!**

1. **Що (н.в.) є чим (о.в.)** Концентрація є кількісною характеристикою розчинів.

**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

**Концентрація** – це кількість або маса розчиненої речовини, що міститься в одиниці об'єму або маси розчину.

Розчини з великою концентрацією називаються **концентрованими**, з малою – **розбавленими**.

Концентрація є кількісною характеристикою розчинів і може виражатися різними способами.

**Масовою часткою** розчиненої речовини називається відношення маси розчиненої речовини до маси розчину:

$$\omega(\text{речовини}) = \frac{m(\text{речовини})}{m(\text{розчину})}$$

$\omega$  - масова частка розчиненої речовини, виражена в частках одиниці;

$m$  (речовини) – маса розчиненої речовини;

$m$  (розчину) – маса розчину.

Масову частку можна виражати також у відсотках:

$$\omega\%(речовини) = \frac{m(\text{речовини})}{m(\text{розчину})} \times 100\%$$

Масову частку розчиненої речовини називають процентною концентрацією розчину.

**Процентна концентрація розчину виражається числом грамів розчиненої речовини, що міститься в 100г розчину.**

Масу розчину можна розрахувати за формулами:

$$m(\text{розчину}) = m(\text{розчинника}) + m(\text{речовини});$$

$$m(\text{розчину}) = \rho V,$$

де  $V$  - об'єм розчину ( $\text{см}^3$ , мл);  $\rho$  - густина розчину ( $\text{г}/\text{см}^3$ ,  $\text{г}/\text{мл}$ ).

Водні розчини з різною масовою часткою розчиненої речовини мають різну густину за даної температури. Густину розчинів визначають ареометром.

**Молярна концентрація (молярність,  $M$ ) розчину виражається числом молей речовини, що міститься в 1 л розчину.**

Молярну концентрацію можна розрахувати за формулою:

$$C_M = \frac{n}{V},$$

де  $C_M$  - молярна концентрація (моль/л);

$n$  - кількість розчиненої речовини (моль);

$V$  - об'єм розчину (л).

молярна концентрація, $C$ , моль / л	Позначення молярності	Назва розчину
1	1М	одномолярний
0,5	0,5М	напівмолярний
0,1	0,1М	децимолярний
0,01	0,01М	сантимолярний
0,001	0,001М	мілімолярной

**Молярна концентрація еквівалента ( $C_E$ ) (нормальність  $N$ ) розчину виражається числом еквівалентів розчиненої речовини, що міститься в 1 л розчину.**

$$C_E = \frac{n_E}{V}$$

$C_E$  – молярна концентрація еквівалента (моль/л);

$n_E$  – кількість речовини еквівалента (моль);

$V$  – об'єм розчину (л);

$$n_E = \frac{m}{M_E}$$

$m$  – маса речовини (г);

$M_E$  – молярна маса еквівалента (г/моль).

1. Молярна маса еквівалента ( $M_E$ ) кислоти дорівнює її молярній масі, поділеній на основність (тобто на число атомів водню, здатних заміщатися металом)

$$M_E \text{ кислоти} = \frac{M \text{ кислоти}}{\text{число атомів H}}$$

Наприклад:

$$M_{(HCl)} = 36,5 \text{ г/моль, основність HCl} = 1$$

$$M_{H_2SO_4} = 98 \text{ г/моль, основність H}_2\text{SO}_4 = 2,$$

$$\text{отже } M_E(H_2SO_4) = \frac{98 \text{ г/моль}}{2} = 49 \text{ г/моль};$$

$$M_{H_3PO_4} = 98 \text{ г/моль, основність H}_3\text{PO}_4 = 3,$$

$$M_E(H_3PO_4) = \frac{98 \text{ г/моль}}{3} = 32,7 \text{ г/моль.}$$

2. Молярна маса еквівалента основи дорівнює її молярній масі, поділеній на її кислотність (тобто число гідроксильних груп)

$$M_E \text{ основи} = \frac{M \text{ основи}}{\text{число груп OH}}$$

Наприклад:

$$M_{Ca(OH)_2} = 74 \text{ г/моль, а } M_E(Ca(OH)_2) = \frac{74 \text{ г/моль}}{2} = 37 \text{ г/моль};$$

$$M_{Fe(OH)_3} = 107 \text{ г/моль, а } M_E(Fe(OH)_3) = \frac{107 \text{ г/моль}}{3} = 35,5 \text{ г/моль}$$

3. Молярна маса еквівалента солі дорівнює її молярній масі, поділеній на добуток числа катіонів в молекулі солі і заряд катіона.

$$M_E \text{ солі} = \frac{M \text{ солі}}{\text{число катіонів} \times \text{заряд катіонів}}$$

Наприклад:

$$M_{Al_2(SO_4)_3} = 342 \text{ г/моль,}$$

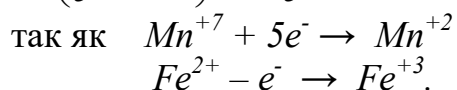
$$M_E(Al_2(SO_4)_3) = \frac{342 \text{ г/моль}}{2 \times 3} = 57 \text{ г/моль}$$

4. Молярна маса еквівалента окислювача (відновника) дорівнює його молярній масі, поділеній на число електронів, які приєднує (або віддає) один моль цієї речовини.

Наприклад: в реакції:



$$M\left(\frac{1}{5} KMnO_4\right) = \frac{M_{KMnO_4}}{5}; \quad M_{FeSO_4} = \frac{M_{FeSO_4}}{1}$$



Користуватися розчинами певної нормальної концентрації зручно, бо за однакової нормальності розчинів для реакції потрібно брати рівні об'єми розчинів у співвідношенні, обернено пропорційному нормальності:

$$V_1 \cdot V_2 = N_2 \cdot N_1 \quad \text{або} \quad V_1 N_1 = V_2 N_2$$

де  $V_1$  і  $V_2$  – об'єми розчинів,  $N_1$  і  $N_2$  – нормальні концентрації розчинів.

**Титр розчину (Т) – це число грамів розчиненої речовини, що міститься в 1 мл розчину.**

$$T = \frac{m}{V}$$

Т – титр розчину (г/мл);  
V – об'єм розчину (мл);  
m – маса речовини (г).

Наприклад: титр розчину сульфатної кислоти 0,098 г/мл.

Це означає, що в 1мл розчину міститься 0,098г  $H_2SO_4$ .

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповідь на запитання.

1. Що називається концентрацією розчину?
2. Який розчин називається концентрованим? розведеним?
3. Що називається масовою часткою розчиненої речовини?
4. Що називається титром розчину?
5. Що показує молярна концентрація розчину?

**Вправа 2.** Які маси йоду і спирту необхідно взяти для приготування 300г розчину з масовою часткою йоду 5%?

**Вправа 3.** У розчині масою 300г міститься 20г хлориду натрію. Яка масова частка хлориду натрію в розчині?

**Вправа 4.** У 200г води розчинили 67,2л сірководню  $H_2S$  (н.у.). Визначити масову частку сірководню в розчині.

**Вправа 5.** Розчин об'ємом 500мл містить 5г NaOH. Визначте молярну концентрацію цього розчину.

**Вправа 6.** Молярна концентрація розчину їдкою калію КОН дорівнює 3,8 моль/л, його густина 1,17г/мл. Обчислити масову частку КОН в цьому розчині.

**Вправа 7.** Скільки мілілітрів розчину з молярної концентрацією еквівалента сірчаної кислоти 0,25моль/л потрібно для нейтралізації 40мл розчину гідроксиду натрію з молярною концентрацією еквівалента 0,125 моль/л?

## Заняття 45. Лабораторна робота №4

### Приготування розчинів різної концентрації

## Заняття 46. Електролітична дисоціація

### Електропровідність розчинів

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення.

розплав, -и	fusion	fondre	سبيكة منصهرة
неелектроліт, -и	non-electrolyte	non-électrolyte	لاإلكتروليتات
іонізація, -ії	ionization	ionisation	تأين
хаотичний, -а, -е, -і	chaotic	chaotique	عشوائي
анод, -и	anode	anode	مصعد(أنود)
аніон, -и	anion	anion	أنيونات:أيونات سالبة

електрод, -и	electrode	électrode	قطب كهربائي
гідратований, -а, -е, -і	hydrogenation	hydraté	إيون مائي
електроліт, -и	electrolyte	électrolyte	محلول كهربائي
дистильована вода	distilled water	eau distillée	ماء مقطر
електролітична дисоціація	electrolytic dissociation	dissociation électrolytique	إنحلال إلكتروليتي
катод, -и	cathode	cathode	كاثود
катіон, -и	cation	cation	كاتيون: إيون موجب
пропускати / пропустити	miss/skip	sauter / sauter	سمح بالمرور
іон гідроксонію	hydroxonium ion	ion hydroxonium	إيون هيدرونيوم
розпад, -и	disintegration	décomposition	تفسخ

### Зверніть увагу!

1. **Що (н.в.)** розпадається на **що (з.в.)**

У водних розчинах **електроліти** розпадаються на **іони**.

2. **Що (н.в.) є чим (о.в.) = Чим (о.в.) є що (н.в.)**

Головною **причиною** дисоціації у водних розчинах є **гідратація** іонів.

**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

За здатністю проводити електричний струм у водному розчині або в розплаві речовини поділяють на електроліти і неелектроліти.

Речовини, розчини або розплави яких проводять електричний струм називають **електролітами**.

Солі, кислоти, луги – це електроліти. У молекулах цих речовин є іонні або ковалентні полярні хімічні зв'язки.

**Неелектроліти** – це речовини, розчини або розплави яких не проводять електричний струм.

Дистильована вода, цукор, етиловий спирт – неелектроліти. У молекулах цих речовин існують ковалентні неполярні або малополярні зв'язки.

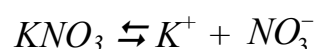
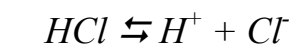
**Електричний струм** – це рух заряджених частинок. Тому проводити електричний струм можуть тільки ті речовини, що містять заряджені частинки, які можуть вільно рухатися.

В металах це електрони. У розчинах і розплавах електролітів – іони. Це припущення висловив у гіпотезі іонізації в 1887р шведський вчений С.Арреніус, вивчаючи розчини солей, лугів і кислот.

Електроліти в розчині розпадаються на протилежно заряджені частинки – іони, тобто відбувається іонізація речовини.

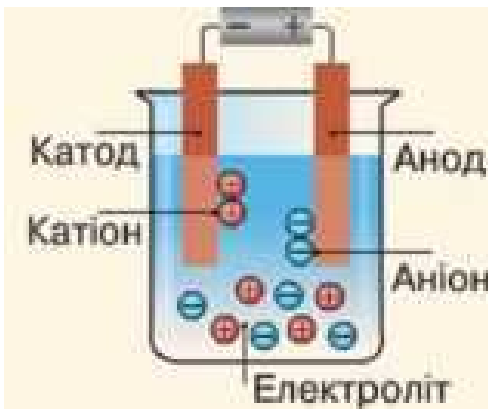
**Розпад** електроліту **на іони** при розчиненні у воді (або іншому полярному розчиннику) або при розплавленні називається **електролітичною дисоціацією**.

Кожен електроліт утворює позитивні і негативні іони:



У розчині іони хаотично рухаються. При пропусканні через розчин або розплав електроліту постійного електричного струму іони переміщуються за двома протилежними напрямками.





Мал. 154. Рух іонів під дією електричного поля

До негативно зарядженого електроду (**катода**) переміщуються позитивно заряджені іони ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{H}^+$ ). Вони називаються **катіонами**.

**Аніони** ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) – це негативно заряджені іони, які при пропусканні через розчин електроліту постійного електричного струму, переміщуються до позитивно зарядженого електроду (**аноду**).

**Електролітична дисоціація** – оборотний процес. Це означає, що одночасно йдуть два протилежні процеси: розпад молекул на іони (іонізація або дисоціація) і з'єднання іонів в молекули (асоціація або моляризація).

Дисоціацію молекул електролітів виражають рівняннями, в яких замість знака рівності ставлять знак оборотності ( $\rightleftharpoons$ ). У лівій частині рівняння записують формулу молекули електроліту, в правій – формули іонів, які утворюються в процесі електролітичної дисоціації.

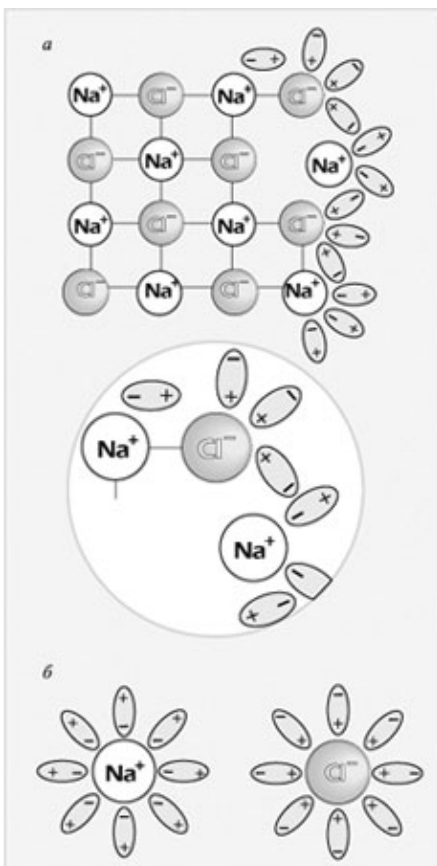
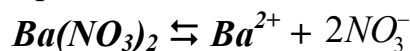


Схема електролітичної дисоціації хлориду натрію у водному розчині

Розчини електролітів нейтральні. Отже, загальна сума зарядів катіонів дорівнює загальній сумі зарядів аніонів і протилежна за знаком.

Головною причиною дисоціації у водних розчинах є гідратація іонів.

У розчинах електролітів усі іони знаходяться в гідратованому стані. Наприклад: іони гідрогену з'єднуються з молекулою води і за донорно-акцепторним механізмом утворюють іони гідроксонію  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

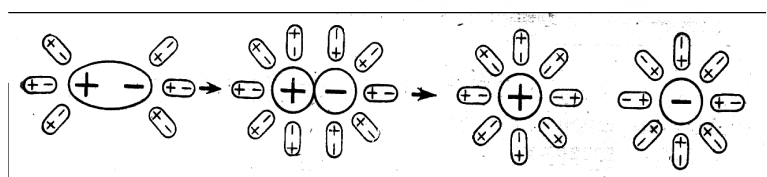
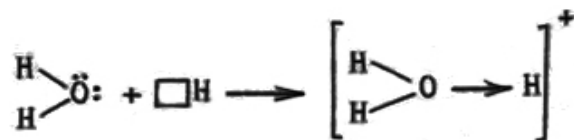


Схема дисоціації електроліту з полярним зв'язком у водному розчині

Спрощено в хімічних рівняннях іони зображують без молекул води:  $H^+$ ,  $Ag^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $F^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ .

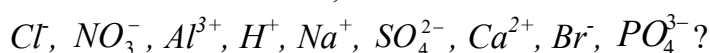
**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповідь на запитання.

1. Які речовини називаються електролітами?
2. Які речовини називаються неелектролітами?
3. Що називається електролітичною дисоціацією?
4. Хто створив теорію електролітичної дисоціації?
5. Які іони називаються катіонами?
6. Які іони називаються аніонами?
7. Який хімічний зв'язок існує в молекулах електролітів?
8. Яка головна причина електролітичної дисоціації?

**Вправа 2.** Чому водний розчин сульфатної кислоти проводить електричний струм, а безводна сульфатна кислота не проводить?

**Вправа 3.** Які з іонів є катіонами, а які аніонами:



**Вправа 4.** Які з рідин проводять електричний струм:

етиловий спирт, розчин гідроксиду калію, водний розчин хлориду натрію, розчин азоту в воді, розплав гідроксиду натрію? Чому?

## Заняття 47. Дисоціація основ, кислот і солей у водних розчинах. Ступінь електролітичної дисоціації

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення.

електроліт, -и	electrolyte	électrolyte	محلول كهربائي
дисоціація, її	dissociation	dissociation	حل، تفكك
ступінчастий, -а, -е, -і	stepped	a marché	ذو مراحل متعددة
розбавлення	dilution	dilution	تخفيف
константа дисоціації	dissociation constant	constante de dissociation	ثابت التفكك
гідроксид, -и	hydroxide	hydroxyde	أيون هيدروكسيد
іон гідроксонію	hydroxonium ion	ion hydroxonium	أيون هيدرونيوم
частковий, -а, -е, -і	partial	partiell	جزئي
можливість, -і	possibility	opportunité	إمكانية
обумовити	causes	conditionner	يكون سبب
розпадатися/розпастися	disintegrate	rompre	تفريق

**Зверніть увагу!**

1. **Що (н.в.) обумовлено чим (о.в.)**

Лужні властивості основ обумовлені наявністю гідроксид-іонів.

2. **Що (н.в.) характеризує що (з.в.)**

Константа дисоціації характеризує здатність електроліту дисоціювати на іони.

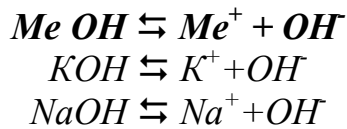
3. **Що (н.в.) розпадається на що (з.в.)**

Електроліти повністю розпадаються на іони.

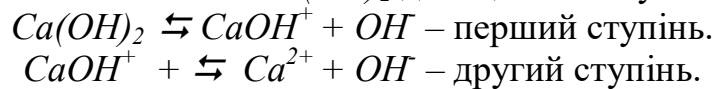
**Завдання 2.** Слухайте, читайте текст.

У розчинах кислоти, основи і солі проявляють властивості електролітів.

**Основи** – це електроліти, які при дисоціації утворюють тільки один вид аніонів – гідроксид-іони ( $OH^-$ ).

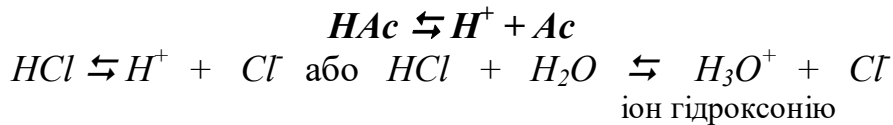


Сильні двокислотні основи  $Ca(OH)_2$  дисоціюють ступінчасто:



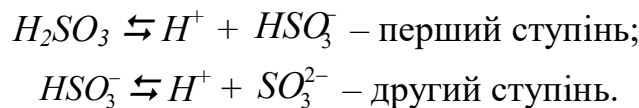
Усі луки мають загальні властивості: милкі, однаково змінюють колір індикаторів, роз'їдають тваринні і рослинні тканини. Лужні властивості обумовлені гідроксид-іонами.

**Кислоти** – це електроліти, які при дисоціації утворюють тільки один вид катіонів – катіони водню.



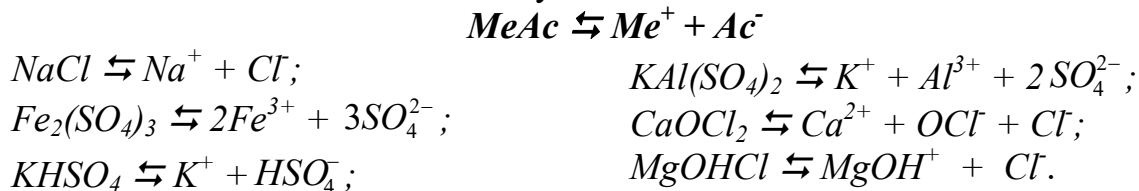
Слабкі багатоосновні кислоти ( $H_2SO_3$ ,  $H_2S$ ,  $H_2CO_3$ ) дисоціюють ступінчасто.

Число ступенів дисоціації залежить від основності слабкої кислоти.



Кислотні властивості кислот (кислий смак, зміна кольору індикаторів) обумовлені іонами гідроксонію ( $H_3O^+$ ).

**Солі** – це електроліти, які при дисоціації утворюють катіони залишку основи і аніони кислотного залишку.



У водних розчинах деякі електроліти повністю розпадаються на іони. Інші електроліти розпадаються на іони частково, частина їх молекул залишається в розчині в недисоційованому вигляді.

Відношення числа дисоційованих молекул до вихідного числа молекул розчиненої речовини при певній температурі називається **ступенем дисоціації електроліту** (ступенем іонізації).

$$\alpha = \frac{\text{число дисоційованих молекул}}{\text{вихідне число молекул розчиненої речовини}} \cdot 100\%$$

$$\alpha = \frac{n}{N} \cdot 100\%,$$

де  $\alpha$  - ступінь електролітичної дисоціації;

$n$  - число молекул, які розпалися на іони;

$N$  - загальне число молекул розчиненої речовини.

Наприклад: ступінь дисоціації ( $\alpha$ ) оцтової кислоти  $CH_3COOH$  в 0,1М розчині дорівнює 1,36%. Це означає, що з 10000 молекул  $CH_3COOH$  136 молекул розпадаються на іони за рівнянням:



Ступінь дисоціації залежить від природи розчинника і природи розчиненої речовини, концентрації розчину, температури та інших чинників.

При зменшенні концентрації електроліту (при розведенні розчину) ступінь дисоціації збільшується, тому що збільшується відстань між іонами в розчині і зменшується можливість з'єднання їх в молекули.

При підвищенні температури ступінь дисоціації зазвичай збільшується.

Залежно від ступеня дисоціації електроліти діляться на сильні і слабкі.

**Сильні електроліти** – електроліти, які у водних розчинах повністю дисоціюють на іони ( $\alpha \approx 1$  або  $\alpha \approx 100\%$ ).

До сильних електролітів належать майже всі розчинні солі, сильні кислоти ( $HClO_4$ ,  $HClO_3$ ,  $HCl$ ,  $HBr$ ,  $HI$ ,  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$  та ін.), луги ( $NaOH$ ,  $KOH$ ,  $Sr(OH)_2$ ,  $Ca(OH)_2$  та ін.).

**Слабкі електроліти** – електроліти, які у водних розчинах не повністю дисоціюють на іони, тобто ступінь дисоціації набагато менша за одиницю (100%).

До слабких електролітів належать слабкі кислоти ( $H_2CO_3$ ,  $H_2S$ ,  $HNO_2$ ,  $HCN$ ,  $H_3BO_3$  майже всі органічні одноосновні кислоти), слабкі нерозчинні в воді основи ( $Cu(OH)_2$ ,  $Fe(OH)_2$ ), гідроксид амонію  $NH_4OH$ , вода  $H_2O$ .

Для характеристики слабких електролітів застосовують **константу дисоціації  $K_d$** .

Константа дисоціації характеризує здатність електроліту дисоціювати на іони. Чим більше константа дисоціації, тим легше електроліт розпадається на іони, тим більше іонів в його розчині, тим сильніший електроліт.

Наприклад: константа дисоціації оцтової кислоти

$$K_d(CH_3COOH) = \frac{[H^+] \cdot [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 2 \cdot 10^{-5}$$

Константа дисоціації залежить від природи електроліту і розчинника, від температури, але не залежить від концентрації електроліту.

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповідь на питання.

1. Що таке основи з точки зору електролітичної дисоціації?
2. Чому основи мають загальні властивості?
3. Що таке кислоти з точки зору електролітичної дисоціації?
4. Чому кислоти мають загальні властивості?
5. Що таке солі з точки зору електролітичної дисоціації?
6. Що називається ступенем дисоціації? Від чого він залежить?
7. Які електроліти називаються сильними? Наведіть приклади.
8. Які електроліти називаються слабкими? Наведіть приклади.
9. Що характеризує константа дисоціації? Від чого вона залежить?

**Вправа 2.** Складіть рівняння електролітичної дисоціації електролітів:



**Вправа 3.** Складіть формули речовин, одержані при взаємодії катіонів:

$Na^+$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $NiOH^+$  з аніонами:  $S^{2-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $OH^-$ ,  $HS^-$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$ .

Назвіть ці речовини.

## Заняття 48. Іонні рівняння і реакції.

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення.

рівновага реакції	balanced reaction	équilibre de réaction	موازنة التفاعل
зміщуватися/зміститися	shift/displace	déplacer	خلط، مزج
летюча речовина	volatile matter	matière volatil	مادة متطايرة
малодисоційований, -а, -е, -і	less dissociated	faible dissociation	قليل التفكك
суміш, -і	mixture	le mélange	خليط، مخلوط
скорочене іонне рівняння	the reduced ionic equation	équation ionique abrégée	معادلة ايونية مختصرة
електроліт, -и	electrolyte	électrolyte	محلول كهربائي
дисоціація, її	dissociation	dissociation	حل، تفكك
аніон, -и	anion	anion	أنيونات:أيونات سالبة
катіон, -и	cation	cation	كاتيون:أيون موجب
повне іонне рівняння	complete ionic equation	équation ionique complète	معادلة أيونية كاملة

### Зверніть увагу!

1. **Що (н.в.)** зміщується в бік **чого (р.в.)**

У розчинах електролітів **рівновага** реакції зміщується в бік **утворення** слабого електроліту.

2. **Що (н.в.)** існує у вигляді **чого (р.в.)**

**Електроліти** у водних розчинах існують у вигляді **іонів**.

3. **Що (н.в.)** називається **чим (о.в.)**

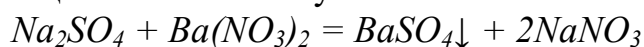
**Реакції**, що відбуваються між іонами, називаються іонними **реакціями**.

**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

Електроліти у водних розчинах існують у вигляді іонів. Тому всі реакції в розчинах електролітів відбуваються між іонами.

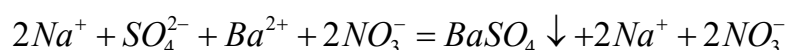
Реакції, що відбуваються між іонами, називаються **іонними реакціями**.

Розглянемо реакції іонного обміну.



Це **молекулярне рівняння** реакції, тому що формули всіх речовин записані у вигляді молекул.

З урахуванням повної дисоціації сильних електролітів сульфату натрію  $Na_2SO_4$ , нітрату барію  $Ba(NO_3)_2$  і нітрату натрію  $NaNO_3$  рівняння реакції можна записати так:



Це **повне іонне рівняння**.

Сульфат барію – нерозчинна сіль, яка випадає в осад, тому іони  $Ba^{2+}$  і  $SO_4^{2-}$  ідуть з розчину, а іони  $Na^+$  і  $NO_3^-$  в реакції участі не приймають і їх можна виключити з рівняння.  $SO_4^{2-} + Ba^{2+} = BaSO_4 \downarrow$

Це рівняння називається **скороченим йонним рівнянням**.

Воно показує, що в результаті цієї реакції відбувається зв'язування іонів  $SO_4^{2-}$ , які перебували у розчині  $Na_2SO_4$ , і іонів  $Ba^{2+}$ , які перебували у розчині  $Ba(NO_3)_2$ , і в результаті утворюється нерозчинна сіль  $BaSO_4$ .

В іонних рівняннях формули речовин записують у вигляді іонів або у вигляді молекул.

Формули речовин	
у вигляді іонів	у вигляді молекул
<b>1. Сильні кислоти (HAc)</b> <i>HCl, HBr, HI</i> <i>HClO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i>	<b>1. Слабкі кислоти (HAc)</b> <i>H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, HNO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></i> <i>H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>COOH</i>
<b>2. Сильні основи MeOH(P)</b> <i>LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH,</i> <i>FrOH, Ba(OH)<sub>2</sub></i>	<b>2. Слабкі основи MeOH(H)↓</b> <i>NH<sub>4</sub>OH, Fe(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub></i> <i>Al(OH)<sub>3</sub>, Cu(OH)<sub>2</sub>, Zn(OH)<sub>2</sub></i>
<b>3. Розчинні у воді солі MeAc(P)</b> <i>KCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, FeSO<sub>4</sub>, AgNO<sub>3</sub></i>	<b>3. Нерозчинні у воді солі MeAc(H)↓</b> <i>BaSO<sub>4</sub>, CaCO<sub>3</sub>, FeS, ZnSO<sub>3</sub>, AgCl</i> <b>4. Вода H<sub>2</sub>O</b> <b>5. Газоподібні речовини (↑)</b> <i>H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub></i> <b>6. Оксиди (MeO, неMeO)</b> <i>Na<sub>2</sub>O, CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>

У рівняннях реакцій ставлять знак ↓, якщо серед продуктів реакції є осад – нерозчинні або малорозчинні речовини. Знак ↑ показує газоподібні і летючі речовини.

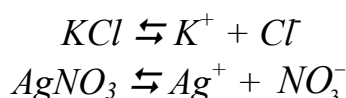
Реакції обміну в водних розчинах електролітів можуть бути:

- практично необоротними, тобто відбуватися до кінця;
- оборотними, тобто відбуватися одночасно в двох протилежних напрямках.

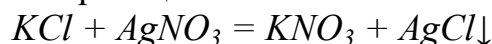
**I.** Реакції обміну між сильними електролітами в розчинах відбуваються до кінця, або практично необоротні, коли іони з'єднуються один з одним і утворюють:

**а) малорозчинні речовини;**

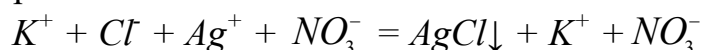
Наприклад: візьмемо розчини хлориду калію та нітрату срібла



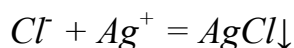
Молекулярне рівняння реакції:



Повне іонне рівняння:



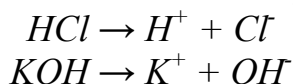
Скорочене іонне рівняння:



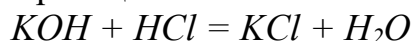
У розчинах електролітів рівновага реакції зміщується в бік утворення нерозчинної речовини.

### б) малодисоціюючі речовини - слабкі електроліти.

Наприклад: 1) Реакція між сильною кислотою і лугом (реакція нейтралізації)



Молекулярне рівняння реакції:



Повне іонне рівняння реакції:

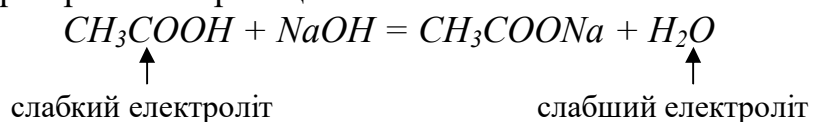


Скорочене іонне рівняння:

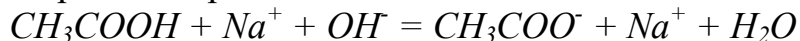


2) Реакція між слабкою кислотою та лугом.

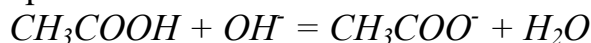
Молекулярне рівняння реакції:



Повне іонне рівняння реакції:



Скорочене іонне рівняння:

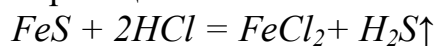


У розчинах електролітів рівновага реакції зміщується в бік утворення менш дисоційованих сполук.

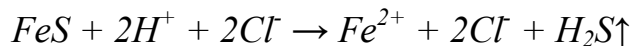
### в) газоподібні або летючі речовини.

Наприклад: реакція між сульфідом феруму(II) і хлоридною кислотою:

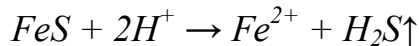
Молекулярне рівняння реакції:



Повне іонне рівняння:



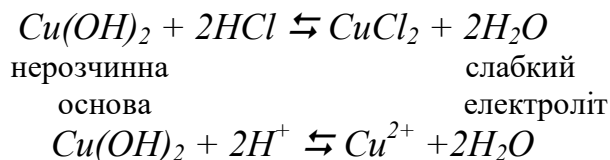
Скорочене іонне рівняння:



У розчинах електролітів рівновага реакції зміщується в бік утворення газоподібної речовини.

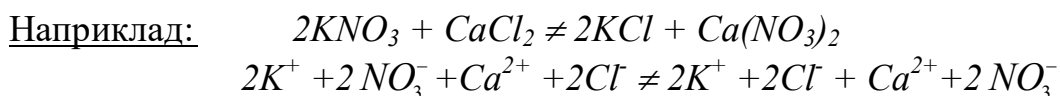
**II.** Якщо серед вихідних речовин є слабкі електроліти або малорозчинні речовини, то такі реакції є оборотними, тобто до кінця не відбуваються.

Наприклад:



Якщо вихідними речовинами реакцій обміну є сильні електроліти, які при взаємодії не утворюють малорозчинні або малодисоційовані речовини, то такі реакції не відбуваються.

При змішуванні їх розчинів утворюється суміш іонів, які не з'єднуються один з одним.



Рівняння таких реакцій обміну **не пишуть**.

**Завдання 3.** Виконайте вправи.

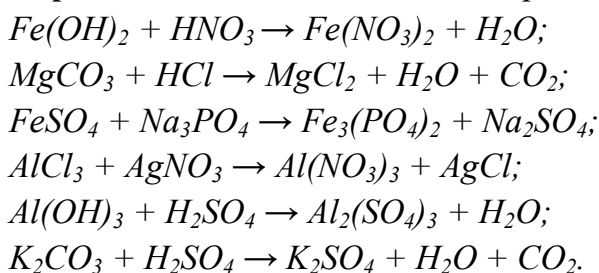
**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

1. Які реакції називаються іонними реакціями?
2. Якими рівняннями виражаються іонні реакції?
3. Формули яких речовин в іонних рівняннях записують у вигляді іонів?
4. Формули яких речовин в іонних рівняннях записують у вигляді молекул?
5. У яких випадках реакції обміну в розчинах електролітів є необоротними?
6. У яких випадках реакції обміну в розчинах електролітів є оборотними?
7. У яких випадках реакції обміну в розчинах електролітів не відбуваються?

**Вправа 2.** Складіть молекулярні та іонні рівняння реакцій між речовинами:

- a)  $MgCl_2$  і  $AgNO_3$ ;      б)  $Na_2CO_3$  і  $Ca(NO_3)_2$ ;      в)  $K_2S$  і  $HCl$ ;  
 г)  $Na_2SO_4$  і  $BaCl_2$ ;      д)  $CH_3COONa$  і  $H_2SO_4$ ;      е)  $CsOH$  і  $HNO_3$ ;  
 є)  $KOH$  і  $H_2SO_3$ .

**Вправа 3.** Напишіть в повній і скороченій іонній формах рівняння реакцій:



**Вправа 4.** Складіть молекулярні та іонні рівняння реакцій між такими речовинами:

- а) гідроксидом амонію і хлоридною кислотою;  
 б) оцтовою кислотою і гідроксидом натрію;  
 в) нітратною кислотою і карбонатом кальцію.

## Заняття 49. Водневий показник.

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення.

кислотність, -і	acidity	acidit	حموضة
лужність, -і	alkalinity	alcalinit	قاعدية
водневий показник	hydrogen index	indice d'hydrogène	المعامل الهيدروجيني
індикатор, -и	indicator	indicateur	كاشف
іонний добуток води	ionic product of water	produit ionique de l'eau	النتاج الأيوني للماء: ناتج ضرب ايونات الهيدروجين ( $H^+$ ) في ايونات الهيدروكسيل ( $OH^-$ ) في محلول مائي



## Зверніть увагу!

1. **Що (н.в.)** визначає **що (з.в.)**

**Концентрація** іонів водню визначає **кислотність** середовища.

2. **Що (з.в.)** показано **де (м.в.)**

Зміну кольору індикаторів показано **на схемі**.

3. **Що (з.в.)** визначають за допомогою **чого (р.в.)**

**Кислотність** розчину, його **pH**, визначають за допомогою **індикаторів**.

**Завдання 2.** Слухайте і читайте текст.

Вода – слабкий електроліт. Константа електролітичної дисоціації води за температури 25°C дорівнює  $1,8 \cdot 10^{-16}$ . В 1 л води за температури 25°C на іони дисоціюють  $10^{-7}$  моль молекул  $H_2O$



Концентрація іонів гідрогену  $H^+$  і гідроксид-іонів  $OH^-$  у воді однакова:

$$10^{-7} \text{ моль/л } H^+ \text{ та } 10^{-7} \text{ моль/л } OH^-$$

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ моль/л}$$

Добуток концентрацій іонів гідрогену і гідроксид-іонів називається **іонним добутком води**  $K_{H_2O}$ . Це постійна величина і при  $t=25^\circ C$

$$[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-7} \cdot 10^{-7} = 10^{-14}$$

$K_{H_2O}$  залежить від температури: із збільшенням температури – збільшується, зі зменшенням температури – зменшується.

Концентрація іонів гідрогену визначає кислотність розчину (середовища).

**Нейтральні розчини** – це розчини, в яких концентрації іонів гідрогену і гідроксид-іонів однакові і дорівнюють  $10^{-7}$  моль/л:

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ моль/л}$$

Розчини, в яких концентрація іонів гідрогену більша, ніж гідроксид-іонів:  $[H^+] > [OH^-]$  и  $[H^+] > 10^{-7}$  моль/л, називають **кислими** (кислотними).

Розчини, в яких концентрація іонів гідрогену менша, ніж гідроксид-іонів:  $[H^+] < [OH^-]$  и  $[H^+] < 10^{-7}$  моль/л, називають **лужними**.

У кислих і лужних розчинах добуток концентрацій іонів – постійна величина

$$[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$$

Наприклад: в 0,01 розчині HCl (хлоридна кислота – сильний електроліт,  $\alpha \approx 100\%$ ):



$$[H^+] = 10^{-2} \text{ моль/л, } \alpha [OH^-] = 10^{-14} / 10^{-2} = 10^{-12} \text{ моль/л.}$$

**Водневий показник pH** – це негативний десятковий логарифм концентрації іонів гідрогену.

$$pH = - \lg[H^+]$$

Наприклад:  $[H^+] = 10^{-1}$  моль/л і  $pH = 1$ ,

$$[H^+] = 10^{-5} \text{ моль/л і } pH = 5$$

В нейтральних розчинах  $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$  моль/л,  $pH = 7$ .

В кислих розчинах  $[H^+] > 10^{-7}$  моль/л,  $pH < 7$ .

В лужних розчинах  $[H^+] < 10^{-7}$  моль/л,  $pH > 7$ .

Кислотність розчину, його **pH**, визначають за допомогою індикаторів.

**Індикаторами** називаються речовини, які змінюють свій колір залежно від середовища розчинів – **pH** розчинів.

На практиці часто застосовують індикатори: лакмус, метиловий оранжевий (метиловий оранж) і фенолфталеїн.

Інтервали **pH** зміни забарвлення індикаторів: лакмус – 6,0~8,0;

метиловий оранж – 3,1~4,4;

фенолфталеїн – 8,2~10.

Зміну кольору індикаторів показано на схемі



### Завдання 3.

**Вправа 1.** Дайте відповідь на питання.

1. Що називається іонним добутком води?
2. Чому дорівнює іонний добуток води при 25°C?
3. Як можна охарактеризувати середовище будь-якого водного розчину?
4. Що називається водневим показником?
5. За допомогою яких речовин можна визначити pH розчину?
6. Які речовини називаються індикаторами? Які індикатори ви знаєте?

**Вправа 2.** Водневий показник розчину дорівнює 5. Обчисліть концентрацію іонів гідрогену і гідроксид-іонів у цьому розчині. Як зміниться колір лакмусу при додаванні його в цей розчин?

**Вправа 3.** Визначте концентрацію іонів гідрогену і гідроксид-іонів у розчині, характер його середовища, якщо  $pH = 9$ . Як зміниться колір фенолфталеїну в цьому розчині?

### Заняття 50. Гідроліз солей.

**Завдання 1.** Слухайте, повторюйте і читайте слова і словосполучення.

гідроліз, -и	hydrolysis	l'hydrolyse	تحليل بالماء
малодисоційований, -а, -е, -і	less dissociated	faible dissociation	قليل التفكك
піддаватися/піддатися	to undergo	être exposé	تعرض
пов'язувати / зв'язати	link	lien / cravate	ربط



Розглянемо приклади гідролізу різних типів солей:

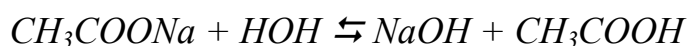
**1. Солі сильної основи і слабкої кислоти** піддаються гідролізу, реакція розчину – лужна ( $\text{pH} > 7$ ).

Ці солі утворені катіоном сильної основи і аніоном слабкої кислоти, який зв'язує катіон гідрогену  $\text{H}^+$  молекули води, утворюючи слабкий електроліт (кислоту).

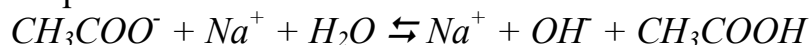
Наприклад: складемо молекулярне та іонне рівняння гідролізу ацетату натрію  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .

Ацетат натрію  $\text{CH}_3\text{COONa}$  утворений сильною основою  $\text{NaOH}$  і слабкою одноосновною кислотою  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

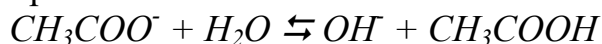
Молекулярне рівняння гідролізу солі  $\text{CH}_3\text{COONa}$ :



Повне іонне рівняння:



Скорочене іонне рівняння:



Іони  $\text{H}^+$  з'єднуються в молекули слабого електроліту оцтової кислоти  $\text{CH}_3\text{COOH}$  і їх концентрація зменшується. Тому в розчині збільшується концентрація вільних гідроксид-іонів  $\text{OH}^-$  і розчин солі ацетату натрію  $\text{CH}_3\text{COONa}$  має лужну реакцію ( $\text{pH} > 7$ ).

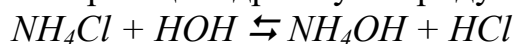
**2. Солі слабкої основи і сильної кислоти** піддаються гідролізу, реакція розчину – кисла ( $\text{pH} < 7$ ).

Ці солі утворені катіоном слабкої основи і аніоном сильної кислоти. Катіон солі зв'язує гідроксид-іон  $\text{OH}^-$  води, утворюючи слабкий електроліт (основу).

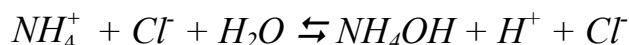
Наприклад: складемо молекулярне та іонне рівняння гідролізу хлориду амонію  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Хлорид амонію утворений слабкою однокислотною основою  $\text{NH}_4\text{OH}$  і сильною кислотою  $\text{HCl}$ .

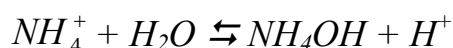
Молекулярне рівняння реакції гідролізу хлориду амонію:



Повне іонне рівняння:



Скорочене іонне рівняння:



Іони  $\text{OH}^-$  з'єднуються з катіонами амонію  $\text{NH}_4^+$  з утворенням слабого електроліту гідроксиду амонію. Тому в розчині з'являється надлишок іонів гідрогену  $\text{H}^+$ . Розчин хлориду амонію має кисле середовище ( $\text{pH} < 7$ ).

### 3. Солі слабкої основи і слабкої кислоти піддаються гідролізу, реакція розчину слабокисла або слаболужна.

Ці солі утворені катіоном слабкої основи і аніоном слабкої кислоти. Катіон пов'язує гідроксид-іон  $\text{OH}^-$  молекули води, утворюючи слабку основу. Аніон пов'язує катіон водню  $\text{H}^+$  молекули води, утворюючи слабку кислоту.

Якщо константа дисоціації кислоти більше константи дисоціації основи, то розчин слабокислий і навпаки.

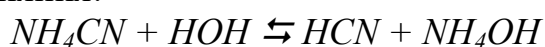
$K_{\text{д}} \text{ кислоти} > K_{\text{д}} \text{ основи}$ ,  $\text{pH} < 7$  – реакція розчину слабокисла.

$K_{\text{д}} \text{ основи} > K_{\text{д}} \text{ кислоти}$ ,  $\text{pH} > 7$  – реакція розчину слаболужна.

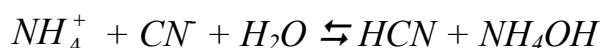
Наприклад: складемо рівняння гідролізу ціаніду амонію  $\text{NH}_4\text{CN}$ .

Ця сіль утворена слабкою основою  $\text{NH}_4\text{OH}$  і слабкою кислотою  $\text{HCN}$ .

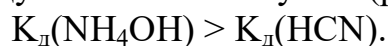
Молекулярне рівняння:



Іонне рівняння:



Реакція розчину ціаніду амонію слаболужна ( $\text{pH} > 7$ ), тому що



Для більшості солей гідроліз є оборотним процесом. Але для деяких солей гідроліз є необоротним процесом, тому що ці солі повністю розкладаються водою.

Необоротному гідролізу піддаються солі, які утворені слабкою нерозчинною основою і слабкою або нерозчинною кислотою. Такі солі не можуть існувати у водних розчинах.

Це сульфід алюмінію  $\text{Al}_2\text{S}_3$ , карбонат феруму (III)  $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$ , силікат амонію  $(\text{NH}_4)_2\text{SiO}_3$ .

### 4. Солі сильної основи і сильної кислоти не піддаються гідролізу, реакція розчину нейтральна ( $\text{pH} = 7$ ).

Катіони і аніони цих солей не зв'язуються з іонами гідрогену  $\text{H}^+$  або гідроксид-іонами  $\text{OH}^-$  води, тобто не утворюють з ними молекул слабких електролітів. Рівновага реакції не зміщується.

Гідроліз солей може відбуватися ступінчасто, якщо сіль утворена:

**а) слабкою багатоосновною кислотою і сильною основою.**

В даному випадку число ступенів гідролізу залежить від основності слабкої кислоти. На першому етапі гідролізу утворюється кисла сіль і сильна основа;

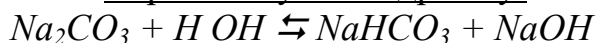
**б) слабкою багатокислотною основою і сильною кислотою.**

У цьому випадку число ступенів гідролізу залежить від кислотності слабкої основи.

Наприклад: а) розглянемо гідроліз карбонату натрію  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Сіль утворена сильною основою  $\text{NaOH}$  і слабкою двоосновною кислотою  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .

Перший ступінь гідролізу:

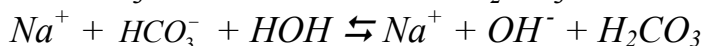
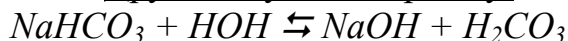


кисла сіль

гідрокарбонат натрію

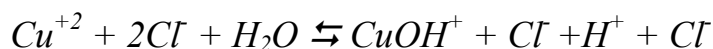
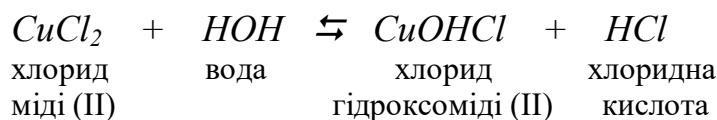


Другий ступінь гідролізу:

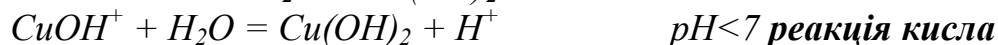
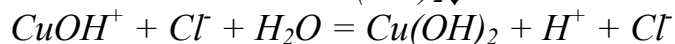
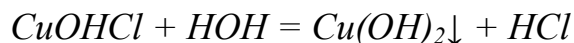


**б)** сіль  $CuCl_2$  хлорид купруму (II) утворена слабкою багатокислотою основою  $Cu(OH)_2$  і сильною кислотою  $HCl$ .

Перший ступінь гідролізу:



Другий ступінь гідролізу:



Гідролізу (тобто розкладанню водою) піддаються не тільки солі, але й інші речовини (жири, вуглеводи, білки).

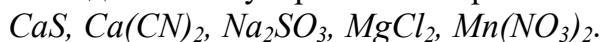
**Завдання 3.** Виконайте вправи.

**Вправа 1.** Дайте відповіді на запитання.

1. Що називається гідролізом солі?
2. Які солі піддаються гідролізу?
3. Для яких солей гідроліз відбувається необоротно? Наведіть приклади.
4. Які солі не гідролізуються? Чому?
5. Які солі гідролізуються ступінчасто? Наведіть приклади.

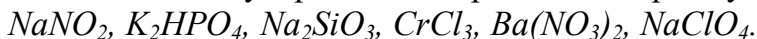
**Вправа 2.** Складіть молекулярне та іонні рівняння гідролізу сульфиду калію.

**Вправа 3.** Складіть молекулярні та іонні рівняння гідролізу солей:



Яке значення рН (більше або менше 7) в розчинах кожної з цих солей?

**Вправа 4.** Складіть молекулярні та іонні рівняння гідролізу солей:



## **Заняття 51. Лабораторна робота №5 "Гідроліз солей"**

## Заняття 52. Повторення

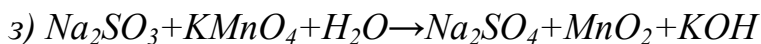
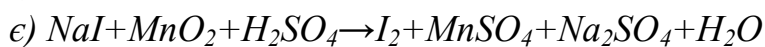
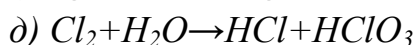
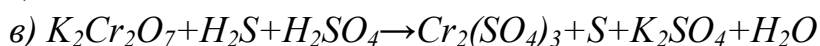
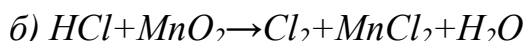
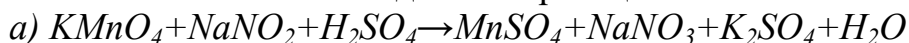
Для підготовки до контрольної роботи виконайте завдання:

**Завдання 1.** Дайте відповіді на запитання.

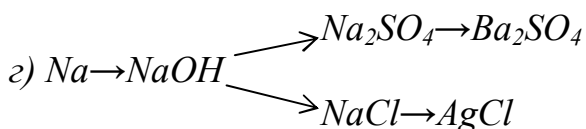
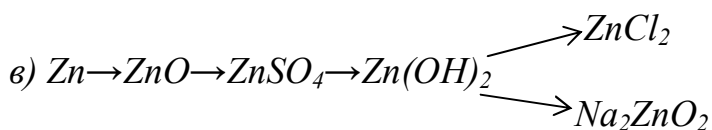
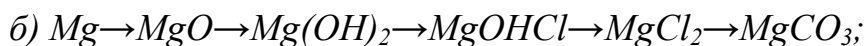
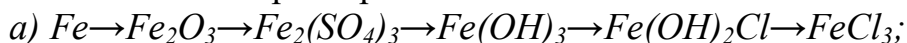
1. За якими ознаками класифікують хімічні реакції?
2. Які реакції називаються окисно-відновними?
3. Які ви знаєте правила визначення ступеня окиснення?
4. Що називається розчином? Які бувають розчини?
5. Які види концентрацій розчинів ви знаєте?
6. Що називається електролітичною дисоціацією?
7. Що називається водневим показником?
8. Яке значення рН мають кислі, нейтральні та лужні розчини?
9. Що називається гідролізом солі?
10. Які класи неорганічних сполук ви знаєте?
11. Які речовини називаються оксидами і які властивості вони мають?
12. Які властивості мають основи?
13. Що називається кислотами? Які властивості вони мають?
14. Які сполуки називаються солями? Які види солей ви знаєте?

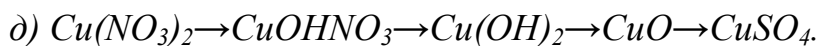
**Завдання 2.** Напишіть електронні конфігурації атомів елементів:  
хлор, кальцій, купрум, ферум, йод, стронцій.

**Завдання 3.** За допомогою методу електронного балансу поставте коефіцієнти в окисно-відновних реакціях:



**Завдання 4.** Складіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення:





**Завдання 5.** Напишіть молекулярні, повні та скорочені іонні рівняння між:

- а) гідроксидом алюмінію і сульфатною кислотою;
- б) хлоридом барію і сульфатом калію;
- в) гідроксидом барію і соляною(хлоридною) кислотою;
- г) оксидом фосфору (V) і водою;
- д) карбонатом натрію і азотною(нітратною) кислотою;
- е) гідроксидом кальцію і хлоридом феруму(III).

**Завдання 6.** Напишіть рівняння гідролізу солей:

- а) хлориду алюмінію,                      г) хлориду магнію,
- б) ацетату натрію,                      д) сульфіді калію,
- в) нітрату амонію,                      е) карбонату натрію.

**Завдання 7.** Скільки грамів нітрату натрію треба взяти, щоб приготувати 250 мл 0,2М розчину?

**Завдання 8.** Скільки мілілітрів 96% -ної сульфатної кислоти (щільність 1,8г/мл) потрібно взяти, щоб приготувати 500 мл 0,1 розчину?

## **Заняття 53. Контрольна робота №4**



## Розчинність кислот, основ і солей у воді

Аніони	Назва аніона	Катіони																								
		H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Co <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cd <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Au <sup>3+</sup>	
OH <sup>-</sup>	гідроксид		М	Р	Р	Р•	Н	М	М	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	•	Н	Н	•	•	
F <sup>-</sup>	флуорид	Р	М	Р	Р	Р	Н	Н	М	М	М	Р	М	М	М <sup>Г</sup>	Р	Р	М	Н	Р	Р	М	Р	Г	Г	
Cl <sup>-</sup>	хлорид	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	М	Р <sup>Г</sup>	Р	Р <sup>Г</sup>	
Br <sup>-</sup>	бромід	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	М	Р <sup>Г</sup>	М	Н <sup>Г</sup>	
I <sup>-</sup>	йодид	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	—	Р	Р	—	Р	Р	Н	М	М <sup>Г</sup>	Н	Н	
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	карбонат	М•	М	Р	Р	Р <sup>Г</sup>	М <sup>Г</sup>	Н	Н	Н	—	—	Н	Н	—	Н <sup>Г</sup>	Н <sup>Г</sup>	Н <sup>Г</sup>	Н <sup>Г</sup>	Н	Н	Н	Г	—	—	
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	силікат	Н	М	Р	Р	—	Н	Н	Н	Н	Н <sup>Г</sup>	Н <sup>Г</sup>	Н	Н	Н <sup>Г</sup>	Н	Н	Н	Н	М	Н	Н	Г	—	—	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	нітрит	Р•	Р	Р	Р	Р•	Р	Р	Р	Р	Г	Г	Р	Р	Г	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Г	—	—	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	нітрат	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р•	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Г	
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	ацетат	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р <sup>Г</sup>	Р <sup>Г</sup>	Р	Р	Н <sup>Г</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Г	Р	—	
PO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	метафосфат	Р	Р	Р	Р	Р	Г	М	Н	Н	Н	Н	—	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	—	Г	Г	—	
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ортофосфат	Р	М	Р	Р	Г	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	—	
S <sup>2-</sup>	сульфід	М	Р	Р	Р	—	М <sup>Г</sup>	М <sup>Г</sup>	М	Р	Г	Г	Н	Н	Н <sup>Г</sup>	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	сульфіт	Р•	Р	Р	Р	Р	М	Н	Н	М	—	—	—	М	—	Н	Н	Н	М	М	М	Н	—	—	—	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	сульфат	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	М	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Н	Р <sup>Г</sup>	Н <sup>Г</sup>	Р <sup>Г</sup>	

**Р** — розчинна речовина (розчинність понад 1 г на 100 г води)

**М** — малорозчинна речовина (розчинність від 0,01 г до 1 г на 100 г води)

**Н** — практично нерозчинна речовина (розчинність становить менше 0,01 г на 100 г води)

**Г** — речовина існує, але взаємодіє з водою, її неможливо виділити із розчину (її розчинність визначити неможливо)

**•** — речовина нестійка і розкладається при утворенні

**—** — речовина не існує або немає достовірних відомостей про її існування

### РЯД АКТИВНОСТІ МЕТАЛІВ

Li
K
Ba
Ca
Na
Mg
Al
Mn
Zn
Fe
Ni
Sn
Pb
H
Cu
Hg
Ag
Pt
Au

ПОСЛАБЛЕННЯ ВІДНОСИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ, АКТИВНОСТІ



# ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ Д.І. МЕНДЕЛЄЄВА

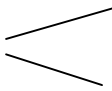
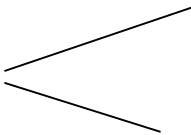
Період	Ряд	Г р у п п и																VIII	B								
		A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	A VII B	A																		
1	1	<b>H</b> 1 1,0079 Гідроген <i>Водень</i>															<b>(H)</b>	<b>He</b> 2 4,0026 Гелій									
2	2	<b>Li</b> 3 6,941 Літій		<b>Be</b> 4 9,012 Берилій		<b>B</b> 5 10,811 Бор		<b>C</b> 6 12,011 Карбон <i>Вуглець</i>		<b>N</b> 7 14,007 Нітроген <i>Азот</i>		<b>O</b> 8 15,999 Оксиген <i>Кисень</i>		<b>F</b> 9 18,998 Флуор <i>Фтор</i>		<b>Ne</b> 10 20,18 Неон		<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div>Символ елемента</div> <div>Порядковий номер</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;"> <b>Ca</b> 20 40,078 Кальцій                 </div> <div style="margin-left: 10px;">↓</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div>Віснова</div> <div>атомна маса елемента</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">↑</div> <div>Назва елемента</div> </div>									
3	3	<b>Na</b> 11 22,99 Натрій		<b>Mg</b> 12 24,305 Магній		<b>Al</b> 13 26,982 Алюміній		<b>Si</b> 14 28,086 Силіцій		<b>P</b> 15 30,974 Фосфор		<b>S</b> 16 32,065 Сульфур <i>Сірка</i>		<b>Cl</b> 17 35,453 Хлор		<b>Ar</b> 18 39,948 Аргон											
4	4	<b>K</b> 19 39,098 Калій		<b>Ca</b> 20 40,078 Кальцій		21 <b>Sc</b> 44,956 Скандій		22 <b>Ti</b> 47,867 Титан		23 <b>V</b> 50,942 Ванадій		24 <b>Cr</b> 51,996 Хром		25 <b>Mn</b> 54,938 Манган		26 <b>Fe</b> 55,845 Ферум <i>Залізо</i>		27 <b>Co</b> 58,933 Кобальт	28 <b>Ni</b> 58,693 Нікель								
	5	29 <b>Cu</b> 63,546 Купрум <i>Мідь</i>		30 <b>Zn</b> 65,409 Цинк		31 <b>Ga</b> 69,723 Галій		32 <b>Ge</b> 72,64 Германій		33 <b>As</b> 74,922 Арсен		34 <b>Se</b> 78,96 Селен		35 <b>Br</b> 79,904 Бром		36 <b>Kr</b> 83,798 Криптон											
5	6	<b>Rb</b> 37 85,468 Рубідій		<b>Sr</b> 38 87,62 Стронцій		39 <b>Y</b> 88,906 Ітрій		40 <b>Zr</b> 91,224 Цирконій		41 <b>Nb</b> 92,906 Ніобій		42 <b>Mo</b> 95,94 Молибден		43 <b>Tc</b> [98,906] Технецій		44 <b>Ru</b> 101,07 Рутеній		45 <b>Rh</b> 102,906 Родій	46 <b>Pd</b> 106,42 Паладій								
	7	47 <b>Ag</b> 107,868 Аргентум <i>Срібло</i>		48 <b>Cd</b> 112,411 Кадмій		49 <b>In</b> 114,818 Індій		50 <b>Sn</b> 118,71 Станум <i>Олово</i>		51 <b>Sb</b> 121,76 Стібій		52 <b>Te</b> 127,60 Телур		53 <b>I</b> 126,904 Йод		54 <b>Xe</b> 131,293 Ксенон											
6	8	<b>Cs</b> 55 132,905 Цезій		<b>Ba</b> 56 137,327 Барій		57 <b>*La</b> 138,905 Лантан		72 <b>Hf</b> 178,49 Гафній		73 <b>Ta</b> 180,948 Тантал		74 <b>W</b> 183,84 Вольфрам		75 <b>Re</b> 186,207 Реній		76 <b>Os</b> 190,23 Осмій		77 <b>Ir</b> 192,217 Ірідій	78 <b>Pt</b> 195,084 Платина								
	9	79 <b>Au</b> 196,967 Аурум <i>Золото</i>		80 <b>Hg</b> 200,59 Меркурій <i>Ртуть</i>		81 <b>Tl</b> 204,383 Талій		82 <b>Pb</b> 207,2 Пломбум <i>Свинець</i>		83 <b>Bi</b> 208,98 Бісмут		84 <b>Po</b> [209] Полоній		85 <b>At</b> [210] Астат		86 <b>Rn</b> [222,02] Радон											
7	10	<b>Fr</b> 87 [223,02] Францій		<b>Ra</b> 88 [226,03] Радій		89 <b>**Ac</b> [227,03] Актиній		104 <b>Rf</b> [261,1087] Резерфордій		105 <b>Db</b> [262,1138] Дубній		106 <b>Sg</b> [263,1182] Сиборгій		107 <b>Bh</b> [262,1229] Борій		108 <b>Hs</b> [265] Гасій		109 <b>Mt</b> [266] Майтнерій	110 <b>Ds</b> [281] Дармштадтій								
	11	111 <b>Rg</b> [282] Рентгеній		112 <b>Cn</b> [285] Коперніцій		113 <b>Uut</b> [284] Уунітріій		114 <b>Uuq</b> [289] Ууніквадій		115 <b>Uup</b> [288] Ууніпентій		116 <b>Uuh</b> [292] Уунігексіій		117 <b>Uus</b> [295] Уунісептіій		118 <b>Uuo</b> [294] Ууніоктіій											
Висні оксиди		R <sub>2</sub> O		RO		R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		RO <sub>2</sub>		R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		RO <sub>3</sub>		R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>		RO <sub>4</sub>											
Легкі сполуки з гідрогеном						RH <sub>3</sub>		RH <sub>4</sub>		RH <sub>3</sub>		H <sub>2</sub> R		HR													
*Лантанойди																											
58 <b>Ce</b> 140,12 Церій		59 <b>Pr</b> 140,91 Празеодим		60 <b>Nd</b> 144,24 Неодим		61 <b>Pm</b> [146,9] Прометій		62 <b>Sm</b> 150,36 Самарій		63 <b>Eu</b> 151,96 Європій		64 <b>Gd</b> 157,25 Гадоліній		65 <b>Tb</b> 158,93 Тербій		66 <b>Dy</b> 162,50 Диспрозіій		67 <b>Ho</b> 164,93 Гольмій		68 <b>Er</b> 167,26 Ербій		69 <b>Tm</b> 168,93 Тулій		70 <b>Yb</b> 173,04 Йтербій		71 <b>Lu</b> 174,97 Лютецій	
**Актинійди																											
90 <b>Th</b> 232,01 Торій		91 <b>Pa</b> 231,04 Протактіній		92 <b>U</b> 238,03 Уран		93 <b>Np</b> [237,05] Неуптуній		94 <b>Pu</b> 244,06 Плутоній		95 <b>Am</b> [243,06] Америцій		96 <b>Cm</b> [247,07] Кюріій		97 <b>Bk</b> [247,07] Берклій		98 <b>Cf</b> 251,08 Каліфорній		99 <b>Es</b> 252,08 Ейнштейній		100 <b>Fm</b> [257,1] Фермій		101 <b>Md</b> [258,1] Менделєєвій		102 <b>No</b> [259,1] Нобелій		103 <b>Lr</b> 260,11 Лоуренсіій	

## ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ЗАКОНИ ХІМІЇ

Символ	Назви	Закон. Одиниці виміру
$A_r$	відносна атомна маса	в таблиці елементів
$M_r$	відносна молекулярна маса	$M_r = \text{сумі } A_r$
$m$	маса речовини	$m = M \cdot n$ (г, кг) (грам, кілограм)
$M$	молярна маса	$M = \frac{m}{n}$ (г/моль, кг/моль)
$n$	кількість речовини, число моль	$n = \frac{m}{M}$ (моль)
$N$	число молекул, атомів	$N = N_A \cdot n$
$N_A$	стала Авогадро	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
	Закон збереження маси речовини	$m_1 + m_2 = m_3 + m_4$ вихідні продукти речовини реакції
$V$	об'єм	$V = V_M \cdot n$ (л, мл) (літр, мілілітр)
$V_M$	молярний об'єм	$V_M = 22,4 \text{ л/моль}$
$\rho$ ( $\rho_0$ )	густина	$\rho = \frac{m}{V}$ ; $\rho = \frac{M}{V_M}$
$D$	відносна густина газів	$D = \frac{\rho_1}{\rho_2}$ ; $D = \frac{M_1}{M_2}$
$D_{H_2}$	відносна густина газу за <u>воднем</u>	$D_{H_2} = \frac{M}{2}$ ; $M = D_{H_2} \cdot 2$
$D_{\text{повітр}}$	відносна густина газу за <u>повітрям</u>	$D_{\text{пов}} = \frac{M}{29}$ ; $M = D_{\text{пов}} \cdot 29$
$D_{NH_3}$	відносна густина газу за <u>аміаком</u>	$D_{NH_3} = \frac{M}{17}$ ; $M = D_{NH_3} \cdot 17$

## ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ І БУДОВА АТОМА

Символ	Назви	Закон. Одиниці виміру				
періоди	горизонтальні ряди елементів (I, II, III, IV, V, VI, VII)	показують число енергетичних рівнів ( $N = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ )				
Групи	вертикальні ряди елементів (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII) складаються з двох підгруп (A – головна, B - побічна)	№ групи показує число $\bar{e}$ на зовнішньому рівні (s, p - елементи), суму (s і d $\bar{e}$ елементів) $ns^2 (n-1) d$				
№	порядковий номер елемента	показує число протонів (z), електронів ( $\bar{e}$ ), заряд ядра				
Атом	ядро	складається з ${}^1_1p$ та ${}^1_0n$ (протон) (нейтрон)				
	електронна оболочка	складається з $\bar{e}$ (електрона)				
A	масове число атома	в таблиці елементів, $A = Z + N$				
Z	число протонів	$Z = \text{№ елемента}$				
N	число нейтронів	$N = A - Z$				
<b>КВАНТОВІ ЧИСЛА</b>						
<b>n</b> (en)	головне	показує число енергетичних рівнів $n = 1, 2, \dots, 7$				
<b>l</b> (ель)	орбітальне	показує форму орбіталі $l = 0, \dots, n - 1$				
<b>m</b> (ем)	магнітне	показує орієнтацію орбіталі в просторі $m = -l; 0; +l$				
<b>s</b> (ес)	спінове	показує обертання $\bar{e}$ навколо своєї вісі $-\frac{1}{2}; +\frac{1}{2}$				
<b>ПІДРІВНІ</b>						
<b>s</b> (ес) <b>p</b> (пе) <b>d</b> (де) <b>f</b> (еф)	елементи групи IA, IIA елементи групи IIIA, IVA, VA, VIA, VIIA, VIIIA елементи побічних підгруп (B) елементи побічних підгруп (Актиноїди, лантаноїди)	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none; text-align: center;">}</td> <td style="border: none; text-align: center;">метали, неметали</td> </tr> <tr> <td style="border: none; text-align: center;">}</td> <td style="border: none; text-align: center;">всі метали</td> </tr> </table>	}	метали, неметали	}	всі метали
}	метали, неметали					
}	всі метали					

<b>ТИПИ ХІМІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ</b>		
<i>неМе - неМе</i>	ковалентний зв'язок 	неполярні (прості речовини) $H_2, Cl_2, N_2, O_2$ полярні (складні речовини) $HCl, H_2O, NH_3$
<i>Ме - неМе</i>	іонний зв'язок	$KCl, Na_2S, NaI$
<i>Ме - Ме</i>	металевий зв'язок	характерна для металів в твердому або рідкому агрегатному стані
молекула -H- молекула	водневий зв'язок 	<b>міжмолекулярний</b> між двома або кількома молекулами <b>внутрішньомолекулярний</b> в межах однієї молекули
<b>ПОСТІЙНИЙ СТУПІНЬ ОКИСНЕННЯ (С. О.)</b>		
<b>С.О. = 0</b>	в молекулах простих речовин	$Cl_2^0, H_2^0, Na^0, Fe^0, O_2^0$
<b>С.О. = +1</b>	елементи групи ІА в сполуках Н (крім гідридів металів -1)	$(H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr)$ $Na^+Cl, K_2^{+1}O, H^+Cl,$ $(KH^{-1}, CaH_2^{-1})$
<b>С.О. = +2</b>	елементи групи ІІА в сполуках	$(Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra)$ $Mg^{+2}Cl_2, Ca^{+2}O, Ca^{+2}H_2.$
<b>С.О. = +3</b>	елементи групи ІІІА в сполуках (крім бору В) $H_3^{+1}B^{-3}$	$(Al, Ga, In, Tl)$ $Al^{+3}Cl_3, Al_2^{+3}O_3$
<b>С.О. = - 1</b>	флуор $F$	$HF^{-1}, OF_2^{-1}$
<b>С.О. = - 2</b>	кисень $O$ , (крім флуориду кисню $O^{+2}F_2^{-1}$ , крім пероксидів $H_2O_2^{-1}, K_2O_2^{-1}, Na_2O_2^{-1}$ )	$H_2O^{-2}, CaO^{-2}, Al_2O_3^{-2}, K_2O^{-2}$ $(O^{+2}F_2)$ $H_2^{+1}O_2^{-1}, K_2^{+1}O_2^{-1}, Na_2^{+1}O_2^{-1}$
<b>Сума с.о. усіх елементів у сполуці дорівнює нулю</b>		
<b>ПОСТІЙНА ВАЛЕНТНІСТЬ (В.)</b>		
$B = I$	елементи групи ІА	$(H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr)$ $\overset{I}{H} Cl, \overset{I}{Na}_2 O,$
$B = II$	елементи групи ІІА <b>О</b> кисень	$(Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra), O$ $\overset{II}{Mg} \overset{I}{C} \overset{II}{Cl}_2, \overset{II}{Ca} O, \overset{II}{Ba} O$
$B = III$	елементи групи ІІІА	$(B, Al, Ga, In, Tl)$ $\overset{III}{Al} Cl_3, \overset{III}{B} \overset{I}{H}_3$

## ОСНОВНІ КЛАСИ ХІМІЧНИХ СПОЛУК

<b>Оксиди</b>	<i>MeO</i> <i>неMeO</i>	<b>Основні</b> ( $Me^{+1+2}O$ ) <i>K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, CaO, BaO</i> <b>Кислотні</b> ( <i>не Me O, Me<sup>+5,+6,+7</sup>O</i> ) <i>Na<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CrO<sub>3</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub></i> <b>Амфотерні</b> ( $Me^{+3+4}O$ ) <i>/BeO, CuO, ZnO/ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO<sub>2</sub></i>
<b>Основи = гідроксиди луги</b>	<i>MeOH</i> <i>Me<sup>+1</sup>OH</i>	<i>NaOH, KOH, Ba(OH)<sub>2</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, Al(OH)<sub>3</sub>, Fe(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub>, Th(OH)<sub>4</sub>, Pb(OH)<sub>4</sub></i> <i>Li<sup>+1</sup>OH, Na<sup>+1</sup>OH, K<sup>+1</sup>OH, Rb<sup>+1</sup>OH, Cs<sup>+1</sup>OH, Fr<sup>+1</sup>OH</i>
<b>Кислоти</b>	<i>HAc</i>	<b>Безкисневі:</b> <i>HF, HCl, HBr, HI, H<sub>2</sub>S</i> <b>Кисневмісні:</b> <i>HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></i> <i>H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, HNO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub></i>
<b>Солі</b>	<i>MeAc</i>	<b>Середні:</b> <i>KCl, CaSO<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub></i> <b>Кислі:</b> <i>KHS, Ca(HSO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, Al(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)</i> <b>Основні:</b> <i>CaOHCl, (MgOH)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i>

## ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОКСИДІВ

ОСНОВНІ	КИСЛОТНІ	АМФОТЕРНІ
<b>1. ВЗАЄМОДІЯ З ВОДОЮ</b>		
<u>Утворюється основа</u> <i>Me<sup>+1+2</sup>O + H<sub>2</sub>O = MeOH</i> <i>Na<sub>2</sub>O + H<sub>2</sub>O = 2NaOH</i> <i>CaO + H<sub>2</sub>O = Ca(OH)<sub>2</sub></i>	<u>Утворюється кислота</u> <i>неMeO + H<sub>2</sub>O = HAc</i> <i>SO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O = H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i> <i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 3H<sub>2</sub>O = 2H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></i>	<u>Не взаємодіють</u>
<b>2. ВЗАЄМОДІЯ</b>		
<u>з КИСЛОТОЮ</u>	<u>з ОСНОВОЮ</u>	<u>з КИСЛОТОЮ</u> <u>з ОСНОВОЮ</u>
<i>Me<sup>+1+2</sup>O + HAc = MeAc + H<sub>2</sub>O</i> <i>MgO + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = MgSO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O</i> <i>CaO + 2HCl<sub>2</sub> = CaCl<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O</i>	<i>неMeO + MeOH = MeAc + H<sub>2</sub>O</i> <i>CO<sub>2</sub> + 2KOH = K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O</i> <i>SO<sub>3</sub> + 2NaOH = Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O</i>	<i>Me<sup>+3+4</sup>O + HAc = MeAc + H<sub>2</sub>O</i> <i>+ Me<sup>+1</sup>OH = Me<sup>+1</sup>Ac</i> <i>ZnO + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = ZnSO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O</i> <i>ZnO + NaOH = Na<sub>2</sub>[Zn(OH)<sub>4</sub>]</i>
<b>3. ВЗАЄМОДІЯ</b>		
<u>з КИСЛОТНИМИ ОКСИДАМИ</u>	<u>з ОСНОВНИМИ ОКСИДАМИ</u>	<u>з КИСЛОТНИМИ ОСНОВНИМИ ОКСИДАМИ</u>
<i>Me<sup>+1+2</sup>O + неMeO = MeAc</i> <i>MgO + SO<sub>3</sub> = MgSO<sub>4</sub></i>	<i>неMeO + Me<sup>+1+2</sup> = MeAc</i> <i>SO<sub>3</sub> + CaO = CaSO<sub>4</sub></i>	<i>Me<sup>+3+4</sup>O + неMeO = MeAc</i> <i>+ Me<sup>+1+2</sup>O = Me<sup>+1+2</sup>Ac</i> <i>ZnO + CO<sub>2</sub> = ZnCO<sub>3</sub></i> <i>ZnO + Na<sub>2</sub>O = Na<sub>2</sub>ZnO<sub>2</sub></i>

## ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОСНОВ

Луги $MeOH(P)$	Амфотерні гідроксиди $MeOH(H)$
<b><u>1. Дія на індикатори</u></b>	
лакмус – синій метилоранж – жовтий фенолфталеїн – малиновий	—
<b><u>2. Взаємодія з кислотними оксидами</u></b>	
$MeOH + nMeO = MeAc + H_2O$ $6NaOH + P_2O_5 = 2Na_3PO_4 + 3H_2O$	—
<b><u>3. Взаємодія с кислотами</u></b>	
$MeOH + HAc = MeAc + H_2O$ $KOH + HNO_3 = KNO_3 + H_2O$	$MeOH + HAc = MeAc + H_2O$ $Cu(OH)_2 + 2HCl = CuCl_2 + 2H_2O$ $Zn(OH)_2 + H_2SO_4 = ZnSO_4 + 2H_2O$
<b><u>4. Взаємодія з лугами</u></b>	
—	$MeOH(H) + MeOH(P) = MeAc + H_2O$ $Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + 2H_2O$ $Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2[Zn(OH)_4]$
<b><u>5. Обмінна реакція з солями</u></b>	
$MeOH1 + MeAc1 = MeOH2 + MeAc2$ $Ba(OH)_2 + K_2SO_4 = 2KOH + BaSO_4 \downarrow$ $3KOH + Fe(NO_3)_3 = Fe(OH)_3 + 3KNO_3$	—
<b><u>6. Термічний розпад</u></b>	
—	$MeOH \xrightarrow{t^\circ} MeO + H_2O$ $Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^\circ} CuO + H_2O$

## ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КИСЛОТ (*HAc*)

<b><u>1. Дія на індикатори</u></b>
лакмус – червоний метилоранж – червоний фенолфталеїн – безбарвний
<b><u>2. Взаємодія з металами (<i>Me</i>)</u></b>
Метали, які в ряді активності стоять ліворуч від гідрогену, витісняють гідроген з кислот (крім <i>HNO<sub>3</sub></i> та конц. <i>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i> ) $Me + HAc = MeAc + H_2\uparrow$ <p>(до Н)      (крім <i>HNO<sub>3</sub></i>)</p> $2Na + 2HCl = 2NaCl + H_2\uparrow$ $Cu + HCl \neq$ $Cu + 4HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$
<b><u>3. Взаємодія з основними оксидами (<i>MeO</i>)</u></b>
$MeO + HAc = MeAc + H_2O$ $MgO + H_2SO_4 = MgSO_4 + H_2O$
<b><u>4. Взаємодія з основами (<i>MeOH</i>)</u></b>
$MOH + HAc = MeAc + H_2O$ $2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O$ $Ca(OH)_2 + 2HNO_3 = Ca(NO_3)_2 + 2H_2O$
<b><u>5. Взаємодія з солями</u></b>
$MeAc_1 + HAc_1 = MeAc_2 + HAc_2$ $BaCl_2 + H_2SO_4 = 2HCl + BaSO_4\downarrow$ $AgNO_3 + HCl = HNO_3 + AgCl\downarrow$
<b><u>6. Термічний розпад</u></b>
$HAc \xrightarrow{t^\circ} nMeO + H_2O$ $H_2SO_4 \xrightarrow{t^\circ} SO_3 + H_2O$



## ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СОЛЕЙ

<p><b><u>1. Взаємодія з металами</u></b></p>
<p>(Метал більш активний, ніж метал катіона солі) метал 1 + сіль 1 = сіль 2 + метал 2</p> $Fe + CuSO_4 = FeSO_4 + Cu$ $Cu + FeSO_4 \neq$
<p><b><u>2. Взаємодія з лугами</u></b></p>
<p>луг 1 + сіль 1 = основа 2 + сіль 2 (↓) або (↓)</p> $3NaOH + AlCl_3 = Al(OH)_3\downarrow + 3NaCl$ $Ba(OH)_2 + K_2SO_4 = 2KOH + BaSO_4\downarrow$ $2KOH + Na_2SO_4 = 2NaOH + K_2SO_4$
<p><b><u>3. Взаємодія с кислотами</u></b></p>
<p>сіль 1 + кислота 1 = сіль 2 + кислота 2 (↓) або (слабка)</p> $BaCl_2 + H_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + 2HCl$ $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2CO_3 \begin{cases} CO_2 \\ H_2O \end{cases}$
<p><b><u>4. Взаємодія з солями</u></b></p>
<p>сіль 1 + сіль 2 = сіль 3 + сіль 4 (↓) або (слабка)</p> $BaCl_2 + Na_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + 2NaCl$ $AgNO_3 + KCl = AgCl\downarrow + KNO_3$
<p><b><u>5. Термічний розпад (деякі солі розпадаються при нагріванні)</u></b></p>
<p style="text-align: center;">t° сіль = оксид металу + оксид неметалу</p> $CaCO_3 \xrightarrow{t^\circ} CaO + CO_2$

## ТИПИ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ

I. За зміною якості і кількості речовин реакції діляться на:



II. За зміною енергії реакції діляться на:



III. За напрямком перебігу реакції діляться на:



IV. За зміною ступеня окиснення елементів реакції поділяються на:



## Розчини. Види концентрації розчинів

**Розчин = речовина + розчинник**

**(р-н = (р-на) + (розч-к))**

<p>- масова частка розчиненої речовини (масова частка у відсотках %)</p>	$\omega(\text{речовини}) = \frac{m(\text{речовини})}{m(\text{розчину})}$ $\omega\%(\text{речовини}) = \frac{m(\text{речовини})}{m(\text{розчину})} \cdot 100\%$ $m_{\text{розчину}} = m_{\text{розчинника}} + m_{\text{речовини}}$ $m_{\text{розчину}} = \rho \cdot V$
<p>- молярна (<math>C_M</math>) моль/л</p>	$C = \frac{n}{V}; C = \frac{m(\text{речовини})}{M \cdot V}$ $C = \frac{\omega \cdot \rho \cdot 10}{M}$
<p>- молярна концентрація еквівалента (<math>C_E</math>)</p>	$C_E = \frac{n_E}{V}$ $C_{E_1} \cdot V_1 = C_{E_2} \cdot V_2$
<p>- титр (Т)</p>	$T = \frac{m}{V} \text{ г/мл}$
<p>Диссоціація (розпад на іони) <i>MeOH</i> (основа) <i>H Ac</i> (кислота) <i>Me Ac</i> (сіль)</p>	$\text{MeOH} \rightleftharpoons \text{Me}^+ + \text{OH}^-$ $\text{HAc} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Ac}^-$ $\text{MeAc} \rightleftharpoons \text{Me}^+ + \text{Ac}^-$
<p>Іони</p>	<p>(+) катіон (-) аніон</p>
<p>Водневий показник (pH)</p>	<p>pH &gt; 7 [OH<sup>-</sup>] &gt; [H<sup>+</sup>] – реакція лужна pH &lt; 7 [H<sup>+</sup>] &gt; [OH<sup>-</sup>] – реакція кисла pH = 7 [H<sup>+</sup>] = [OH<sup>-</sup>] – реакція нейтральна</p>
<p>Гідроліз солей</p>	$\text{Me Ac} + \text{HON} = \text{MeOH} + \text{HAc}$ <p style="text-align: center;">сіль      вода      основа      кислота</p>

Тести  
**Варіант А**

1. Який ряд містить тільки складні речовини?

- а)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ;  
б)  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{CO}_2$ .

2. Чому дорівнює молярна маса  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

- а) 49г/моль;                      б) 98г/моль;                      в) 20г/моль.

3. Чому дорівнює число Авогадро?

- а)  $3,01 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>;  
б)  $6,02 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>;  
в) 22,4л.

4. Скільки молей становить 49г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

- а) 1 моль;                      б) 0,5 моль;                      в) 2 моль.

5. Формула сполуки карбону (IV) з хлором (I):

- а)  $\text{C}_4\text{Cl}$ ;                      б)  $\text{CCl}_4$ .

6. У якому з рівнянь коефіцієнти правильні:

- а)  $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$ ;                      б)  $2\text{Fe} + 3\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

7. Об'єм одного моля газу називається:

- а) молярною масою (M);  
б) молярним об'ємом ( $V_m$ );  
в) об'ємом (V).

8. Азот кількістю 0,5 моль (за н.у.) займає об'єм:

- а) 22,4л (за н.у.)  
б) 11,2л (за н.у.)  
в) 5,6л (за н.у.)

9. Відносна густина сірководню ( $\text{H}_2\text{S}$ ) за воднем дорівнює:

- а) 34;                      б) 17;                      в) 2.

10. Сполука, в якій масова частка натрію 43,39%, карбону 11,32%,  
кисню 45,28% має формулу:

- а)  $\text{Na}_2\text{CO}$ ;                      б)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;                      в)  $\text{NaCO}_3$ .

11. 32г міді міститься в сполуці сульфїду купруму (I)  $\text{Cu}_2\text{S}$ , маса якого дорівнює:

- а) 160г;                      б) 128г;                      в) 40г.

12. Визначте масу 44,8л  $\text{HCl}$  (за н.у.)

- а) 36,5г;                      б) 73г;                      в) 7,3г.

## Варіант Б

1. Періодичний закон елементів відкрив:

а) Д.І. Менделєєв; б) М.В. Ломоносов; в) А. Авогадро.

2. Період – це:

а) горизонтальний ряд елементів; б) вертикальний ряд елементів.

3. Періодична система складається з:

а) 7 періодів, 8 груп; б) 8 періодів, 7 груп.

4. Періоди можуть бути:

а) малі, великі; б) головні, побічні.

5. У п'ятому періоді, четвертій групі, головній підгрупі знаходиться елемент:

а) олово; б) цирконій; в) арсен.

6. Який елемент має сильніші металічні властивості калій або цезій?

а) калій; б) цезій.

7. Атом складається з:

а) електронів, протонів; б) протонів, нейтронів, електронів.

8. Елемент, який містить 27 протонів, це:

а) алюміній (Al); б) кобальт (Co).

9. За електронною конфігурацією  $3s^2 3p^5$  зовнішнього рівня атома визначити елемент

а) магній; б) фосфор; в) хлор.

10. Який тип зв'язку в молекулі  $H_2S$ :

а) ковалентний полярний зв'язок;  
б) ковалентний неполярний зв'язок;  
в) іонний зв'язок.

11. Іонний зв'язок в молекулі:

а)  $H_2O$ ;                      б)  $H_2$ ;                      в)  $CaO$ .

12. Ступінь окиснення сульфуру в молекулі  $H_2SO_3$ :

а) +2;                      б) +4;                      в) +6.

### Варіант В

1. Який ряд містить тільки оксиди:

- а)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{KOH}$ ;                      б)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ .

2. Який ряд містить тільки багатокислотні основи:

- а)  $\text{LiOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ;  
б)  $\text{MgO}$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  
в)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

3. Який ряд містить тільки одноосновні кислоти:

- а)  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ;    б)  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ;    в)  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

4. Формула солі сульфіту калію:

- а)  $\text{K}_2\text{S}$ ;                      б)  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ;                      в)  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .

5. Який ряд містить тільки луги:

- а)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ;  
б)  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{LiOH}$ ;  
в)  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$ .

6. Вкажіть основні оксиди:

- а)  $\text{K}_2\text{O}$ ;                      б)  $\text{CO}_2$ ;                      в)  $\text{ZnO}$ .

7. Які речовини реагують з кислотами:

- а)  $\text{P}_2\text{O}_5$ ;                      б)  $\text{K}$ ;                      в)  $\text{KOH}$ ;                      г)  $\text{KCl}$ .

8. З якими речовинами реагує гідроксид феруму (III):

- а)  $\text{HCl}$ ;                      б)  $\text{CO}_2$ ;                      в)  $\text{MgCl}_2$ ;                      г)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

9. З якими металами реагує розбавлена сульфатна кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

- а)  $\text{Ag}$ ;                      б)  $\text{Ba}$ ;                      в)  $\text{Cu}$ ;                      г)  $\text{Zn}$ .

10. Які оксиди реагують з водою?

- а)  $\text{K}_2\text{O}$ ;                      б)  $\text{SO}_3$ ;                      в)  $\text{ZnO}$ ;                      г)  $\text{BaO}$ .

11. Вкажіть кислі солі:

- а)  $\text{CaCO}_4$ ;                      б)  $\text{CuOHCl}$ ;                      в)  $\text{KHS}$ ;                      г)  $\text{BaHPO}_4$ .

12. Вкажіть формулу гідроксиду феруму (II)

- а)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;                      б)  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ;                      в)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ;                      г)  $\text{FeO}$ .

### Варіант Г

1. Визначити тип реакції  $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$ :

- а) реакція заміщення;
- б) реакція розкладання;
- в) реакція обміну.

2. Яка реакція екзотермічна?

- а)  $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{CaO} + \text{CO}_2 - 180 \text{ кДж}$ ;
- б)  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 393,5 \text{ кДж}$ .

3. Визначте окисно-відновну реакцію:

- а)  $\text{KOH} + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ ;
- б)  $2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2\uparrow$ .

4. При підвищенні температури на  $10^\circ\text{C}$  швидкість реакції:

- а) зменшується в 2-4 рази; б) збільшується в 2-4 рази.

5. Каталізатори впливають:

- а) на зміщення хімічної рівноваги;
- б) на швидкість прямої реакції.

6. Процентна концентрація розчину виражається формулою:

- а)  $C = \frac{n}{V}$ ;
- б)  $\omega\% = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\%$ .

7. Молярна концентрація – це

- а) маса розчиненої речовини в 100г розчину;
- б) число молей розчиненої речовини в 1 (одному) літрі розчину.

8. Дисоціація – це розпад розчиненої речовини:

- а) на атоми; б) на іони.

9. Водневий показник  $\text{pH} > 7$  – це:

- а)  $[\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$  – лужне середовище;
- б)  $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$  – кисле середовище.

10. Гідроліз солей – це

- а) реакція між іонами;
- б) реакція солі з водою.

11. Які солі розчиняються у воді:

- а)  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ;
- б)  $\text{BaSO}_4$ ;
- в)  $\text{CaCO}_3$ .

12. Сіль хлорид купрум (II)  $\text{CuCl}_2$  утворена:

- а) сильною кислотою, слабкою основою;
- б) слабкою кислотою, сильною основою.





*Навчальне видання*

**Кушпіль Наталія Олександрівна**  
**Криворучко Тетяна Дмитрівна**

**ЗАГАЛЬНА ХІМІЯ**  
**Навчальний посібник для студентів**  
**підготовчих факультетів (відділень, центрів)**  
**для іноземних громадян**  
**закладів вищої освіти МОЗ України**

Друкується в авторській редакції  
Коректура авторська

Віддруковано в ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс»  
36039, м. Полтава, вул. Пушкіна, 103, к. 102

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
суб'єкта видавничої справи ПЛ №9 від 20.06.2001

Підписано до друку 18.11.2020 р.  
Формат 60x84/8. Папір офсетний. Друк офсетний.  
Ум. друк. арк. 16,75.  
Наклад 100 прим. Зам. № 364.