



Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет переробних і харчових виробництв
Кафедра хімії, біохімії, мікробіології та гігієни
харчування

ХІМІЯ

Частина 1. Загальна хімія

Навчально-методичний посібник для іноземних
здобувачів освіти



Харків
2024

Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет переробних і харчових виробництв
Кафедра хімії, біохімії, мікробіології та гігієни харчування

ХІМІЯ

Частина 1. Загальна хімія

**Навчально-методичний посібник для іноземних
здобувачів освіти**

Затверджено:
рішенням Науково-методичної
ради факультету переробних і
харчових виробництв
Протокол № 6 від 16.05.2024 р.

Харків
2024

УДК 54(075.8)

Схвалено
на засіданні кафедри хімії, біохімії, мікробіології та гігієни харчування
Протокол № 11 від 05.04.2024 р.

Рецензенти:

І.О. Данченко, професор кафедри ЮНЕСКО «Філософія людського спілкування» та соціально-гуманітарних дисциплін Державного біотехнологічного університету, д-р пед. наук, професор;

А.В. Сачко, доцент кафедри хімічного аналізу, експертизи та безпеки харчової продукції ННІ біології, хімії та біоресурсів Чернівецького національного університету ім. Юрія Федьковича, канд. хім. наук, доцент.

П 37 Хімія. Частина 1. Загальна хімія : навчально-методичний посібник для іноземних здобувачів освіти / Держ. біотехн. ун-т ; Уклад. І. С. Пілюгіна, А. О. Борисова, О. Ф. Аксьонова – Харків: Державний біотехнологічний університет, 2024. –167 с.

Навчально-методичний посібник призначений для іноземних здобувачів освіти, які починають вивчати хімію українською мовою, ще не маючи достатнього лексичного запасу.

У навчальному посібнику викладено питання загальної хімії. Наведена велика кількість прикладів, контрольних питань, задач для виконання на заняттях, завдань і задач для самостійної роботи здобувачів освіти. Також посібник містить тести, які можуть бути використані під час організації самостійної роботи іноземних здобувачів освіти та на етапі поточного контролю їх знань.

УДК 54(075.8)

Відповідальний за випуск: Євлаш В.В., завідувач кафедри хімії, біохімії, мікробіології та гігієни харчування, д-р техн. наук, професор

© І.С. Пілюгіна, А.О. Борисова,
О.Ф. Аксьонова 2024

© ДБТУ, 2024

ЗМІСТ

Передмова.....	5
Розділ 1. Вступ.....	6
1.1. Предмет хімії.....	6
1.2. Хімічні елементи.....	7
1.3. Хімічна формула. Склад речовин. Прості та складні речовини.....	11
<i>Тест №1</i>	14
1.4. Речовини. Властивості речовин.....	15
1.5. Фізичні та хімічні явища.....	20
<i>Тест №2</i>	22
Розділ 2. Загальна хімія.....	23
2.1. Атомно-молекулярна теорія.....	23
2.2. Відносна атомна маса.....	25
2.3. Відносна молекулярна маса.....	27
2.4. Кількість речовини. Моль. Молярна маса.....	28
<i>Тест №3</i>	31
2.5. Валентність.....	33
2.6. Розрахунки за хімічними формулами.....	36
2.6.1. Розрахунок масової частки елементів.....	36
2.6.2. Розрахунок маси елемента за масою речовини.....	38
2.7. Закон постійності складу.....	39
2.8. Закон збереження маси речовини.....	40
2.9. Хімічні рівняння.....	41
<i>Тест №4</i>	43
2.10. Класифікація хімічних реакцій.....	45
2.10.1. Класифікація хімічних реакцій за зміною числа вихідних та кінцевих речовин.....	46
2.10.2. Класифікація хімічних реакцій за виділенням або поглинанням енергії (за тепловим ефектом).....	47
2.10.3. Класифікація хімічних реакцій за ознакою оборотності.....	48
2.11. Закон Авогадро.....	52
2.12. Відносна густина газу.....	55
<i>Тест №5</i>	58
2.13. Розрахунки за хімічними рівняннями.....	60
2.13.1. Розрахунок маси продукту реакції за відомою масою однієї з вихідних речовин.....	60
2.13.2. Розрахунок маси вихідної речовини за відомою масою одного з продуктів реакції.....	62
2.13.3. Розрахунок маси продукту реакції, якщо одна з вихідних речовин надана в надлишку.....	63

2.14. Періодичний закон і періодична система хімічних елементів Д.І. Менделєєва.....	65
2.15. Будова атома.....	69
2.15.1 Будова електронних оболонок атомів.....	73
2.16. Хімічний зв'язок.....	80
2.16.1. Ковалентний зв'язок.....	81
2.16.2. Іонний зв'язок.....	85
2.16.3. Металевий зв'язок.....	86
2.16.4. Водневий зв'язок.....	86
<i>Тест №6</i>	88
2.17. Ступінь окиснення.....	92
2.18. Основні класи неорганічних сполук.....	95
2.18.1. Оксиди.....	96
2.18.2. Основи.....	99
2.18.3. Кислоти.....	103
2.18.4. Солі.....	107
<i>Тест №7</i>	112
2.19. Розчини.....	116
2.19.1. Розчинність.....	118
2.19.2. Способи вираження складу розчину.....	124
2.19.3. Масова частка розчиненої речовини.....	125
2.19.4. Молярна концентрація речовини.....	129
2.20. Властивості розчинів електролітів. Теорія електролітичної дисоціації.....	134
2.21. Іонні реакції та рівняння.....	139
2.22. Іонний добуток води.....	142
<i>Тест №8</i>	146
2.23. Окисно-відновні реакції.....	148
<i>Тест №9</i>	151
Словник	153
Додатки	164
Додаток 1. Періодична таблиця Д.І. Менделєєва.....	164
Додаток 2. Фізичні сталі.....	165
Додаток 3. Електрохімічний ряд напруг металів.....	165
Додаток 4. Таблиця розчинності.....	166
Література	167

ПЕРЕДМОВА

Даний навчально-методичний посібник призначений для іноземних здобувачів освіти, які вивчають дисципліну «Хімія». Він складений на основі програм із хімії та української мови для іноземних студентів, які навчаються на підготовчих факультетах і відділеннях.

Основна мета вивчення дисципліни «Хімія» полягає в систематизації знань, отриманих на батьківщині, заповнення прогалин шкільної освіти, обумовлених розбіжностями в національних і українських загальноосвітніх програмах із хімії.

Навчальний посібник містить 28 тем. Кожна тема містить текст, лексико-граматичний матеріал, питання і завдання, які використовуються для закріплення знань з хімії, вивчення хімічної термінології українською мовою, освоєння лексичного матеріалу і конструкцій притаманних науковому стилю мовлення, оволодіння умінням розв'язання експериментальних завдань. Деякі завдання мають форму гри. З кожною темою навчальний матеріал поступово ускладнюється і наближається до роботи з неадаптованими текстами з хімії.

Кожна тема забезпечена українсько-англійсько-французьким словником. Наприкінці посібника дано загальний словник.

Для організації самостійної роботи іноземних здобувачів освіти у навчально-методичний посібник включено тести, які можуть бути використані також на етапі поточного контролю їх знань. Використання тестів під час навчання і контролю знань дозволить скоротити у іноземних здобувачів освіти час формування необхідних навичок і вмінь, дасть можливість викладачеві швидко відстежувати і аналізувати результати засвоєння навчального матеріалу за різноманітними критеріями – для груп, спеціальностей, окремих студентів тощо.

У розділі «Додатки» міститься довідковий матеріал, який є необхідним для відповідей на питання та розв'язання задач.

РОЗДІЛ 1. ВСТУП

1.1. Предмет хімії

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Речовина, -и	substance (-s)	substance
Вода	water	eau
Горіння	burning	ignition
Залізо	iron	fer
Зміна	change, alteration	changement, modification
Кипіння	boiling	ébullition
Льод	ice	glace
Матеріал	material	materiel
Матерія	matter, substance	matière
Крейда	chalk	craie
Оточувати	surround	entourer
Плавка, плавлення	fusion	fonte, fusion
Перетворення	transformation	transformation
Природа	nature	nature
Відбуватись	be the result (of)	est le resultat de
Процес	process	processus
Розчинятись, розчинення	dissolve dissolution	dissoudre dissolution
Цукор	sugar	sucre
Сірка	sulphur	soufre
Сіль	salt (-s)	sel
Супровожувати	accompany	accompagner
Складатись	consist (of)	consisteren
Фізичне тіло	physical body	corps physique
Явище	phenomenon	phénomène

Хімія – наука про речовини та їх перетворення одна в одну. Хімія також вивчає явища, які супроводжують ці перетворення.

Речовина або матерія (матеріал) – це те, з чого складається фізичне тіло.

Нас оточують тіла, які складаються з речовин.
Вода, залізо, цукор, крейда – це речовини.

Явища (процеси) – це будь-які зміни, які відбуваються у природі.

Плавлення льоду, кипіння води, розчинення солі, цукру, горіння сірки – це явища або процеси.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповіді на питання:

1. Що таке хімія?
2. Що вивчає хімія?
3. Що таке речовина?
4. Що таке матерія?
5. Що таке явище?
6. Що таке процес?

Завдання 2. Закінчить фразу:

- а) будь-які зміни в природі – це ...
- б) тіло складається з ...
- в) кипіння, горіння, плавлення – це ...

1.2. Хімічні елементи

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
1	2	3
Атом, -и	atom (-s)	atome (-s)
Атомний номер	atomic number	numero atomique
Знак, -и (символ)	symbol	symbole
Іон, -и	ion (-s)	ion
Відомо	it is known	c'est connu
Мати	to have	avoir
Латинський	Latin	Latin
Молекула, -и	molecule (-s)	molecule
Назва, -и	name (-s)	nom(-s)

1	2	3
Позначати	to designate, denote	dénoter
Однаковий	the same, identical	identique
Відносна атомна маса	relative atomic mass	masse atomique relative
Простий	simple	simple
Різний, -а, -е, -і	different	different
Найменша	the smallest	la plus petite
Властивість, -і	property (-s)	propriété
Складний	complicated	compliqué
Зберігати	keep	conserver
Таблиця	table	table
Хімічний елемент	chemical element	élément chimique
Частинка, -и	particle (-s)	particule

Речовини складаються з атомів, іонів, молекул.

Атом – це найменша частинка елемента, яка зберігає його властивості.

Один вид атомів – це **хімічний елемент**. Гідроген, Оксиген, Карбон, Сульфур, Ферум – це хімічні елементи.

Зараз відомо 118 хімічних елементів. Кожен елемент має назву та хімічний символ. Гідроген – це українська назва елемента. Н (аш) – це символ Гідрогену. Оксиген – це назва елемента. О (о) – це символ Оксигену.

Хімічний символ елемента – це одна або дві букви латинської назви елемента.

Хімічний символ позначає: який це елемент, один атом елемента.

Наприклад: символ Н (аш) позначає Гідроген, N (ен) позначає Нітроген, Fe (ферум) позначає Ферум.

Запис атома Карбону в періодичній таблиці Д.І. Менделєєва (додаток 1) наведено на рисунку 1.

C	6
Карбон	12,01

Рис. 1 – Фрагмент періодичної таблиці Д.І. Менделєєва

С (це) – це символ елемента. Слово «Карбон» – це назва елемента. Число 6 – це порядковий номер елемента. Число 12,01 – це відносна атомна маса (A_r).
Хімічні символи та назви деяких елементів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Символи та назви хімічних елементів

Хімічний символ елемента	Як читати символ	Українська назва елемента	Хімічний символ елемента	Як читати символ	Українська назва елемента
Ag	Аргентум	Аргентум	K	Калій	Калій
Al	Алюміній	Алюміній	Li	Літій	Літій
Ba	Барій	Барій	Mg	Магній	Магній
Br	Бром	Бром	Mn	Манган	Манган
C	Це	Карбон	N	Ен	Нітроген
Ca	Кальцій	Кальцій	Na	Натрій	Натрій
Cl	Хлор	Хлор	Ni	Нікель	Нікель
Cu	Купрум	Купрум	O	О	Оксиген
Cr	Хром	Хром	P	Пе	Фосфор
F	Фтор	Флуор	Pb	Плюмбум	Плюмбум
Fe	Ферум	Ферум	S	Ес	Сульфур
H	Аш	Гідроген	Sn	Станум	Станум
He	Гелій	Гелій	Zn	Цинк	Цинк
Hg	Гідраргірум	Меркурій	I	Йод	Йод

Запам'ятайте конструкції

- Що** (Н.в.) має **що** (З.в.).
Кожен елемент має назву.
- Що** (Н.в.) – це **що** (Н.в.).
Кальцій – це назва елемента.
- Що** (Н.в.) позначає **що** (З.в.).
Символ Fe (ферум) позначає Ферум.
- Що** (Н.в.) + **чого** (Р.в.) + **чого** (Р.в.).
Символ елемента Гідрогену.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Що таке атом?
2. Що таке хімічний елемент?
3. Що має кожен елемент?
4. Що таке хімічний символ елемента?
5. Що позначає хімічний символ елемента?

Завдання 2. Напишіть, як треба читати символи:

- а) Zn;
- б) C;
- в) Cr;
- г) K.

Завдання 3. Напишіть українські назви елементів:

- а) Fe;
- б) Na;
- в) Ca;
- г) Cl.

Завдання 4. Напишіть хімічні символи елементів:

- а) Купрум;
- б) Бром;
- в) Плюмбум;
- г) Фосфор;
- д) Натрій;
- е) Йод.

Завдання 5. Заповніть таблицю.

Порядковий номер елемента	Символ елемента	Назва елемента	Відносна атомна маса
1			
2			
6			
7			
8			
13			
20			
24			
35			
53			
56			

1.3. Хімічна формула. Склад речовин. Прості та складні речовини

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Речовина, -и	substance (-s)	substance (-s)
Індекс, -и	index (-es)	indice (-s)
Якісний	qualitative	qualitatif
Якість	quality	qualité
Кількісний	quantitative	quantitatif
Кількість, -і	quantity (-ies)	numéro
Коефіцієнт, -и	coefficient (-s)	coefficient (-s)
Молекула, -и	molecule (-s)	molécule (-s)
Декілька	several, a few	peu
Окремий	separate, alone	séparé
Показувати	show	montrer
Різний, -а, -е, -і	different	différent
Складний	complex	complexe
Містити	to contain	contenir
Сполука	connection, combination	composé
Склад	composition	composition
Складатись з	to consist of	consister en
Формула, -и	formula (-s)	formule (-s)
Хімічна сполука	chemical connection	composé chimique

Кожна речовина має формулу.

Хімічна формула – це вираз складу речовини за допомогою хімічних знаків.

Наприклад: Cl_2 (хлор – два) – це формула хлору; H_2O (аш – два – о) – це формула води.

Якщо формула містить декілька однакових груп атомів, то формулу читають так:

$\text{Zn}(\text{OH})_2$ – цинк – о – аш – двічі;

$\text{Al}(\text{OH})_3$ – алюміній – о – аш – тричі;

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ – ферум – два – ес – о – чотири – тричі.

Хімічна формула показує:

- з яких атомів складається молекула (речовина) – **якісний склад**;
- скільки атомів кожного елемента міститься в молекулі речовини – **кількісний склад**.

Наприклад, формула карбон(IV) оксиду CO_2 показує, що молекула складається з атомів двох елементів – Карбону й Оксигену. В молекулі CO_2 містяться два атоми Оксигену та один атом Карбону.

У формулі CO_2 цифра 2 – це **індекс**.

Індекс показує число атомів даного елемента в формулі речовини.

Кількість атомів або молекул вказують цифрою (**коефіцієнтом**), яка ставиться перед першим хімічним символом.

Наприклад: 2H (два –аш) – два атоми Гідрогену;

3H_2 (три – аш – два) – три молекули водню.

Цифри 2 и 3 – це коефіцієнти.

F_2 , $\text{Al}(\text{OH})_3$, H_2O , Cl_2 , Na – це формули речовин. Ці речовини можна розділити на прості та складні.

Прості речовини – це речовини, які складаються з атомів одного елемента.

Фтор F_2 – це проста речовина. Хлор Cl_2 – це проста речовина. Натрій Na – це теж проста речовина.

Складні речовини – це речовини, які складаються з атомів різних хімічних елементів.

$\text{Al}(\text{OH})_3$ – це складна речовина. Вода H_2O – це теж складна речовина.

Запам'ятайте конструкції

1. **Що** (Н.в.) складається з **чого** (Р.в.)

Вода складається з атомів Гідрогену й Оксигену.

2. **Що** (Н.в.) міститься **в чому** (М.в.) = **що** (Н.в.) містить **що** (З.в.)

У молекулі води містяться два атоми Гідрогену та один атом Оксигену
= Молекула води містить два атоми Гідрогену та один атом Оксигену.

3. **Декілька** + (Р.в.) (мн.)

Декілька однакових груп атомів.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Що таке хімічна формула?
2. Що показує хімічна формула?
3. Що показує індекс?
4. Що показує коефіцієнт?

Завдання 2. Напишіть формули речовин, які містять:

- а) один атом Натрію та один атом Хлору;
- б) два атоми Калію, один атом Сульфуру та чотири атоми Оксигену;
- в) один атом Барію, один атом Сульфуру та три атоми Оксигену;
- г) три атоми Гідрогену, один атом Фосфору та чотири атоми Оксигену;
- д) один атом Алюмінію, три атоми Хлору;
- е) два атоми Нітрогену.

Завдання 3. Прочитайте формули: Na_2CO_3 , K_3PO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, CO_2 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, MgCl_2 , $\text{Mn}(\text{OH})_4$, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, K_2SiO_3 .

Завдання 4. Напишіть формули, які читають так:

- а) ен – о – два;
- б) ферум – хлор – два;
- в) алюміній – ен – о – три – тричі;
- г) ен – аш – чотири – двічі – ес – о – чотири;
- д) цинк – о – аш – двічі;
- е) калій – два – хром – о – чотири.

Завдання 5. Речовина має формулу: а) CaCO_3 ; б) $\text{Fe}(\text{OH})_3$; в) MnCl_2 ; г) CuSO_4 ; д) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Вкажіть якісний склад речовини.

Завдання 6. Речовина має формулу: а) BaCO_3 ; б) FeO ; в) BaCl_2 ; г) Na_2SO_4 ; д) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$. Вкажіть кількісний склад речовини.

Завдання 7. Розділіть речовини на дві групи (прості і складні): а) CO_2 ; б) NaOH ; в) C ; г) Na_2CO_3 ; д) SO_2 ; е) K ; є) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$; ж) ZnO ; з) Br_2 .



ТЕСТ №1

Тестові завдання з вибором однієї правильної відповіді

1. Вкажіть хімічний символ Натрію:

- а) N;
- б) С;
- в) Сг;
- г) Na.

2. Вкажіть українську назву елемента S:

- а) Сульфур;
- б) Стронцій;
- в) Натрій;
- г) Карбон.

3. Вкажіть, як слід читати символ Cu:

- а) купрум;
- б) аргентум;
- в) мідь;
- г) ферум.

4. Вкажіть хімічний символ елемента, який читають «ферум»:

- а) F;
- б) I;
- в) Fe;
- г) H.

5. Вкажіть, як читають формулу $Al(NO_3)_3$:

- а) алюміній – ен – о;
- б) алюміній – ен – о – три;
- в) алюміній – ен – о – три – тричі;
- г) алюміній – ен – о – три – двічі.

6. Вкажіть формулу, яку читають «ферум-о-аш-двічі»:

- а) Fe_2O_3 ;
- б) FeO;
- в) $Fe(OH)_2$;
- г) $Fe(OH)_3$.

7. Визначте формулу простої речовини:

- а) H_2O ;
- б) HCl;
- в) O_2 ;
- г) Al_2O_3 .

8. Визначте формулу складної речовини:

- а) H₂O;
- б) Cl₂;
- в) O₂;
- г) Al.

9. Оберіть правильне ствердження про склад молекули води H₂O:

- а) містить два атоми Гідрогену та два атоми Оксигену;
- б) містить два атоми Гідрогену та один атом Оксигену;
- в) містить один атом Гідрогену та два атоми Оксигену;
- г) складається з двох атомів одного хімічного елемента.

10. Визначте ряд речовин, який утворений тільки складними речовинами:

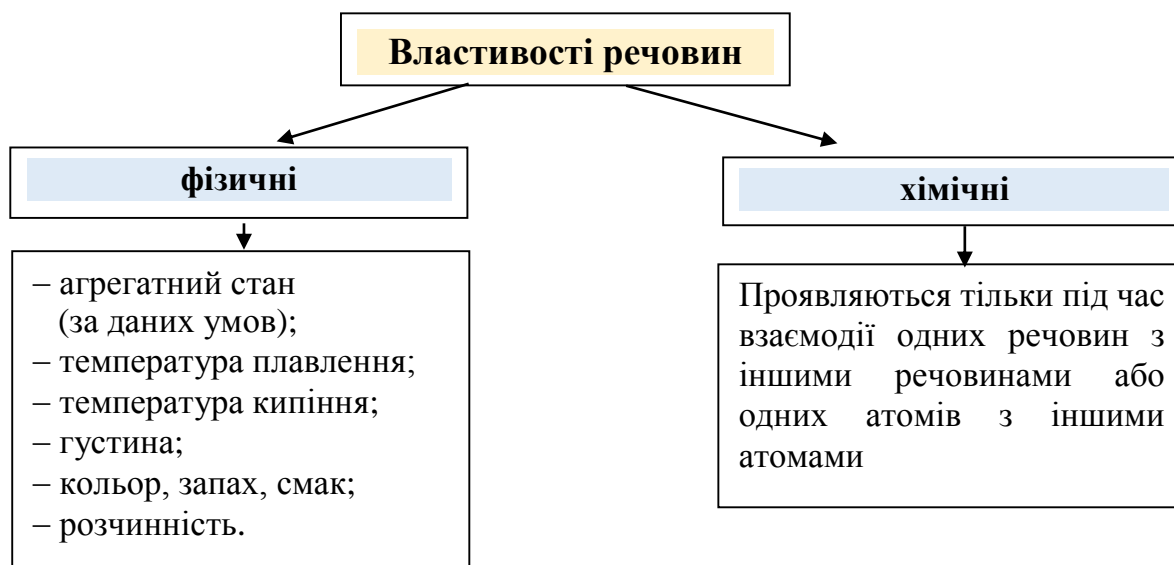
- а) SO₂, CO₂, Ca;
- б) Na, K, O₂;
- в) H₂O, HCl, ZnCl₂;
- г) Al, Zn, FeO.

1.4. Речовини. Властивості речовин

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Агрегатний стан	state of matter	état de la matiere
Блиск	brilliance	brillant
Газоподібний, -а, -е, -і	gaseous	gazéu
Природний	natural	naturel
Рідкий, -а, -е, -і	liquid	liquide
Запах, -и	smell (-s), odour	odeur
Штучний, -а, -е, -і	artificial	artificiel
Плазма	plazma	plasma
Подібність	likeness	ressemblance
Твердий, -а, -е, -і	hard, solid	dur
Температура плавлення	fusion-point	point de fusion
Температура кипіння	boiling-point	point d'ébullition
Теплопровідність	heat conductivity	conductibilité de la chaleur
Характеризувати	characterize	caractériser
Кольор	color	couleur
Електропровідність	electric (al) conductivity	conductibilité lectrique

Речовини або матеріали можна розділити на **природні** та **штучні**. Речовини характеризуються їх хімічними та фізичними властивостями.



Властивості речовин – це признаки, за якими визначається їх подібність або відмінність.

Залежно від зовнішніх фізичних умов, речовини можуть знаходитись у різних **агрегатних станах**: твердому, рідкому, газоподібному та у вигляді плазми.

Приклади твердих речовин представлені на рисунку 2.



а)



б)



в)

Рис. 2 – Приклади твердих речовин: а) крейда; б) сірка; в) алюміній

Крейда – це тверда речовина. **Сірка** – це тверда речовина. **Алюміній** – це теж тверда речовина. Крейда, сірка, алюміній – це тверді речовини.

Приклади рідких речовин представлені на рисунку 3.



а)

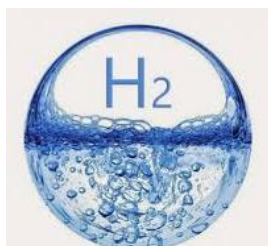


б)

Рис. 3 – Приклади рідких речовин: а) вода; б) бром

Вода – це рідка речовина. **Бром** – це рідка речовина. Вода і бром – це рідкі речовини.

Приклади газоподібних речовин представлені на рисунку 4.



а)



б)



в)

Рис. 4 – Приклади газоподібних речовин: а) H_2 ; б) Cl_2 ; в) NO_2

Водень – це газоподібна речовина. **Хлор** – це газоподібна речовина. Нітроген(IV) оксид – це теж газоподібна речовина.

Агрегатний стан речовини може змінюватись (рисунки 5, 6).



а)



б)



в)

Рис. 5 – Плавлення речовин: а) сірка; б) парафін; в) льод

Сірка плавиться за температури $113\text{ }^{\circ}\text{C}$ (сто тринадцять градусів Цельсія), парафін плавиться за температури $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, льод плавиться за температури $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. **Температура плавлення** – це фізична властивість речовини.

Температура плавлення – це температура, за якої тверде кристалічне тіло здійснює перехід у рідкий стан.



Рис. 6 – Кипіння води

Вода H_2O кипить за температури $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 6). Температура кипіння води $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Етиловий спирт C_2H_5OH кипить за температури $78\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температура кипіння етилового спирту $78\text{ }^{\circ}\text{C}$. Сульфатна кислота H_2SO_4 кипить за температури $338\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температура кипіння сульфатної кислоти $338\text{ }^{\circ}\text{C}$. **Температура кипіння** – це фізична властивість речовини.

Температура кипіння – це температура, за якої відбувається кипіння рідини, що знаходиться під сталим тиском.

Різні речовини мають різну густину – ρ («ро»). Густина сірки – 2100 кг/м^3 (кілограмів на кубічний метр), густина алюмінію – 2700 кг/м^3 , густина солі (NaCl) – 2200 кг/м^3 , густина води – 1000 кг/м^3 . **Густина** – це фізична властивість речовини.

Густина – фізична величина, яка дорівнює відношенню маси тіла до його об'єму.

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1.1)$$

де m – маса тіла, кг; V – об'єм тіла, м^3 .

Речовина має колір. Сірка має жовтий колір, крейда має білий колір (рисунок 2). Графіт (C) – сірого кольору, купрум(II) сульфат ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) – блакитного кольору, нікель хлорид ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) – зеленого кольору (рисунок 7). Вода, спирт не мають кольору. **Колір** – це властивість речовини.



а)

б)

в)

Рис. 7 – Зовнішній вигляд речовин: а) графіт; б) купрум(II) сульфат; в) нікель хлорид

Речовини мають запах. Етиловий спирт, ацетон, сірководень, амоніак мають запах. Вода, сіль, срібло, азот не мають запаху. Кисень – це теж речовина без запаху. **Запах** – це властивість речовини.

Речовини мають смак. Цукор має солодкий смак. Сіль має солоний смак. Вода не має смаку. Вода – це речовина без смаку. **Смак** – це властивість речовини.

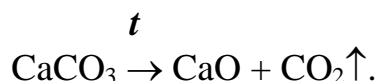
Сіль, цукор, спирт, кисень – розчиняються у воді. **Розчинність** – це фізична властивість речовини.

Розчинність – це здатність речовини розчинитись у воді або іншому розчиннику.

Наприклад, у 100 г води за температури $20 \text{ }^\circ\text{C}$ розчиняється 36 г солі NaCl.

Кожна речовина має свої фізичні властивості. Вода – це рідка речовина, кипить за температури $100 \text{ }^\circ\text{C}$, має густину 1000 кг/м^3 , без запаху, без кольору, без смаку.

Одні речовини можуть перетворюватись в інші. Наприклад, під час нагрівання крейда перетворюється в інші речовини.



Хімічна властивість речовини – це здатність речовини перетворюватись в інші речовини.

Запам'ятайте конструкції

1. **Що** (Н.в.) може змінюватись **во що?** (З.в.)
Агрегатний стан речовини може змінюватись.
2. **Що** (Н.в.) може перетворюватись **во що?** (З.в.)
Одні речовини можуть перетворюватись в інші речовини.
3. **Що** (Н.в.) не має **чого** (Р.в.) = **що** (Н.в.) **без чого** (Р.в.)
Спирт не має кольору = Спирт без кольору.
4. **Багато+** (Р.в.) (мн.)
У природі є багато речовин.
5. **За** + (М.в.) = *коли* температура = *якщо* температура
Вода кипить за температури 100 °С. = Вода кипить, коли температура 100 °С. = Вода кипить, якщо температура 100 °С.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Які види речовин ви знаєте?
2. Що таке властивості речовин?
3. Які властивості речовин ви знаєте?
4. Які фізичні властивості речовин ви знаєте?
5. В яких агрегатних станах можуть знаходитись речовини?
6. Що таке температура кипіння?
7. Що таке температура плавлення?
8. Що таке густина?
9. Що таке розчинність?

Завдання 2. Скажіть, які фізичні властивості мають за звичайних умов речовини:

- а) кисень;
- б) вода;
- в) сірка;
- г) сіль (NaCl).

1.5. Фізичні та хімічні явища

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Виділення	allocation	Sélection
Горіння	burning	ignition
Замерзання	freezing	congelation
Подрібнення	grinding, milling	affûtage
Змінюються	change	changer
Випаровування	evaporation	evaporation
Зникнення	disappearance	disparition
Утворення	former	formation
Обвуглювання	carbonization	carbonisation
Об'єм, -и	volume (-s)	volume
Осад	sediment	sédiment
Окремий	separate	separé
Поглинання	absorption	absorption
Положення	position	position
Поява	occurrence	appareance
Ознака, -и	sign (-s)	signe (-s)
Нагрівання	heating	chauffe
Неприємний запах	unpleasant smell	odeurdéplaisante
Нерозчинний	insoluble	insoluble
Тепло	heat	chaud
Форма, -и	form (-s)	forme

Явища (процеси) можна розділити на фізичні та хімічні.

Фізичне явище – це явище, при якому речовина не змінюється.

При фізичних явищах нові речовини не утворюються. При фізичних явищах можуть змінюватись окремі властивості речовин, наприклад, агрегатний стан, форма, об'єм, положення тіла.

Замерзання води, випаровування спирту, розчинення солі, цукру, подрібнення твердої речовини – це фізичні явища.

Хімічне явище – це явище, при якому одні речовини перетворюються в інші речовини.

При хімічних явищах завжди утворюються нові речовини з новими властивостями. Хімічні явища називають **хімічними реакціями**.

Деякі ознаки хімічних реакцій:

- зміна кольору речовини;
- поява або зникнення запаху;
- утворення газу;
- утворення нерозчинної речовини (осаду);
- виділення або поглинання теплоти.

Наприклад, нагрівання міді на повітрі призводить до зміни її кольору. Нагрівання цукру супроводжується плавленням та обуглюванням. Виділяється газоподібна речовина з неприємним запахом. Горіння сірки супроводжується утворенням газу з неприємним запахом і виділенням тепла. Цинк розчиняється в кислотах з утворенням нових речовин. Нагрівання міді, горіння сірки, розчинення цинку в кислоті – це хімічні явища.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповіді на питання:

1. На які дві групи поділяються явища?
2. Що таке фізичне явище?
3. Чи утворюються нові речовини при фізичних явищах?
4. Що таке хімічне явище?
5. Що таке хімічна реакція?

Завдання 2. Наведіть приклади фізичних і хімічних явищ.

Завдання 3. Назвіть ознаки хімічних реакцій.

Завдання 4. Вкажіть, які зміни характеризують хімічну реакцію:

- а) зміна форми тіла;
- б) поява запаху;
- в) виділення теплоти;
- г) зміна положення тіла;
- д) утворення газу;
- е) утворення осаду;
- ж) зміна кольору;
- з) зміна агрегатного стану речовини.

Завдання 5. Вкажіть до яких явищ – фізичних або хімічних відносяться:

- а) випаровування спирту;
- б) розчинення цукру;
- в) кипіння води;
- г) замерзання води;
- д) горіння вугілля.

Завдання 6. Закінчіть речення:

Фізичне явище – це

Хімічне явище – це...



ТЕСТ №2

Тестові завдання з вибором однієї правильної відповіді

1. Визначте ряд речовин, утворений тільки газоподібними речовинами:
 - а) вуглець, срібло, вода;
 - б) водень, кисень, азот;
 - в) залізо, алюміній, цинк;
 - г) сірка, натрій, калій.
2. Визначте ряд речовин, утворений тільки твердими речовинами:
 - а) вода, сіль, крейда;
 - б) водень, кисень, цукор;
 - в) сіль, цукор, залізо;
 - г) азот, натрій, калій.
3. Визначте ряд речовин, утворений тільки рідкими речовинами:
 - а) вода, етиловий спирт;
 - б) натрій, алюміній;
 - в) кисень, водень;
 - г) сірка, азот.
4. Вкажіть температуру кипіння води (°C):
 - а) 40;
 - б) 90;
 - в) 100;
 - г) 0.
5. Вкажіть температуру замерзання води (°C):
 - а) 40;
 - б) 90;
 - в) 100;
 - г) 0.
6. Вкажіть смак солі NaCl:
 - а) кислий;
 - б) солоний;
 - в) солодкий;
 - г) гіркий.
7. Вкажіть агрегатний стан цукру:
 - а) плазма;
 - б) газоподібний;

- в) рідкий;
- г) твердий.

8. Вкажіть колір сірки:

- а) жовтий;
- б) білий;
- в) червоний;
- г) чорний.

9. Вкажіть фізичне явище:

- а) горіння сірки;
- б) кипіння води;
- в) нагрівання міді;
- г) розчинення цинку в кислоті.

10. Вкажіть хімічне явище:

- а) нагрівання крейди;
- б) замерзання води;
- в) випаровування спирту;
- г) розчинення солі.

РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА ХІМІЯ

2.1. Атомно-молекулярна теорія

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Вид, -и = тип, -и	kind, sort	taper
Залежать → від чого?	to depend	dépendre
Маса, -и	mass (-es)	masse
Найменший, -а, -е, -і	smallest	moins
Безперервний	continuous	continu
Положення = правило	rule	régner
Постійно	constantly	constamment
Проміжок	interval, gap	intervalle
Розмір	size	taille
Відстань	distance	distance
Стан	condition, state	état
Будова = структура	structure	structure
Теорія, -ї	theory (-ies)	théorie
Фізичне тіло	physical body	corps physique
Частинка	particle	particule

Атомно-молекулярна теорія – це теорія про будову речовини.

Основні положення (правила) атомно-молекулярної теорії:

1. Речовини складаються з молекул.

Молекула – це найменша частинка речовини, яка має його хімічні властивості.

2. Між молекулами є проміжки (відстані). Проміжки між молекулами залежать від агрегатного стану речовини.

3. Молекули складаються з атомів.

Хімічний елемент – це один вид атомів.

Атом – це найменша частинка хімічного елемента, яка має його властивості.

4. Атомі та молекули мають масу та розмір.

5. Молекули однієї речовини однакові. Молекулі різних речовин різні. Молекулі різних речовин мають різні хімічні властивості.

6. Молекули та атоми знаходяться у безперервному русі.

Запам'ятайте конструкції

1. Теорія про **що** (М.в.).

Теорія про будову речовини.

2. **Між чим** (О.в.).

Між молекулами є проміжки.

3. **Що** (Н.в.) залежить **від чого** (Р.в.).

Проміжки між молекулами залежать від агрегатного стану речовини.

Контрольні питання

1. Що таке атомно-молекулярна теорія?

2. З чого складаються речовини?

3. Що таке молекула?

4. З чого складається молекула?

5. Що таке хімічний елемент?

6. Що таке атом?

7. Молекули та атоми мають масу?

8. Молекули та атоми рухаються або знаходяться в стані спокою?

2.2. Відносна атомна маса

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Абсолютний	absolute	absolu
Атомна одиниця маси (а.о.м.)	nuclear unit of mass	unité de masse atomique
Атомна маса	nuclear mass	masse atomique
Безрозмірний	dimensionless	adimensionnelle
Величина	value	taille
Виразити	to express	express
Грам	gramme	gramme
Одиниця маси	unit of mass	unité de masse
Вимірювати	to measure	mesurer
Використовувати	to use	utiliser
Означати	to mean	moyenne
Кілограм	kilogram	kilogramme
Певний, -а, -е, -і	definite	certain
Відносний	relative	relatif
Відношення	the attitude (relation)	relation
Застосовувати	to apply (employ)	appliquer
Тона	ton	tonne
Частина, -и <i>ж.р.</i>	part	partie

Кожен атом має певну масу. Маса атома дуже маленька величина. Маса позначається символом m_a Маса – це фізична величина. Маса виражається в грамах, кілограмах, тонах і називається абсолютною масою.

Наприклад: $m_a(\text{H}) = 1,67 \cdot 10^{-24}$ г, або $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг;

$m_a(\text{C}) = 19,9 \cdot 10^{-24}$ г, або $19,9 \cdot 10^{-27}$ кг;

$m_a(\text{O}) = 2,67 \cdot 10^{-23}$ г, або $2,67 \cdot 10^{-26}$ кг.

Абсолютна маса атома – це маса атома в грамах або кілограмах.

В хімії абсолютну масу атома не використовують. В хімії масу атома виражають в *атомних одиницях маси (а.о.м.)*.

Атомна одиниця маси (а.о.м.) – 1/12 (одна дванадцята) частина маси атома Карбону.

$$A.o.m. = \frac{1}{12} \cdot m_a(C) = \frac{19,9 \cdot 10^{-24}}{12} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г або } 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

В хімії використовують відносну атомну масу елемента. Відносну атомну масу позначають символом **Ar** (a-ep).

Відносна атомна маса елемента – величина, що дорівнює відношенню маси атома елемента до атомної одиниці маси.

$$Ar(\text{елемента}) = \frac{m_a(\text{елемента})}{a.o.m.}, \quad (2.1)$$

де m_a – маса атома елемента, г; $a.o.m.$ – атомна одиниця маси, г.

Наприклад,

$$Ar(H) = \frac{m_a(H)}{a.o.m.} = \frac{1,67 \cdot 10^{-24}}{1,66 \cdot 10^{-24}} \approx 1,$$
$$Ar(O) = \frac{m_a(O)}{a.o.m.} = \frac{2,67 \cdot 10^{-23}}{1,66 \cdot 10^{-24}} \approx 16.$$

Значить, відносна атомна маса – це число, яке показує, у скільки разів абсолютна маса атома більше, ніж атомна одиниця маси. Відносна атомна маса – це безрозмірна величина.

Відносна атомна маса елемента вказана в періодичній системі елементів.

Запам'ятайте конструкції

1. **Що** (Н.в.) позначає **що** (В.п) = **Що** (Н.в.) позначається **чим** (О.в.).
Символ m_a позначає масу = Маса позначається символом m_a .

2. **Що** (Н.в.) виражають *в яких одиницях* (М.в.).
Масу виражають у кілограмах.

3. Відношення **чого** (Р.в.) **до чого** (Р.в.).
Відносна атомна маса – це відношення абсолютної маси атома до атомної одиниці маси.

4. **Що** (Н.в.) більше, **ніж що** (Н.в.) = **Що** (Н.в) **більше/менше чого** (Р.в.).
Відносна атомна маса показує, у скільки разів маса атома більше, ніж атомна одиниця маси = Відносна атомна маса показує, у скільки разів маса атома більше атомної одиниці маси.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Що таке абсолютна маса атома?
2. Яким символом позначають абсолютну масу атома?
3. В яких одиницях виражають масу в хімії?
4. Що таке атомна одиниця маси?
5. Що таке відносна атомна маса?
6. Що показує відносна атомна маса?

Завдання 2. Вкажіть відносні атомні маси елементів: С, N, O, S, Na, K, Ca, Al, Zn.

2.3. Відносна молекулярна маса

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Молекулярний	molecular	moléculaire
Молекулярна маса	molecular mass	masse moléculaire
Визначати	to define (determine)	déterminer

Абсолютна маса молекули (маса молекули в грамах або кілограмах) – дуже маленька величина. Абсолютну масу молекули позначають символом m_m . Наприклад,

$$m_m(\text{H}_2\text{O})=30\cdot 10^{-24} \text{ г або } 30\cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

В хімії абсолютну масу молекули не використовують. В хімії використовують *відносну масу молекули* (відносну молекулярну масу). Відносну молекулярну масу позначають символом Mr (ем – ер).

Відносна молекулярна маса речовини – величина, що дорівнює відношенню маси молекули речовини до 1/12 маси атома Карбону – 12.

$$Mr(\text{речовини}) = \frac{m_m(\text{речовини})}{\frac{1}{12}m_a(\text{C})} = \frac{m_m(\text{речовини})}{a.o.m.}, \quad (2.2)$$

де m_m – абсолютна маса молекули, г.

Відносна молекулярна маса речовини – це відношення маси молекули речовини до атомної одиниці маси.

Відносна молекулярна маса – це число, яке показує, у скільки разів маса молекули речовини більше, ніж атомна одиниця маси.

В хімії відносну молекулярну масу визначають, як суму відносних атомних мас елементів, з яких складається молекула.

$$M r(\text{речовини}) = \sum n_i \cdot Ar_i \quad (2.3)$$

де n_i – число атомів елемента; Ar_i – відносна атомна маса цього елемента.

Відносна молекулярна маса дорівнює сумі відносних атомних мас усіх атомів, з яких складається молекула.

Наприклад, $Mr(\text{H}_2\text{O}) = 2Ar(\text{H}) + Ar(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18$.

Відносна молекулярна маса – безрозмірна величина.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Абсолютну або відносну масу молекули використовують в хімії?
2. Яким символом позначається відносна молекулярна маса?
3. Що таке відносна молекулярна маса?
4. Чому дорівнює відносна молекулярна маса?
5. Що показує відносна молекулярна маса?

Завдання 2. Знайдіть відносні молекулярні маси речовин: а) FeO; б) KNO₂; в) Na₃PO₄; г) Al₂O₃; д) (NH₄)₂SO₄; е) Fe(NO)₃; ж) CaCl₂; з) (NH₄)₂Cr₂O₇; и) K₂SO₃; і) Mg(HCO₃)₂.

Завдання 3. Молекула етилового спирту містить два атоми Карбону, шість атомів Гідрогену та один атом Оксигену. Напишіть хімічну формулу етилового спирту і розрахуйте його відносну молекулярну масу.

Завдання 4. Напишіть, що позначають ці символи:

- а) Mr – ...
- б) Ar – ...
- в) m_m – ...

2.4. Кількість речовини. Моль. Молярна маса

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Обчислювати	calculate	calculer
Значення	value	évaluer
Іон	ion	ion
Кількість речовини	amount of substance	la quantité de substance

Моль <i>м.р.</i>	mole, mol	taupe
Молярний	molar	molaire
Визначати	to determine	déterminer
Отже	consequently	alors
Структурна частиця	structural particle	particule structurelle
Фізична величина	physical size	quantité physique

В хімії використовують фізичну величину – **кількість речовини**. Кількість речовини позначають символом n або ν («ню»).

Кількість речовини – це фізична величина, яка визначає число структурних частинок речовини (молекул, атомів, іонів або інших частинок).

Одиниця кількості речовини – моль.

Моль – це кількість речовини, яке містить стільки структурних частинок, скільки міститься в 12 г (дванадцяти грамах) вуглецю.

В 12 г вуглецю міститься $6,02 \cdot 10^{23}$ атомів. Отже, моль будь-якої речовини містить $6,02 \cdot 10^{23}$ атомів або молекул.

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

моль H_2 містить $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул водню.

Число структурних одиниць, яке міститься в молі будь-якої речовини, називають **сталою Авогадро** і позначають символом N_A .

$$N_A = \frac{N}{\nu}, \quad (2.4)$$

де N – число структурних одиниць; ν – кількість речовини, моль.

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

В хімії та фізиці застосовується фізична величина – **молярна маса**, яку позначають символом M :

$$M = \frac{m}{\nu}, \quad (2.5)$$

де m – маса речовини, г; ν – кількість речовини, моль.

Молярна маса – це фізична величина, яка дорівнює відношенню маси речовини до кількості речовини.

Одиниці вимірювання молярної маси – грам на моль (г/моль) або кілограм на моль (кг/моль).

Для визначення молярної маси речовини треба:

- визначити за формулою речовини значення відносної молекулярної маси;
- до результату дописати одиниці молярної маси.

Наприклад, молярну масу сульфатної кислоти обчислюють так:

$$Mr(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2Ar(\text{H}) + Ar(\text{S}) + 4Ar(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98;$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль.}$$

Числове значення молярної маси речовини дорівнює числовому значенню відносної молекулярної маси.

Запам'ятайте конструкції

1. Значить = з цього випливає = отже
2. Щоб + Інфінітив..., треба + Інфінітив

Щоб визначити молярну масу, треба визначити відносну молекулярну масу і до результату дописати одиниці молярної маси.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Що таке кількість речовини?
2. В яких одиницях виражається кількість речовини?
3. Що таке моль?
4. Моль різних речовин містить однакове або різне число молекул?
5. Що таке стала Авогадро?
6. Яким символом позначається стала Авогадро?
7. Чому дорівнює стала Авогадро?
8. Що таке молярна маса?
9. Яким символом позначається молярна маса?
10. В яких одиницях вимірюється молярна маса речовини?
11. Як визначити молярну масу речовини?

Завдання 2. Визначте молярні маси речовин:

- а) BaO, MgCl₂;
- б) Na₂SiO₃, Fe(OH)₂;
- в) Al(NO₃)₃, K₂SO₃;
- г) Pb(NO₃)₂, K₂CrO₄;

- д) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4, \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$;
е) $\text{ZnCl}_2, \text{NH}_4\text{Cl}$.

Завдання 3. Напишіть, що позначають ці символи:

- а) N_A – ...
б) N – ...
в) n або ν – ...
г) M – ...

Завдання 4. Обчисліть масу:

- а) натрій сульфату Na_2SO_4 кількістю речовини 0,5 моль;
б) магній хлориду MgCl_2 кількістю речовини 0,25 моль;
в) калій хромату K_2CrO_4 кількістю речовини 0,3 моль.
г) натрій гідроксиду NaOH кількістю речовини 0,8 моль.

Завдання 5. Визначте, скільки молей становить:

- а) алюміній нітрат $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ масою 25 г;
б) калій сульфат K_2SO_3 масою 0,3 кг;
в) цинк хлорид ZnCl_2 масою 15 г.
г) натрій бромід NaBr масою 40 г.



ТЕСТ №3

Тестові завдання з вибором однієї правильної відповіді

1. Вкажіть символ, яким позначають відносну атомну масу:

- а) A_r ;
б) M ;
в) M_r ;
г) m .

2. Вкажіть відносну атомну масу Гідрогену:

- а) 7;
б) 10;
в) 1;
г) 20.

3. Вкажіть символ, яким позначають відносну молекулярну масу:

- а) N_A ;
б) M ;

- в) Mr ;
г) m .
4. Вкажіть символ, яким позначають молярну масу:
а) v ;
б) m ;
в) Mr ;
г) M .
5. В яких одиницях виражають молярну масу?
а) г;
б) моль;
в) г/моль;
г) л.
6. Визначте молярну масу сульфатної кислоти H_2SO_4 (г/моль):
а) 49;
б) 98;
в) 78;
г) 96.
7. Визначте молярну масу нітратної кислоти HNO_3 (г/моль):
а) 31;
б) 51;
в) 63;
г) 73.
8. В яких одиницях виражають масу?
а) моль;
б) г/моль;
в) г, кг;
г) мл, л.
9. Чому дорівнює число Авогадро?
а) 22,4 л;
б) $9,64 \cdot 10^4$ Кл/моль;
в) 8,31 Дж/(моль·К);
г) $6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹.
10. В яких одиницях виражають кількість речовини?
а) моль;
б) г/моль;
в) г;
г) мл.

2.5. Валентність

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Валентність, <i>ж.р.</i>	valency	valence
Двохвалентний	divalent	bivalent
Максимальний, -а, -е, -і	maximal	maximum
Мінімальний, -а, -е, -і	minimal	le minimum
Найменше спільне кратне	least general (common) multiple	le plus petit multiple commun
Змінний	variable	variable
Приєднувати	to join	relier
Римський	roman	romain
З'єднувати	to connect	relier
Складати формулу	to make the formula	ecrire une formule
Складання	drawing up	rédaction
Складати	to compose	dresser
Трьохвалентний	trivalent	trivalent

Атоми можуть з'єднуватися один із одним. Атом елемента може приєднувати тільки певне число атомів інших елементів. Наприклад, HCl, H₂O, NH₃, CH₄.

Валентність – це здатність атомів даного елемента приєднувати певне число атомів інших елементів.

Максимальне значення валентності – 8. Мінімальне значення валентності – 1. Валентність позначають римською цифрою над символом елемента. За одиницю виміру валентності елементів прийнята валентність Гідрогену. Атом Гідрогену з'єднується завжди тільки з одним атомом іншого елемента.

I II III IV V VI VII VIII
Наприклад, HBr, H₂S, NH₃, CH₄, P₂O₅, SO₃, Mn₂O₇, OsF₈.

Деякі елементи мають *постійну* валентність. Це означає, що елемент має тільки одне значення валентності. Наприклад, Na, K, H, F завжди одновалентні; O, Ba, Zn, Ca, Mg – завжди двохвалентні; Al – завжди трьохвалентен.

Багато елементів мають *змінну* валентність. Це означає, що елемент має кілька значень валентності. Наприклад, Сульфур має валентність

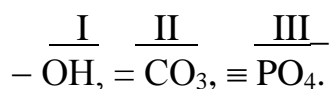
II IV VI

два (H₂S), чотири (SO₂) та шість (SO₃). Валентність деяких елементів представлена в таблиці 2.

Валентність деяких елементів

Валентність	Хімічний елемент	Приклади сполук
<i>Постійна валентність</i>		
I	H, Li, Na, K, F	H ₂ O, K ₂ O
II	O, Ca, Mg, Ba, Zn	CaO, MgO
III	Al	Al ₂ O ₃
<i>Змінна валентність</i>		
I та II	Cu	Cu ₂ O, CuO
II та III	Fe, Co, Ni	FeO, Fe ₂ O ₃
II та IV	C, Sn, Pb	CO, CO ₂
III та V	P	PH ₃ , P ₂ O ₅
II, III, VI	Cr	CrO, Cr ₂ O ₃ , CrO ₃
II, IV, VI	S	H ₂ S, SO ₂ , SO ₃

Групу атомів теж можна характеризувати валентністю. Наприклад,



Валентність деяких груп атомів представлена в таблиці 3.

Валентність деяких груп атомів

Валентність	Група атомів	Приклади сполук
I	-OH; -NO ₃ ; -NO ₂ ; -NH ₄ ; -CN	KOH, NaNO ₃ , HCN
II	=CO ₃ ; =SO ₄ ; =SO ₃ ; =SiO ₃	CaCO ₃ , Na ₂ SO ₄
III	≡PO ₄	Na ₃ PO ₄

Щоб визначити валентність елемента за формулою речовини або перевірити формулу треба знати **правило**:

В молекулі двохатомної сполуки добуток валентності на число атомів одного елемента дорівнює добутку валентності на число атомів іншого елемента.

III II

Наприклад: $\text{Al}_2\text{O}_3 \Rightarrow 3 \cdot 2 = 2 \cdot 3$

Визначення валентності за формулою дозволяє обчислити валентність невідомого елемента за відомою валентністю другого елемента.

III x

Наприклад: Al_2S_3 – валентність Алюмінію три, тоді валентність Сульфуру знаходиться зі співвідношення:

$$3 \cdot 2 = x \cdot 3,$$

$$x = 2.$$

Валентність Сульфуру в Al_2S_3 дорівнює двом.

Знаючи валентність елементів і груп атомів, складають хімічну формулу речовини.

II I

Наприклад: $\text{Zn}_x(\text{NO}_3)_y$. Валентність цинку – два, валентність групи – NO_3 – один. Тоді:

$$2 \cdot x = 1 \cdot y.$$

Найменше спільне кратне – 2. Значить $x = 1$, $y = 2$. Формула речовини – $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$.

Запам'ятайте конструкцію

Що (Н.в.) можна характеризувати *чим* (О.в.) = *Що* (Н.в.) характеризують *чим* (О.в.).

Групу атомів також можна характеризувати валентністю. = Групу атомів також характеризують валентністю.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Що таке валентність?
2. Валентність якого атома приймається за одиницю виміру валентності елементів?
3. Яке мінімальне значення валентності?
4. Яке максимальне значення валентності?
5. Які елементи мають постійну валентність? Наведіть приклади.
6. Які елементи мають змінну валентність? Наведіть приклади.
7. Яке правило треба знати, щоб перевірити формулу речовини?

Завдання 2. Визначте валентність елементів у наступних сполуках:

$\begin{matrix} x & x & x & x & x \\ \text{a) HBr, HI, H}_2\text{S, NH}_3, \text{SiH}_4; \end{matrix}$

$\overset{x}{\text{N}} \overset{x}{\text{O}}$; $\overset{x}{\text{N}} \overset{x}{\text{O}}_2$, $\overset{x}{\text{N}}_2 \overset{x}{\text{O}}_5$, $\overset{x}{\text{N}}_2 \overset{x}{\text{O}}$, $\overset{x}{\text{N}}_2 \overset{x}{\text{O}}_3$.

Завдання 3. Визначте валентність елементів або груп атомів у сполуках:

$\overset{x}{\text{H}} \overset{x}{\text{N}} \overset{x}{\text{O}}_2$, $\overset{x}{\text{H}} \overset{x}{\text{Cl}} \overset{x}{\text{O}}$, $\overset{x}{\text{H}}_2 \overset{x}{\text{S}} \overset{x}{\text{O}}_3$, $\overset{x}{\text{H}} \overset{x}{\text{P}} \overset{x}{\text{O}}_3$, $\overset{x}{\text{H}}_2 \overset{x}{\text{Si}} \overset{x}{\text{O}}_3$;

$\overset{x}{\text{Na}} \overset{x}{\text{Cl}} \overset{x}{\text{O}}$; $\overset{x}{\text{K}} \overset{x}{\text{Br}} \overset{x}{\text{O}}_3$, $\overset{x}{\text{Ni}} (\overset{x}{\text{N}} \overset{x}{\text{O}}_3)_2$, $\overset{x}{\text{Fe}} \overset{x}{\text{S}} \overset{x}{\text{O}}_4$, $\overset{x}{\text{Cr}}_2 (\overset{x}{\text{C}} \overset{x}{\text{O}}_3)_3$.

Завдання 4. Складіть формули речовин:

$\overset{\text{II}}{\text{Mg}} \overset{\text{III}}{\text{N}} \overset{\text{VI}}{\text{O}}_3$, $\overset{\text{II}}{\text{Fe}} \overset{\text{I}}{\text{Cl}}$, $\overset{\text{II}}{\text{Fe}} \overset{\text{III}}{\text{S}} \overset{\text{VI}}{\text{O}}_4$, $\overset{\text{II}}{\text{Zn}} \overset{\text{I}}{\text{O}} \text{H}$, $\overset{\text{III}}{\text{Al}} \overset{\text{III}}{\text{N}} \overset{\text{VI}}{\text{O}}_3$, $\overset{\text{II}}{\text{K}} \overset{\text{I}}{\text{O}}$, $\overset{\text{II}}{\text{Ca}} \overset{\text{IV}}{\text{P}} \overset{\text{VI}}{\text{O}}_4$, $\overset{\text{II}}{\text{Cu}} \overset{\text{I}}{\text{Cl}}$, $\overset{\text{III}}{\text{Cr}} \overset{\text{I}}{\text{O}}$, $\overset{\text{VI}}{\text{Cr}} \overset{\text{I}}{\text{O}}$.

2.6. Розрахунки за хімічними формулами

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Обчислення	calculation	calcul
Обчислювати	calculate	calculer
Частка = частина	share = a part	fraction
Відсоток	percent	intérêt
Відсотковий склад	percentage composition	composition en pourcentage

За хімічною формулою можна обчислити:

- відносну молекулярну масу речовини (M_r);
- молярну масу речовини (M);
- масову частку елементів (W) (відсотковий вміст елементів у речовині, відсотковий склад речовини);
- масу елемента за масою речовини.

2.6.1. Розрахунок масової частки елементів

Масова частка (W) – це фізична величина, яка дорівнює відношенню маси компонента до маси усієї системи.

Масова частка елемента дорівнює відношенню маси елемента в молекулі речовини до маси молекули.

$$W(\text{елемента}) = \frac{n \cdot Ar(\text{елемента})}{Mr}, \quad (2.6)$$

або

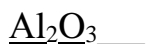
$$W(\text{елемента}) = \frac{n \cdot Ar(\text{елемента})}{Mr} \cdot 100\%, \quad (2.7)$$

де n – число атомів елемента в молекулі; Ar – відносна атомна маса елемента; Mr – відносна молекулярна маса.

Масова частка виражається в частках одиниці або у відсотках.

Приклад. Знайти масову частку елементів у Al_2O_3 .

Дано:



$W(Al) - ?$

$W(O) - ?$

Розв'язання:

1) Запишемо формулу для розрахунку масової частки елемента:

$$W(\text{елемента}) = \frac{n \cdot Ar(\text{елемента})}{Mr} \cdot 100\%$$

$$W(Al) = \frac{2 \cdot Ar(Al)}{Mr(Al_2O_3)} \cdot 100\%, \quad W(O) = \frac{3 \cdot Ar(O)}{Mr(Al_2O_3)} \cdot 100\%$$

2) Знайдемо відносну молекулярну масу речовини:

$$Mr(Al_2O_3) = 2 Ar(Al) + 3 Ar(O) = 2 \cdot 27 + 3 \cdot 16 = 54 + 48 = 102$$

3) Розрахуємо масову частку Алюмінію:

$$W(Al) = \frac{2 \cdot 27}{102} \cdot 100\% = 52,94\% \text{ або } 0,53$$

4) Розрахуємо масову частку Оксигену:

$$W(O) = \frac{3 \cdot 16}{102} \cdot 100\% = 47,06\% \text{ або } 0,47$$

Відповідь: $W(Al) = 52,94\%$; $W(O) = 47,06\%$.

2.6.2. Розрахунок маси елемента за масою речовини

Приклад. Скільки грамів Феруму міститься в FeCl_3 масою 50 г?

Дано:	Розв'язання:
$\frac{m(\text{FeCl}_3) = 50 \text{ г}}{m(\text{Fe}) - ?}$	1) Знайдемо молярну масу ферум(III) хлориду: $M_r(\text{FeCl}_3) = A_r(\text{Fe}) + 3 A_r(\text{Cl}) = 56 + 3 \cdot 35,5 = 162,5$ $M(\text{FeCl}_3) = 162,5 \text{ г/моль}$
	2) Складемо пропорцію: 162,5 г FeCl_3 містять 56 г Fe 50 г FeCl_3 містять x г Fe
	Значить, $\frac{162,5}{50} = \frac{56}{x}$.
	Звідси $x = \frac{50 \cdot 56}{162,5} = 17,2 \text{ г}$.

Відповідь: $m(\text{Fe}) = 17,2 \text{ г}$.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Що таке масова частка?
2. Що таке масова частка елемента?
3. В яких одиницях виражають масову частку елемента?

Завдання 2. Визначте масову частку Сульфуру в речовинах: а) SO_3 ; б) H_2SO_4 ; в) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$; г) Na_2S ; д) K_2SO_3 .

Завдання 3. Визначте масову частку Натрію в речовинах: а) Na_2O ; б) NaOH ; в) NaHCO_3 ; г) Na_2CrO_4 ; д) Na_2SO_4 .

Завдання 4. Визначте масову частку елементів в речовинах: а) ZnSO_4 ; б) K_2CO_3 ; в) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$; г) $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$; д) CuCl_2 ; е) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$.

Завдання 5. Скільки грамів Хрому міститься в калій дихроматі $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ масою 100 г?

Завдання 6. Скільки грамів Гідрогену міститься в натрій дигідрогенфосфаті NaH_2PO_4 масою 230 г?

2.7. Закон сталості складу

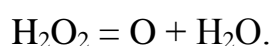
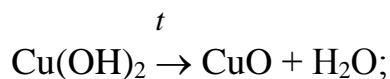
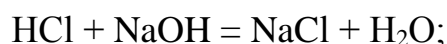
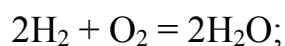
Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Сталість	sustainability	constance
Чистий, -а, -е, -і	pure	pur
Спосіб, -и	process (-es)	moyen
Отримувати, одержувати	obtain	recevoir
Одержання	obtaining	réception
Формулювати	formulate	formuler

У 1799 році французький учений Пруст сформулював закон сталості складу. Закон сталості складу формулюється так:

Склад речовини не залежить від способу одержання цієї речовини. Чиста речовина має постійний склад.

Воду можна одержати з різних речовин, різними способами. Наприклад:



В усіх реакціях одержана чиста вода має однаковий склад. Молекула води складається з двох атомів Гідрогену і одного атома Оксигену. Кількісний та якісний склад чистої води завжди постійний.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Хто відкрив закон сталості складу?
2. В якому році був відкритий закон сталості складу?
3. З чого складаються чисті речовини?

Завдання 2. Сформулюйте закон сталості складу.

Завдання 3. Поясніть закон сталості складу

2.8. Закон збереження маси речовини

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Зникати	to disappear	disparaître
Загальний, -а, -е, -і	general	général
Реторта	retort	cornue
Збереження	preservation	préservation
Формулювати	formulate	formuler

Закон збереження маси речовин відкрив російський вчений М.В. Ломоносов.



Рис. 8 – Реторта

Він вивчав реакцію металів з киснем під час нагрівання в герметично закритій реторті. М.В. Ломоносов визначав масу реторти з металом до і після нагрівання. Експерименти показали, що маса речовин в результаті реакції не змінюється.

У 1748 році М.В. Ломоносов сформулював **закон збереження маси речовини**. *Закон збереження маси речовини формулюється так:*

Маса речовин, які вступають в реакцію, дорівнює масі речовин, що утворюються в результаті реакції.

Закон збереження маси речовини є окремим випадком загального закону природи – **закону збереження матерії і руху**. *Закон збереження матерії і руху формулюється так:*

Матерія не зникає і не виникає з нічого, а тільки переходить з однієї форми в іншу.

Під час хімічних реакцій атоми не зникають і нові атоми не утворюються, кількість кожного виду атомів не змінюється, не змінюється маса кожного елемента. Загальна маса речовини під час хімічних реакцій не змінюється.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Хто відкрив закон збереження маси речовин?
2. Що показали експерименти М.В. Ломоносова?
3. Чи змінюється маса атому під час хімічних реакцій?

Завдання 2. Сформулюйте закон збереження маси речовин.

Завдання 3. Поясніть закон збереження маси речовин.

2.9. Хімічні рівняння

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Взаємодіяти → з чим?	to interact	interagir
Вступати в реакцію → з чим ?	to react	réactivité mutuelle
Виразити	to express	exprimer
Кінцевий	final	final
Лівий	left	gauche
Початковий	initial	initial
Правий	right	droit
Продукт реакції	product (-s) of reaction	produit de réaction
Реагувати → з чим?	to react	réagir
З'єднувати	to connect	connecter
Схема	scheme	schéma

Хімічну реакцію можна виразити за допомогою хімічного рівняння.

Хімічне рівняння – це вираз хімічної реакції за допомогою хімічних формул.

Наприклад: $\text{MgCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ – це хімічне рівняння.

Це рівняння треба читати так: магній – це – о – три – плюс – два – аш – хлор – дорівнює – магній – хлор – два – плюс – аш – два – о – плюс – це – о – два.

Кожне хімічне рівняння складається з двох частин: лівої та правої.

У лівій частині рівняння пишуть формули речовин, які вступають в реакцію (*формули вихідних речовин, формули реагентів*).

У правій частині рівняння пишуть формули речовин, які утворюються в результаті реакції (*формули продуктів реакції, формули кінцевих речовин*).

Ліву та праву частини рівняння з'єднують знаком рівності.

Число атомів кожного елемента в лівій та правій частинах рівняння повинно бути однаковим.

Якщо число атомів елемента в лівій та правій частинах рівняння неоднакове, то перед формулами речовин слід поставити **коефіцієнти**.

Наприклад,

$Zn + HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$ – це **схема реакції**.

Тут ліва частина не дорівнює правій. Щоб ліва частина дорівнювала правій, потрібно поставити коефіцієнт 2 перед формулою хлоридної кислоти HCl. Тоді отримаємо:

$Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$. Це вже **хімічне рівняння**.

Zn та HCl – це **формули вихідних речовин**,

ZnCl₂ та H₂ – це **формули продуктів реакції**.

Хімічні рівняння складають на основі закону збереження маси речовин.

Потрібно пам'ятати:

Коли ми пишемо хімічні рівняння, індекси в формулах речовин змінювати не можна.

Запам'ятайте конструкцію

1. *Що* (Н.в.) з'єднується *чим* (О.в.).

Ліва і права частина рівняння з'єднуються знаком рівності.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Що таке хімічне рівняння?
2. З яких частин складається хімічне рівняння?
3. Як називаються речовини, які вступають у реакцію?
4. Як називаються речовини, які утворюються в результаті реакції?
5. Що показує ліва частина рівняння?
6. Що показує права частина рівняння?

7. Яким знаком з'єднуються вихідні речовини?
8. Яким знаком з'єднуються продукти реакції?
9. Як з'єднуються ліва і права частини рівняння?
10. Чим відрізняється хімічне рівняння від схеми реакції?
11. На основі якого закону складають хімічні рівняння?

Завдання 2. Поставте коефіцієнти і замініть стрілку знаком рівності.
Прочитайте рівняння реакцій.

- а) $\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} + \text{NaNO}_3$;
- б) $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{HCl}$;
- в) $\text{Zn} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{Zn}_3\text{N}_2 + \text{H}_2$;
- г) $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
- д) $\text{FeCl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{KCl}$.

Завдання 3. Поставте коефіцієнти і вкажіть формули вихідних речовин і продуктів реакції.

- а) $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- в) $\text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t} \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$;
- г) $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$;
- д) $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$.



ТЕСТ №4

Тестові завдання з вибором однієї правильної відповіді

1. Визначте валентність сульфуру в сполуці SO_3 :
 - а) 1;
 - б) 2;
 - в) 4;
 - г) 6.
2. Визначте сполуку, в якій валентність Хрому дорівнює VI:
 - а) CrO ;
 - б) Cr_2O_3 ;
 - в) CrO_3 ;
 - г) $\text{Cr}(\text{OH})_3$.
3. Визначте ряд хімічних елементів з постійною валентністю:
 - а) H, Li, Fe;
 - б) O, Ca, Ba;
 - в) C, Sn, Fe;
 - г) P, Pb, S.

4. Визначте ряд хімічних елементів зі змінною валентністю:
- а) Cu, Cr, F;
 - б) Fe, C, S;
 - в) Al, Ca, Mg;
 - г) H, Na, K.
5. Визначте ряд сполук Феруму(II):
- а) FeCl₂, FeSO₄, Fe(NO₃)₃;
 - б) Fe₂O₃, Fe(OH)₃, FeCl₃;
 - в) Fe, FeO, Fe₂O₃;
 - г) FeO, Fe(OH)₂, FeCl₂.
6. Визначте ряд сполук Карбону(IV):
- а) C, CO, CO₂;
 - б) CO₂, Na₂CO₃, H₂CO₃;
 - в) C, K₂CO₃, NaHCO₃;
 - г) CaCO₃, BaCO₃, CO.
7. Вкажіть формули реагентів у реакції $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$:
- а) NaOH, H₂O;
 - б) HCl, NaCl;
 - в) NaCl, H₂O;
 - г) HCl, NaOH.
8. Вкажіть формули реагентів у реакції $3\text{Zn} + 2\text{NH}_3 = \text{Zn}_3\text{N}_2 + 3\text{H}_2$:
- а) Zn, Zn₃N₂;
 - б) Zn, NH₃;
 - в) Zn₃N₂, H₂;
 - г) NH₃, H₂.
9. Вкажіть формули продуктів реакції у хімічному рівнянні $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$:
- а) H₂SO₄, NaOH;
 - б) Na₂SO₄, H₂O;
 - в) H₂SO₄, H₂O;
 - г) NaOH, Na₂SO₄.
10. Вкажіть формули продуктів реакції у хімічному рівнянні $2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$:
- а) HCl, H₂;
 - б) Al, AlCl₃;
 - в) Al, HCl;
 - г) AlCl₃, H₂.

2.10. Класифікація хімічних реакцій

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Виділення енергії	allocation of energy	libération d'énergie
Залежність <i>ж.р.</i>	dependence	dépendance
Заміщати	to replace	remplaçant
Заміщення	replacement	substitution
Напрямок	direction	direction
Необоротний, <i>-a, -e, -i</i>	irreversible	irréversible
Обмін	exchange	échanger
Обмінювати	to exchange	échanger
Оборотний, <i>-a, -e, -i</i>	reversible	réversible
Зворотний	return	inverse
Поглинати	to absorb	absorber
Поглинання енергії	absorption of energy	absorption d'énergie
Протилежний	opposite	opposé
Розкладати	to decompose	décomposer
Розкладання	decomposition	décomposition
Сполучення	connection	combinaison
Теплота	heat	chaleur
Термохімічне рівняння	the thermochemical equation	équation thermochimique
Вказувати	to specify, point out, point (to)	indiquer
Екзотермічний	exothermal	exothermique
Енергія	energy	énergie
Ендотермічний	endothermic	endothermique
Ефект реакції	effect of reaction	effet de réaction

Хімічні реакції класифікують за різними ознаками.

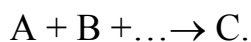
2.10.1. Класифікація хімічних реакцій за зміною числа вихідних і кінцевих речовин

Залежно від складу і числа вихідних і кінцевих речовин реакції можна розділити на чотири типи:

- реакції сполучення;
- реакції розкладання;
- реакції заміщення;
- реакції обміну.

Реакція сполучення – це реакція, при якій з декількох речовин утворюється одна складна речовина.

В загальному вигляді таку реакцію можна записати так:

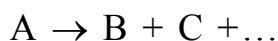


Наприклад: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$,

$\text{MgO} + \text{CO}_2 = \text{MgCO}_3$. Це реакції сполучення.

Реакція розкладання – це реакція, при якій з однієї складної речовини утворюється декілька речовин.

В загальному вигляді таку реакцію можна записати так:

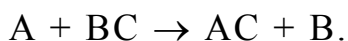


Наприклад: $\text{Cu}(\text{OH})_2 = \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$,

$2\text{Ag}_2\text{O} = 4\text{Ag} + \text{O}_2$. Це реакції розкладання.

Реакція заміщення – це реакція, при якій атоми простої речовини заміщують атоми елемента в молекулі складної речовини.

В загальному вигляді таку реакцію можна записати так:

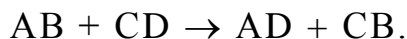


Наприклад: $\text{Cl}_2 + 2\text{NaI} = 2\text{NaCl} + \text{I}_2$,

$\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$. Це реакції заміщення.

Реакція обміну – це реакція, при якій складні речовини обмінюються своїми складовими частинами.

В загальному вигляді таку реакцію можна записати так:



Наприклад: $\text{CaO} + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$,

$\text{BaCl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{KCl}$. Це реакції обміну.

2.10.2. Класифікація хімічних реакцій за виділенням або поглинанням енергії (за тепловим ефектом)

Тепловий ефект реакції – це кількість теплоти, яка виділяється або поглинається під час хімічної реакції.

Тепловий ефект реакції позначають символом ΔH (дельта – аш). Тепловий ефект реакції виражають у кілоджоулях (кДж). Тепловий ефект реакції може мати позитивне значення ($\Delta H > 0$) і негативне значення ($\Delta H < 0$). Значення теплового ефекту звичайно вказують окремо після рівняння реакції.

Наприклад: $\text{Fe} + \text{S} = \text{FeS}$, $\Delta H = -96$ кДж.

В залежності від знаку теплового ефекту реакції поділяють на два типи: екзотермічні та ендотермічні.

Екзотермічна реакція – це реакція, при якій теплота виділяється ($\Delta H < 0$).

Наприклад: $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$, $\Delta H = -184,6$ кДж – це екзотермічна реакція.

Ендотермічна реакція – це реакція, при якій теплота поглинається ($\Delta H > 0$).

Наприклад: $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$, $\Delta H = 180$ кДж – це ендотермічна реакція.

Тепловий ефект можна включити в хімічне рівняння реакції. В результаті отримаємо термохімічне рівняння.

Термохімічне рівняння – хімічне рівняння, в якому вказують тепловий ефект реакції.

В термохімічному рівнянні значення теплового ефекту звичайно вказують у правій частині рівняння з протилежним знаком.

Наприклад: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, $\Delta H = -890$ кДж;

$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 890$ кДж – це термохімічне рівняння.

2.10.3. Класифікація хімічних реакцій за ознакою оборотності

Хімічні реакції за ознакою оборотності ділять на два типи: необоротні і оборотні.

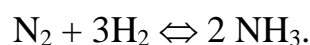
Необоротна реакція – це реакція, яка іде тільки в одному напрямку.

Наприклад, $\text{AgNO}_3 + \text{KCl} \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{KNO}_3$.

Оборотна реакція – це реакція, яка одночасно йде в двох протилежних напрямках.

Наприклад,

пряма реакція



зворотна реакція

В оборотній реакції продукти реакції частково перетворюються у вихідні речовини. В рівнянні оборотної реакції ліва і права частини рівняння з'єднуються *знаком оборотності* (\rightleftharpoons або \leftrightarrow).

Запам'ятайте конструкцію

1. *Що* (Н.в.) ділиться на *що* (З.в.) в залежності від *чого* (Р.в.) =
Що (Н.в.) поділяють на *що* (З.в.) в залежності від *чого* (Р.в.)

Реакції можна розділити на два типи в залежності від знаку теплового ефекту. = Реакції поділяють на два типи в залежності від знаку теплового ефекту.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. На які типи можна розділити хімічні реакції в залежності від складу і числа вихідних і кінцевих речовин?
2. Що таке:
 - а) реакція сполучення;
 - б) реакція обміну;
 - в) реакція заміщення;
 - г) реакція розкладання?
3. Що таке тепловий ефект реакції?
4. На які типи ділять хімічні реакції в залежності від знаку теплового ефекту?
5. Що таке:
 - а) ендотермічна реакція;

- б) екзотермічна реакція;
 в) термохімічне рівняння?
6. На які типи ділять хімічні реакції за ознакою оборотності?
7. Що таке:
 а) необоротна реакція;
 б) оборотна реакція?
8. Який знак пишуть між лівою і правою частинами в рівнянні оборотної реакції?

Завдання 2. Поставте коефіцієнти і в дужках вкажіть тип реакції:

- а) $\text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$;
 б) $\text{Cu} + \text{HNO}_3(\text{разб.}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$;
 в) $\text{Ca} + \text{N}_2 \rightarrow \text{Ca}_3\text{N}_2$;
 г) $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$;
 д) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
 е) $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$;
 ж) $\text{Na} + \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{NaCl} + \text{Al}$;
 з) $\text{K}_3\text{PO}_4 + \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$;
 и) $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{O}_2$;
 і) $\text{CaBr}_2 + \text{HF} \rightarrow \text{CaF}_2\downarrow + \text{HBr}$;
 к) $\text{FeCl}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{NaCl}$;
 л) $\text{AgNO}_3 + \text{K}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4 + \text{KNO}_3$.

Завдання 3. Поставте коефіцієнти. Вкажіть, які з цих реакцій екзотермічні, а які – ендотермічні.

- а) $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2, \Delta H < 0$;
 б) $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}, \Delta H < 0$;
 в) $\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2, \Delta H > 0$;
 г) $\text{PH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}, \Delta H < 0$;
 д) $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2, \Delta H < 0$.

Завдання 4. Перетворіть хімічні рівняння в термохімічні.

- а) $\text{C} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_4, \Delta H = -76 \text{ кДж}$;
 б) $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}, \Delta H = -113,6 \text{ кДж}$;
 в) $\text{SO}_2 + 0,5\text{O}_2 = \text{SO}_3, \Delta H = -396 \text{ кДж}$;
 г) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2, \Delta H = -81,6 \text{ кДж}$;
 д) $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}, \Delta H = 180 \text{ кДж}$.

Завдання 5. Вставте замість точок необхідні за змістом слова.

Реакція сполучення – це реакція, при якій з ... речовин утворюється одна ... речовина.

Реакція розкладання – це реакція, при якій з однієї ... речовини утворюються ... речовин.

Реакція заміщення – це реакція, при якій атоми ... речовини заміщають атоми елемента в молекулі ... речовини.

Реакція обміну – це реакція, при якій ... речовини ... своїми складовими частинами.

Екзотермічна реакція – це реакція, при якій теплота ...

Ендотермічна реакція – це реакція, при якій теплота ...

... рівняння – хімічне рівняння, в якому вказують тепловий ефект реакції.

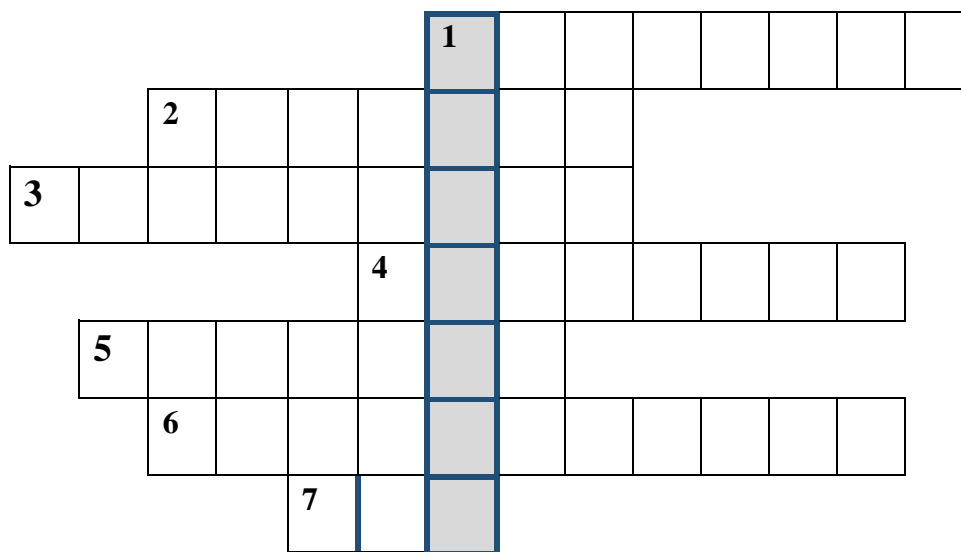
... реакція – це реакція, яка йде тільки в одному напрямку.

... реакція – це реакція, яка одночасно йде в двох протилежних напрямках.



КРОСВОРД №1

Відгадайте кросворд. Напишіть ключове слово, яке розташоване під номером 1 (по вертикалі) і його визначення.



По горизонталі:

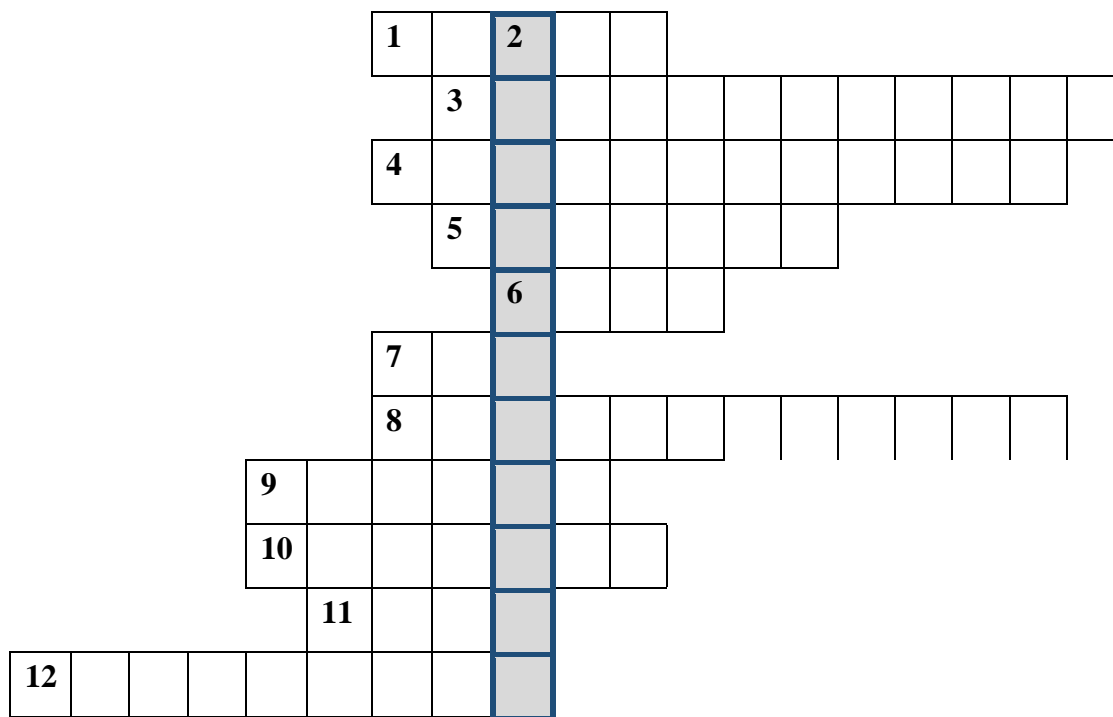
1. Який елемент має валентність I?
2. Як називається речовина, яка утворюється в результаті реакції?
3. Хто відкрив закон збереження маси речовин?
4. Як називається елемент №38?
5. Який смак має сіль?
6. Чому дорівнює відносна атомна маса Оксигену?
7. Яка валентність купруму в сполуці CuO ?

Відповідь: Ключове слово –



КРОСВОРД №2

Відгадайте кросворд. Напишіть ключове слово, яке розташоване під номером 2 (по вертикалі) і його визначення.



По горизонталі:

1. Як читається хімічний символ Fe?
3. Чому дорівнює відносна атомна маса Нітрогену?
4. Як називається реакція, при якій теплота виділяється?
5. Як називається речовина (хімічна сполука), яка складається з атомів різних елементів?
6. В яких одиницях виражають об'єм?
7. Чому дорівнює валентність Феруму в сполуці FeO?
8. Як називається реакція, при якій теплота поглинається?
9. Як називається елемент №25?
10. Який смак має сіль?
11. Скільки атомів Сульфуру міститься в амоній сульфаті $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$?
12. Як називається реакція, при якій атоми простої речовини заміщують атоми елемента в молекулі складної речовини?

Відповідь: Ключове слово –

2.11. Закон Авогадро

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Тиск	pressure	pression
Займати → <i>що?</i>	to occupy	occuper
Нормальний	normal	ordinaire
Об'єм	volume	le volume
Підпорядковувати, -сь → <i>чому?</i>	to submit (to)	subalterne
Густина	density	densité
Слідувати → <i>чому?</i>	to follow	suivre → <i>quelque chose</i>
Наслідок, -ки	consequence (-s)	conséquence
Умова	condition	condition

Обсяг газу залежить головним чином від умов (температури і тиску). Експерименти показали, що однакові об'єми різних газів за однакових умов займають однаковий об'єм. На підставі цих експериментальних фактів був сформульований закон, який назвали **законом Авогадро**. *Закон Авогадро формулюється так:*

У рівних об'ємах різних газів за однакових умов міститься однакова кількість молекул.

Наслідки із закону Авогадро:

1. Однакове число молекул різних газів за однакових умов займають однаковий об'єм.
2. Моль будь-якого газу за однакових умов займає однаковий об'єм. У хімії застосовується поняття *молярний об'єм* (V_m).

Молярний об'єм (V_m) – це об'єм, який займає один моль будь-якої речовини в газподібному стані.

Часто використовують об'єми газів за *нормальних умов*.

Нормальні умови (н.у.) – це температура 273 К (0 °С) і тиск 101325 Па (1 атм.).

Об'єм, який займає один моль газу за нормальних умов (V_m) можна визначити за формулою:

$$V_m = \frac{M}{\rho_{н.у.}}, \quad (2.8)$$

де M – молярна маса газу, г/моль; $\rho_{н.у.}$ – густина газу за нормальних умов, г/л.

Наприклад: $V_m(\text{H}_2) = \frac{2,0159}{0,09} = 23,398 \approx 22,4$ л/моль;

$$V_m(\text{O}_2) = \frac{31,998}{1,43} = 22,376 \approx 22,4$$
 л/моль.

Отже:

Об'єм, який займає 1 моль будь-якого газу за нормальних умов приблизно дорівнює 22,4 л.

Якщо в формулу 2.8. підставити вираз молярної маси і густини, то отримаємо:

$$V_m = \frac{V}{\nu}, \quad (2.9)$$

де V – об'єм газу, л; ν – кількість речовини, моль.

З формули 2.9. витікає, що молярний об'єм вимірюється в літрах на моль (л/моль) або в кубічних метрах на моль ($\text{м}^3/\text{моль}$).

Гази підпорядковуються закону Авогадро за певних умов.

За низьких температур або високих тисках гази не підпорядковуються закону Авогадро, оскільки відстань між молекулами зменшується і стає близькою до розмірів самих молекул.

Гази за низьких температур і високих тисках наближаються за властивостями до рідин. Тверді і рідкі речовини теж не підпорядковуються закону Авогадро.

Запам'ятайте конструкції

1. *Що (Н.в.) підпорядковується чому (Д.в.).*
Гази підпорядковуються закону Авогадро.
2. *Що (Н.в.) не підпорядковується чому (Д.в.).*
Рідини не підпорядковуються закону Авогадро.

Приклад розв'язання задачі

Приклад. Визначте об'єм, який займають 2 моль кисню за нормальних умов.

Дано:

$$n(\text{O}_2) = 2 \text{ моль}$$

н.у.

$$V(\text{O}_2) - ?$$

Розв'язання:

1) Складемо пропорцію і вирішимо її

Згідно закону Авогадро:

1 моль O_2 займає об'єм 22,4 л,
тоді 2 моль O_2 займають об'єм x л.

$$\text{Значить, } \frac{1}{2} = \frac{22,4}{x}.$$

$$\text{Звідси } x = \frac{22,4 \cdot 2}{1} = 44,8 \text{ л.}$$

Відповідь: $V(\text{O}_2) = 44,8$ л.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Сформулюйте закон Авогадро.

Завдання 2. Сформулюйте наслідки з закону Авогадро.

Завдання 3. Дайте відповідь на питання:

1. Які фізичні умови називають нормальними?
2. Що таке молярний об'єм газу?
3. Чому дорівнює молярний об'єм будь-якого газу за нормальних умов?
4. В яких одиницях вимірюється молярний об'єм газу?
5. Які речовини підпорядковуються закону Авогадро?

Завдання 4. Визначте, какому об'єму займають за н.у.:

- а) 5 г амоніаку NH_3 ;
- б) 100 г кисню O_2 ;
- в) 0,32 кг сульфур(IV) оксиду SO_2 ;
- г) 16 г метану CH_4 ;
- д) 4 г гелію He ?

Завдання 5. Визначте, яку масу мають за н.у.:

- а) 5 л азоту N₂;
- б) 11,2 л амоніаку NH₃;
- в) 56 л карбон(IV) оксиду CO₂;
- г) 28 л хлору Cl₂;
- д) 1,4 л кисню O₂?

2.12. Відносна густина газу

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Легкий	light	lumière
Відносна густина	relative density	densité relative
Пропонувати	to proposer	offrir
Згідно	according to	selon
Важкий, -а, -е, -і	heavy	lourd

Відносна густина газу – відношення густини одного газу до густини іншого газу за однакових умов.

Відносна густина позначається символами ***D*** або ***d*** і розраховується за формулою:

$$D = \frac{\rho_1}{\rho_2}, \quad (2.10)$$

де ρ_1 – густина першого газу, г/см³; ρ_2 – густина другого газу, г/см³.

Відносна густина газу – це *безрозмірна величина*.

Густина газу дорівнює відношенню маси газу до його об'єму за однакових умов:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

За законом Авогадро за однакових умов об'єм першого газу і другого газу однакові ($V_1 = V_2$). Тоді відносна густина газу дорівнює відношенню мас газів за однакових умов:

$$D = \frac{m_1}{m_2}. \quad (2.11)$$

Відносна густина газів показує, у скільки один газ важче або легше іншого.
Виразимо маси газів як добуток числа частинок газу (N) на масу молекули (Mr):

$$m_1 = N_1 \cdot Mr_1;$$

$$m_2 = N_2 \cdot Mr_2.$$

За однакових умов $N_1 = N_2$, тоді відносна густина газу дорівнює відношенню молекулярних мас газів:

$$D = \frac{Mr_1}{Mr_2}. \quad (2.12)$$

Числове значення відносної молекулярної маси дорівнює числовому значенню молярної маси (M). Тоді формулу для розрахунку відносної густини газу можна представити у вигляді:

$$D = \frac{M_1}{M_2}. \quad (2.13)$$

Часто густину газу визначають по відношенню до водню D_{H_2} або повітря $D_{пов}$:

$$D_{H_2} = \frac{M(\text{газу})}{M(H_2)}, \quad (2.14)$$

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

Відносна густина за воднем (D_{H_2}) показує, у скільки разів даний газ важче, ніж водень.

$$D_{возд} = \frac{M(\text{газу})}{M(\text{повітря})}, \quad (2.15)$$

Середня молярна маса повітря дорівнює 29 г/моль. Тоді:

$$D_{\text{возд}} = \frac{M(\text{газу})}{29}.$$

Відносна густина за повітрям ($D_{\text{пов}}$) показує, у скільки раз даний газ важче або легше, ніж повітря.

Відносну густина газу можна визначати за будь-якою газоподібною речовиною.

Запам'ятайте конструкції

1. *Що* (Н.в.) важче, ніж *що* (Н.в.).
Кисень в 16 разів важче, ніж водень.
2. *Що* (Н.в.) легше, ніж *що* (Н.в.).
Водень в 14,5 разів легше, ніж повітря.
3. Відношення *чого* (Р.в.) до *чого* (Д.в.).
Відношення густини одного газу до густини іншого газу за однакових умов називається відносною густиною газу.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Що таке відносна густина газу?
2. Що показує відносна густина за воднем?
3. Що показує відносна густина за повітрям?

Завдання 2. Визначте відносну густина за воднем:

- а) карбон(IV) оксиду CO_2 ;
- б) хлору Cl_2 ;
- в) азоту N_2 ;
- г) гелію He .

Завдання 3. Визначте відносну густина за повітрям:

- а) кисню O_2 ;
- б) дигідроген сульфід H_2S ;
- в) сульфур(IV) оксид SO_2 ;
- г) амоніаку NH_3 ;
- д) нітроген(I) оксид N_2O .

Завдання 4. Визначте молярні маси газів, якщо їх відносна густина за воднем (D_{H_2}) дорівнює: а) 19; б) 20; в) 15.

Завдання 5. Визначте молярні маси газів, якщо їх відносна густина за повітрям ($D_{\text{пов}}$) дорівнює: а) 0,55; б) 0,97; в) 0,69.



ТЕСТ №5

Тестові завдання з вибором однієї правильної відповіді

1. Реакція обміну – це...
 - а) реакція, при якій з однієї складної речовини утворюється декілька речовин;
 - б) реакція, при якій із декількох речовин утворюється одна складна речовина;
 - в) реакція, при якій атоми простої речовини заміщують атоми елемента в молекулі складної речовини;
 - г) реакція, при якій складні речовини обмінюються своїми складовими частинами.
2. Вкажіть тип реакції $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$:
 - а) реакція обміну;
 - б) реакція заміщення;
 - в) реакція розкладання;
 - г) реакція сполучення.
3. Вкажіть тип реакції, при якій теплота виділяється:
 - а) реакція обміну;
 - б) реакція заміщення;
 - в) ендотермічна реакція;
 - г) екзотермічна реакція.
4. Який об'єм займає 1 моль будь-якого газу за нормальних умов?
 - а) 1 мл;
 - б) 1 л;
 - в) 22,4 мл;
 - г) 22,4 л.
5. Як називається величина, яку позначають символом $D_{\text{пов}}$?
 - а) густина;
 - б) відносна густина газу;

- в) відносна густина газу за воднем;
- г) відносна густина газу за повітрям.

6. Як називається величина, яку позначають символом D_{H_2} ?

- а) густина;
- б) відносна густина газу;
- в) відносна густина газу за воднем;
- г) відносна густина газу за повітрям.

7. Визначте відносну густина кисню O_2 за воднем:

- а) 32;
- б) 8;
- в) 64;
- г) 16.

8. Визначте відносну густина азоту N_2 за повітрям:

- а) 0,69;
- б) 0,96;
- в) 14;
- г) 28.

Тестові завдання на встановлення відповідності

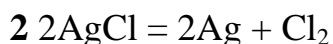
9. Встановіть відповідність між рівняннями хімічних реакцій і назвами їх типів:

Рівняння хімічних реакцій

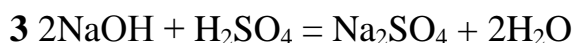
Типи хімічних реакцій



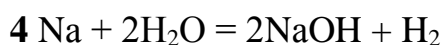
А обміну



Б сполучення



В полімеризації



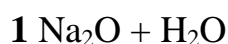
Г заміщення

Д розкладання

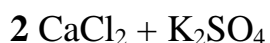
10. Встановіть відповідність між реагентами і ознаками хімічних реакцій:

Реагенти

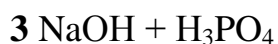
Ознаки хімічних реакцій



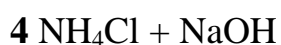
А утворення нерозчинної основи



Б виділення газу



В утворення води



Г випадіння осаду

Д утворення луку

2.13. Розрахунки за хімічними рівняннями

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Надлишок	excess	excès
Нестача	lack	manque
Повністю	completely	pleinement
Термічний	thermic	thermique

Під час розрахунків за хімічними рівняннями потрібно пам'ятати наступне:

- коефіцієнти в рівнянні показують число молей (кількість речовини) вихідних речовин і продуктів реакції;
- коефіцієнти перед формулами газоподібних речовин дорівнюють об'ємам газів;
- пропорційність мас речовин, які вступають в реакцію і які утворюються в результаті реакції, не залежить від вибору одиниці маси.

2.13.1. Розрахунок маси продукту реакції за відомою масою однієї з вихідних речовин

Приклад. Визначте, скільки грамів магній оксиду MgO утворюється при взаємодії 12 г магнію Mg з киснем O₂?

Схема реакції: $\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow \text{MgO}$.

Дано:

$$m(\text{Mg}) = 12 \text{ г}$$

$$m(\text{MgO}) = ?$$

Розв'язання:

Розв'язання задачі представлено в таблиці 4.

Таблиця 4

№	Порядок дій	Виконання дій
1	2	3
1.	Написати рівняння хімічної реакції.	$2\text{Mg} + \text{O}_2 = 2\text{MgO}$
2.	Підкреслити формули речовин, для яких є дані в умові задачі та про які питають в задачі.	$2\underline{\text{Mg}} + \text{O}_2 = 2\underline{\text{MgO}}$
3.	Написати над формулами речовин дані задачі.	$12 \text{ г} \quad x \text{ г}$ $2\underline{\text{Mg}} + \text{O}_2 = 2\underline{\text{MgO}}$

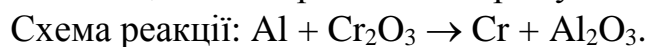
1	2	3
4.	Написати під формулами речовин дані рівняння реакції: а) кількість речовини (ν); б) відносну молекулярну масу (Mr); в) молярну масу (M); г) масу (m) $m = \nu \cdot M$.	$2\underline{Mg} + O_2 = 2\underline{MgO}$ $\nu = 2 \text{ моль} \quad 2 \text{ моль}$ $Mr = 24 \quad 24 + 16 = 40$ $M = 24 \text{ г/моль} \quad 40 \text{ г/моль}$ $m = 2 \cdot 24 = 48 \text{ г} \quad 2 \cdot 40 = 80 \text{ г}$
5.	Знайти скільки грамів магній оксиду утворюється в результаті реакції. Для цього скласти пропорцію і вирішити її.	$\frac{12}{48} = \frac{x}{80}$ <p>Тоді $x = \frac{12 \cdot 80}{48} = 20 \text{ г.}$</p>
6.	Написати і проговорити відповідь.	<p>Відповідь: $m(\text{MgO}) = 20 \text{ г.}$</p> <p>В результаті реакції утворюється 20 г магній оксиду.</p>

Задачі для самостійної роботи

- Скільки грамів ферум(II) сульфід FeS утворюється при взаємодії 11,2 г заліза з сіркою?
Схема реакції: $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$.
- Скільки грамів натрій хлориду NaCl утворюється при взаємодії 5 г натрію з хлором Cl_2 ?
Схема реакції: $\text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl}$.
- Скільки грамів літій оксиду Li_2O утворюється при взаємодії 7 г літію з киснем O_2 ?
Схема реакції: $\text{Li} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Li}_2\text{O}$.
- Скільки грамів барій карбонату BaCO_3 утворюється в результаті реакції 40 г барій хлориду BaCl_2 з натрій карбонатом Na_2CO_3 ?
Схема реакції: $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{NaCl}$.
- Скільки грамів аргентум хлориду AgCl утворюється в результаті реакції 24,4 г натрій хлориду NaCl з аргентум нітратом AgNO_3 ?
Схема реакції: $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$.
- Скільки літрів кисню O_2 (н.у.) утворюється в результаті термічного розкладання 30 г калій бромату KBrO_3 ?
Схема реакції: $\text{KBrO}_3 \rightarrow \text{KBr} + \text{O}_2$.
- Скільки літрів карбон(IV) оксиду CO_2 (н.у.) утворюється в результаті термічного розкладання 50 г кальцій карбонату CaCO_3 ?
Схема реакції: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$.

2.13.2. Розрахунок маси вихідної речовини за відомою масою одного з продуктів реакції

Приклад. Скільки грамів алюмінію потрібно взяти для реакції з хром(III) оксидом Cr_2O_3 , щоб одержати 13 г хрому Cr?



Дано:

$$m(\text{Cr}) = 13 \text{ г}$$

$$m(\text{Al}) - ?$$

Розв'язання:

Розв'язання задачі представлено в таблиці 5.

Таблиця 5

№	Порядок дій	Виконання дій
1.	Написати рівняння хімічної реакції.	$2\text{Al} + \text{Cr}_2\text{O}_3 = 2\text{Cr} + \text{Al}_2\text{O}_3$
2.	Підкреслити формули речовин, для яких є дані в умові задачі і про які питають в задачі.	$2\underline{\text{Al}} + \text{Cr}_2\text{O}_3 = 2\underline{\text{Cr}} + \text{Al}_2\text{O}_3$
3.	Написати над формулами речовин дані задачі.	$\begin{array}{cc} x \text{ г} & 13 \text{ г} \\ \underline{2\text{Al}} + \text{Cr}_2\text{O}_3 = & \underline{2\text{Cr}} + \text{Al}_2\text{O}_3 \end{array}$
4.	Написати під формулами речовин дані рівняння реакції: а) кількість речовини (ν); б) відносну молекулярну масу (Mr); в) молярну масу (M); г) масу (m), $m = \nu \cdot M$.	$\begin{array}{cc} x \text{ г} & 13 \text{ г} \\ \underline{2\text{Al}} + \text{Cr}_2\text{O}_3 = & \underline{2\text{Cr}} + \text{Al}_2\text{O}_3 \\ \nu = 2 \text{ моль} & 2 \text{ моль} \\ Mr = 27 & 52 \\ M = 27 \text{ г/моль} & 52 \text{ г/моль} \\ m = 2 \cdot 27 = 54 \text{ г} & 2 \cdot 52 = 104 \text{ г} \end{array}$
5.	Знайти скільки грамів алюмінію вступає в реакцію. Для цього скласти пропорцію і вирішити її.	$\frac{x}{54} = \frac{13}{104}$ <p>Тоді $x = \frac{54 \cdot 13}{104} = 6,75 \text{ г}$.</p>
6.	Написати і проговорити відповідь.	Відповідь: $m(\text{Al}) = 6,75 \text{ г}$. Для реакції потрібно взяти 6,75 г алюмінію.

Задачі для самостійної роботи

- Скільки грамів купрум(II) сульфату CuSO_4 потрібно взяти для реакції з калій гідроксидом KOH , щоб одержати 98 г купрум(II) гідроксиду $\text{Cu}(\text{OH})_2$?



- Скільки грамів натрій сульфату Na_2SO_4 потрібно взяти для реакції з барій хлоридом BaCl_2 , щоб одержати 20 г барій сульфату BaSO_4 ?
Схема реакції: $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{NaCl} + \text{BaSO}_4$.
- Скільки грамів калій йодиду KI потрібно взяти для реакції з плюмбум нітратом $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, щоб одержати 15,3 г плюмбум йодиду PbI_2 ?
Схема реакції: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI} \rightarrow \text{PbI}_2 + \text{KNO}_3$.
- В результаті реакції метану CH_4 з киснем O_2 (н.у.) утворилось 25 л карбон(IV) оксиду CO_2 . Скільки літрів кисню вступило в реакцію?
Схема реакції: $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
- В результаті реакції міді з нітратною кислотою HNO_3 (н.у.) утворилось 40 л нітроген(IV) оксиду NO_2 . Скільки грамів міді вступило в реакцію?
Схема реакції: $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

2.13.3. Розрахунок маси продукту реакції, якщо одна з вихідних речовин надана в надлишку

Приклад. Скільки грамів ферум(III) гідроксиду $\text{Fe}(\text{OH})_3$ утворюється в результаті реакції 20 г ферум(III) хлориду FeCl_3 і 35 г натрій гідроксиду NaOH ? Яка речовина була взята в надлишку?



Дано:

$$m(\text{FeCl}_3) = 20 \text{ г}$$

$$m(\text{NaOH}) = 20 \text{ г}$$

$$m(\text{Fe}(\text{OH})_3) = ?$$

Розв'язання:

Розв'язання задачі представлено в таблиці 6.

Таблиця 6

№	Порядок дій	Виконання дій
1	2	3
1.	Написати рівняння хімічної реакції.	$\text{FeCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$
2.	Підкреслити формули речовин, для яких є дані в умові задачі і про які питають в задачі.	$\underline{\text{FeCl}_3} + 3\underline{\text{NaOH}} = \underline{\text{Fe}(\text{OH})_3} + 3\text{NaCl}$
3.	Написати над формулами речовин дані задачі.	$ \begin{array}{ccc} 20 \text{ г} & 35 \text{ г} & x \text{ г} \\ \underline{\text{FeCl}_3} + 3\underline{\text{NaOH}} = \underline{\text{Fe}(\text{OH})_3} + 3\text{NaCl} \end{array} $

1	2	3
4.	Написати під формулами речовин дані рівняння реакції: а) кількість речовини (ν); б) відносну молекулярну масу (Mr); в) молярну масу (M); г) масу (m), $m = \nu \cdot M$.	$\begin{array}{ccccc} 20 \text{ г} & & 35 \text{ г} & & x \text{ г} \\ \underline{\text{FeCl}_3} & + & 3\underline{\text{NaOH}} & = & \underline{\text{Fe(OH)}_3} + 3\underline{\text{NaCl}} \\ \nu = 1 \text{ моль} & & 3 \text{ моль} & & 1 \text{ моль} \\ Mr = 162,5 & & 40 & & 107 \\ M = 162,5 \text{ г/моль} & & 40 \text{ г/моль} & & 107 \text{ г/моль} \\ m = 162,5 \text{ г} & & 120 \text{ г} & & 107 \text{ г} \end{array}$
5.	Знайти яку речовину взяли в надлишку. Для цього знайти масу FeCl_3 , яка потрібна для реакції з 120 г NaOH . Для цього скласти пропорцію і вирішити її.	$\frac{y}{162,5} = \frac{35}{120}$ <p>Тоді $y = \frac{162,5 \cdot 35}{120} = 47,4 \text{ г } \text{FeCl}_3$ потрібно. $20 < 47,4$. Отже FeCl_3 знаходиться в нестачі. NaOH знаходиться в надлишку.</p>
6	Знайти скільки грамів Fe(OH)_3 утворюється в результаті реакції. Для цього потрібно скласти пропорцію і вирішити її. Розрахунок виконується за речовиною, яка реагує повністю.	$\frac{20}{162,5} = \frac{x}{107}$ <p>Тоді $x = \frac{20 \cdot 107}{162,5} = 13,2 \text{ г}$</p>
7.	Написати і проговорити відповідь.	Відповідь: $m(\text{Fe(OH)}_3) = 13,2 \text{ г}$. NaOH взяли в надлишку. В результаті реакції утворюється 13,2 г ферум(III) гідроксиду.

Задачі для самостійної роботи

- Скільки грамів міді утворюється в результаті реакції 20 г алюмінію і 100 г купрум(II) сульфату CuSO_4 ? Яку речовину взяли в надлишку.
Схема реакції: $\text{Al} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cu}$.
- Скільки грамів алюміній хлориду AlCl_3 утворюється в результаті реакції 15 г алюмінію і 40 г хлору Cl_2 ? Яку речовину взяли в надлишку?
Схема реакції: $\text{Al} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{AlCl}_3$.
- Скільки грамів фосфорної кислоти H_3PO_4 утворюється в результаті реакції 50 г фосфор(V) оксиду P_2O_5 і 50 г води? Яку речовину взяли в надлишку?
Схема реакції: $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$.
- Скільки літрів сульфур(IV) оксиду SO_2 (н.у.) утворюється в результаті реакції 100 г піриту FeS_2 і 0,5 л кисню O_2 ? Яку речовину взяли в надлишку?
Схема реакції: $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{FeO}$.

2.14. Періодичний закон і періодична система хімічних елементів Д.І. Менделєєва

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Варіант, -и	variant (-s)	version
Зростання → <i>чого?</i>	increasing	croissance
Головний	major	principale
Класифікувати → <i>що?</i>	to classify	classer
Непарний	odd	étrange
Об'єднувати	unite	pour unir
Відкриття → <i>чого?</i>	discovery	découverte
Період, -и	period (-s)	période
Періодична	periodic	périodique
Побічний	side	collatéral
Підгрупа, -и	sub-group (-s)	sous-groupe
Подібний, -а, -е, -і	like	similaire
Положення	location	position
Положити в основу	base on	mettre à la base
Порядок	order	ordre
Порядковий	ordinal	ordinal
Послідовно	consistently	successivement
Ряд, -и	row, line	numéro
Сучасний, -а, -е, -і	modern	moderne
Створення → <i>чого?</i>	creation (of), making	création
Парний	even	paire

В кінці XVIII століття було відомо близько 30 хімічних елементів, а в середині XIX століття – понад 60. Вчені різних країн намагалися класифікувати хімічні елементи.

У 1869 році російський вчений Д.І. Менделєєв класифікував хімічні елементи і сформулював періодичний закон.

В основу класифікації хімічних елементів Д.І. Менделєєв поклав величину їх атомний мас. Він розташував всі відомі на той час елементи по мірі збільшення

їх атомних мас і при цьому виявив, що властивості хімічних елементів періодично повторюються. Таким чином був відкритий і сформульований **періодичний закон хімічних елементів**. *Періодичний закон формулюється так:*

Властивості простих речовин, а також форми і властивості сполук хімічних елементів знаходяться в періодичній залежності від величини атомних мас елементів.

На основі періодичного закону Д.І. Менделєєв створив періодичну систему хімічних елементів, в якій кожен елемент зайняв своє місце і отримав свій порядковий номер (додаток 1).

Сьогодні запропоновано багато варіантів побудови періодичної системи. Найчастіше використовують дві форми: *коротку* і *довгу*. Сучасна періодична система містить 118 хімічних елементів.

Коротка форма періодичної системи складається з 7 (семи) періодів і 8 (восьми) груп.

Період – це горизонтальний ряд, який починається лужним металом і закінчується інертним елементом.

Періоди діляться на малі і великі. Перший, другий і третій період складаються з одного ряду і називаються **малими**. Четвертий, п'ятий і шостий періоди складаються з двох рядів і називаються **великими**. Верхній ряд великого періоду – парний, нижній ряд великого періоду – непарний.

Число елементів в кожному періоді показано нижче:

Номер періоду	1	2	3	4	5	6	7
Число елементів	2	8	8	18	18	32	29

У шостому періоді після Лантану (№ 57) розташовані 14 елементів (№ 58-71), подібних Лантану, їх називають **лантаноїдами**.

У сьомому періоді після Актинію (№ 89) аналогічно розташовані 14 елементів (№ 90 – 103), подібних Актинію, їх називають **актиноїдами**.

Група – це вертикальний ряд, який містить елементи з подібними властивостями.

Кожна група складається з двох **підгруп: головної (А) і побічної (В)**.

Підгрупи, в які входять елементи малих і великих періодів, називаються **головними (А)**.

Підгрупи, в які входять елементи тільки великих періодів, називаються **побічними (В)**.

Наприклад, Берилій, Магній, Кальцій, Стронцій, Барій, Радій – це головна підгрупа другої групи (IIA). Цинк, Кадмій, Меркурій – це побічна підгрупа другої групи (IIB).

Запам'ятайте конструкції

1. *Що* (З.в.) покладено в основу *чого* (Р.в.).

Д.І. Менделєєв поклав в основу класифікації величину атомної маси елементів.

2. *Що* (Н.в.) розташовано по мірі *чого* (Р.в.).

Він розташував усі елементи по мірі збільшення їх атомної маси.

3. *Що* (Н.в.) подібно до *чого* (Р.в.).

Лантаноїди подібні лантану.

4. На основі *чого* (Р.в.) створити *що* (З.в.).

На основі періодичного закону Д.І. Менделєєв створив періодичну систему хімічних елементів.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Що таке період?
2. Скільки періодів у періодичній системі?
3. Які періоди називаються малими?
4. Які періоди називаються великими?
5. Скільки рядів у періодичній системі?
6. Що таке група?
7. Скільки груп у періодичній системі?
8. З яких підгруп складається кожна група?
9. Які підгрупи називаються головними і побічними?
10. Які елементи розташовані під таблицею і чому?

Завдання 2. Напишіть назви елементів і порядкові числівники в потрібній формі:

Елемент № 3 – Літій. Літій – третій елемент.

Елемент № 6 – ...

Елемент № 10 – ...

Елемент № 12 – ...

Елемент № 17 – ...

Завдання 3. Дайте відповідь на питання, використовуючи в потрібній формі прикметники, дані праворуч.

- | | |
|---|----------|
| 1. В якій групі знаходиться Натрій? | перший |
| 2. В якій підгрупі знаходиться Цинк? | побічний |
| 3. В якому періоді знаходиться Кальцій? | великий |

4. В якому ряді знаходиться Хлор? третій
 5. В якому періоді знаходиться Барій? шостий

Завдання 4. В якому періоді, в якій групі та підгрупі знаходяться:
 а) Бром; б) Аргентум; в) Кадмій; г) Оксиген; д) Фосфор?

Завдання 5. Заповніть таблицю.

Порядковий номер елемента	Символ елемента	Назва елемента	Розташування в періодичній системі		
			період	група	підгрупа
1	H	Гідроген	перший	перша	головна
5	B	Бор	другий	третя	побічна
6					
8					
11					
13					
15					
24					
37					
53					
79					
87					

Завдання 6. Замість точок вставте слова: праворуч від чого?, ліворуч від чого?, прямо над чим?, прямо під чим?

1. Елемент Магній у періодичній таблиці розташований ... від Натрію.
2. Елемент Фтор розташований... від Оксигену та ... від Неону.
3. Карбон знаходиться ... від Нітрогену та ... від Бора.
4. Цинк розташований прямо ... Кальцієм.
5. Алюміній знаходиться ... від Магнію та ... від Силіціюму.
6. Хлор розташований прямо ... Фтором.
7. Сульфур знаходиться прямо ... Хромом.
8. Бром розташований прямо ... Манганом.
9. Купрум знаходиться ... від Цинку.
10. Барій розташований прямо ... Меркурієм.

2.15. Будова атома

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Заряд, -и	charge (-s)	charge
Випромінювання	radiation	radiation
Ізотоп, -и	isotope (-s)	isotope
Масове число	mass number	nombre de masse
Неподільний, -а, -е, -і	indivisible	indivisible
Нейтрон, -и	neutron (-s)	neutron
Нехтувати–знехтувати	neglect	négliger
Причина, -и	cause	raison
Протон, -и	proton (-s)	proton
Радіоактивність	radioactivity	radioactivité
Відмінність	difference	différence
Рентгенівське	X-ray	radiographie
Суміш, -и	mixture (-s)	mélange
Подібність	similarity	similarité
Стійкий	stable	résistant
Електричний	electric	électrique
Електрон, -и	electron (-s)	électron
Електронейтральний, -а, -е, -і	electrically neutral	électroneutre
Електронна оболонка	electronic shell	coque électronique
Ядро, ядра	nucleus (nuclei)	cœur

Причину періодичної зміни, подібності та відмінності властивостей елементів пояснила теорія будови атома, створена в ХХ столітті.

У ХІХ вважали, що атом – неподільна частинка. В кінці ХІХ і на початку ХХ століть були зроблені відкриття, які стали основою сучасної теорії будови атома.

У 1895 р німецький вчений К. Рентген відкрив рентгенівське випромінювання. У 1896 р французький вчений А. Беккерель відкрив радіоактивність. У 1897 р англійський учений Дж. Томсон відкрив електрон.

М. Склодовська-Кюрі і П. Кюрі у Франції і Е. Резерфорд в Англії вивчали радіоактивність і установили, що атом хімічного елемента є складною системою.

Атом – це електронейтральна система, яка складається з позитивно зарядженого ядра і негативно зарядженої електронної оболонки.

Ядро – це центральна позитивно заряджена частина атома, в якій зосереджена його маса.

Діаметр атома – величина порядку 10^{-10} м. Діаметр ядра – величина порядку $10^{-14} - 10^{-15}$ м.

Електронна оболонка – сукупність електронів в атомі.

Електрон – це частинка з масою покою $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг і негативним електричним зарядом $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл (кулон).

Величина заряду електрона прийнята за одиницю елементарного електричного заряду. Електрони рухаються навколо ядра.

В 1913 році англійський вчений Д. Мозлі встановив, що величина позитивного заряду ядра атома дорівнює порядковому номеру елемента в періодичній системі елементів Д.І. Менделєєва.

Атом електронейтральний, отже, число електронів в електронній оболонці атома дорівнює заряду ядра або порядковому номеру елемента в періодичній системі.

Наприклад, заряд ядра атома № 1 – Гідрогену (H) дорівнює + 1 і в електронній оболонці атома знаходиться 1 електрон.

В 1932 році створена протонно-нейтронна теорія будови ядра. Згідно цієї теорії, ядро атома складається з протонів і нейтронів.

Протон p – це частинка з зарядом +1, і масою, що дорівнює 1 а.е.м.

Нейтрон n – це електронейтральна частинка з масою, близькою до маси протону.

Заряд ядра атома визначається числом протонів, які входять до його складу. Маса атома **A** дорівнює сумі мас усіх частинок, які входять в атом:

A = маса протонів + маса нейтронів + маса електронів.

Маса електронів дуже мала і нею можна знехтувати. Маса атома дорівнює масі нейтронів і протонів.

Масове число A – це маса загального числа протонів і нейтронів.

Воно округлено до цілого числа значень відносної атомної маси елемента A_r . Число нейтронів N в ядрі атома можна розрахувати за формулою:

$$N = A_r - Z, \quad (2.16)$$

де A_r – відносна атомна маса елемента; Z – порядковий номер елемента.

Наприклад, в ядрі атома Літію [$A_r(\text{Li}) = 7$] міститься 3 протони і $7 - 3 = 4$ нейтрони.

Протони, нейтрони, електрони – це частинки з різними зарядами і властивостями. Число протонів і нейтронів в атомі виражається цілим числом. Маса протона і маса нейтрона приблизно дорівнює одиниці.

Відносна атомна маса елемента повинна виражатися теж цілим числом. В природі відносна маса більшості елементів періодичної системи – дробові числа. Це можна пояснити тим, що природні елементи – суміш **ізотопів**.

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

Натрій, алюміній, фтор в природі зустрічають у вигляді тільки одного стійкого ізотопа.

Гідроген має три ізотопи:

- ${}^1_1\text{H}$ - протій (1^1p);
- ${}^2_1\text{D}$ (${}^2_1\text{H}$) – дейтерій ($1^1p, 1^1n$);
- ${}^3_1\text{T}$ (${}^3_1\text{H}$) – трітій ($1^1p, 2^1n$).

Верхня цифра перед символом ізотопа позначає його масове число, нижня заряд його ядра.

Відносна атомна маса елемента в періодичній системі елементів Д.І. Менделєєва – це середня арифметична маса атомів його ізотопів.

Наприклад, природний хлор – це суміш 77,35 % ізотопа $^{35}_{17}\text{Cl}$ і 22,65 % ізотопа $^{37}_{17}\text{Cl}$.

$$Ar(\text{Cl}) = \frac{35 \cdot 77,35 + 37 \cdot 22,65}{100}.$$

Хімічні властивості всіх ізотопів одного елемента однакові.

Хімічні властивості елементів залежать від заряду ядра атома, а не від атомної маси. Заряд ядра атома – головна характеристика елемента.

Хімічний елемент – це сукупність атомів з однаковим зарядом ядра.

Запам'ятайте конструкцію

Виразитись *чим*?

Відносні атомні маси більшості елементів виражаються дробовими числами.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Що таке атом?
2. Що таке ядро?
3. Що таке електронна оболонка?
4. Що таке електрон?
5. Чому дорівнює заряд ядра атома?
6. Що показує порядковий номер елемента?
7. У скільки разів розміри ядра менше розмірів атома?
8. Що таке ізотопи?
9. Що таке хімічний елемент?

Завдання 2. Скільки протонів і нейтронів містять ядра ізоотопів:

- а) ^{36}Ar , ^{38}Ar , ^{40}Ar ;
- б) ^3He , ^4He ;
- в) ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O ;
- г) ^{79}Br , ^{81}Br ;
- д) ^{39}K , ^{40}K , ^{41}K ;
- е) ^{40}Ca , ^{42}Ca , ^{43}Ca , ^{44}Ca , ^{46}Ca ;
- ж) ^{32}S , ^{33}S , ^{34}S , ^{36}S .

Завдання 3. Ядро атома елемента містить 12 нейтронів, відносна атомна маса – 22. Визначте порядковий номер елемента.

Завдання 4. Заповніть таблицю.

Символ елемента	Порядковий номер елемента Z	Заряд ядра атома	Кількість електронів в атомі	Відносна атомна маса A_r	Число нейтронів N в ядрі атома
Be					
O					
Fe					
P					
F					

Завдання 5. Природна мідь Cu складається з двох ізотопів: ^{63}Cu і ^{64}Cu . Відносна атомна маса міді 63,546. Визначте масову частку кожного ізотопу в природній міді.

2.15.1. Будова електронних оболонок атомів

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Антипаралельний, -а, -е, -і	antiparallel	antiparallèle
Вірогідність	probability	probabilité
Хвиля	wave	vague
Двоїстий	dual	double
Заповнення	filling	remplissage
Квантова теорія	quantum theory	théorie des quanta
Знаходження	finding	découverte
Орбіталь, -і	orbital	orbital
Орієнтація	orientation	orientation
Представляти-представити	submit	représenter
Принцип, -и	rule (-s)	principe
Простір	space	espace
Спін, -и	spin (-s)	tournoyer
Електронна конфігурація	electronic configuration	configuration électronique
Електронна хмара	electronic cloud	nuage électronique
Електронний шар (рівень)	electronic layer (level)	niveau électronique
Комірка	cell	la cellule

У 25-30 роках ХХ століття створена **квантова теорія будови атома**. Експериментально встановлено, що електрон має двоїсту природу: він володіє одночасно властивостями частинки і хвилі.

Стан електрона в атомі можна представити у вигляді електронної хмари з певною густиною електричного заряду в кожній точці. Електронні хмари різних електронів знаходяться на різній відстані від ядра і мають різну форму.

Орбіталь – простір навколо ядра, в якому знаходження електронів найбільш ймовірно.

Електронні орбіталі мають різну форму, розміри і напрямок розташування в просторі.

Стан електрона в атомі характеризують **чотири квантових числа**.

Головне квантове число (n) – характеризує величину енергії електрона.

Воно може мати тільки значення $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ (цілі числа).

Кожне значення n відповідає електронному шару:

Значення n	1	2	3	4	5	6	7
Електронний шар	К	L	M	N	O	P	Q

Електрони з $n = 1$ утворюють перший коло ядра атома електронний шар (*енергетичний рівень*), с $n = 2$ – другий електронний шар.

Орбітальне квантове число (ℓ) – характеризує форму електронної орбіталі.

Орбітальне квантове число приймає значення від 0 до $(n-1)$. Орбіталі з різним значенням ℓ позначають літерами: s, p, d, f .

Значення ℓ	0	1	2	3
-----------------------------------	---	---	---	---

Позначення орбіталей	s	p	d	f
-----------------------------	-----	-----	-----	-----

Стан електрона, який має різні значення ℓ , називають *енергетичними підрівнями*.

Орбіталі мають різну форму (рисунок 9).

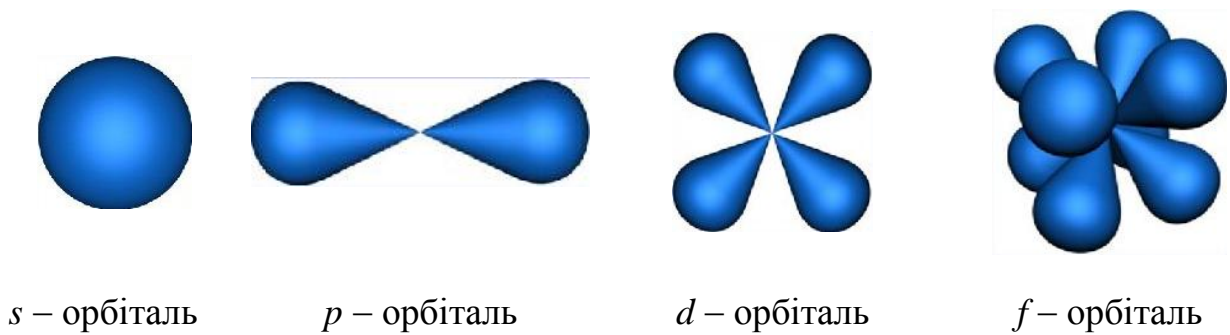


Рис. 9 – Форма орбіталей

s – орбіталі мають сферичну форму, p – орбіталі – форму гантелі, d - і f -орбіталі – мають складні форми.

Число енергетичних підрівней на кожному енергетичному рівні дорівнює значенню головного квантового числа.

Так, якщо $n=1$, то $l=0$. Значить на першому енергетичному рівні є один енергетичний підрівень – це s – підрівень.

Якщо $n=2$, то $l=0; 1$. Значить на другому енергетичному рівні є два енергетичних підрівня – це s –підрівень і p –підрівень.

Якщо $n=3$, то $l=0; 1; 2$. Значить на третьому енергетичному рівні є три енергетичних підрівня – це s –підрівень, p –підрівень і d –підрівень.

Якщо $n=4$, то $l=0; 1; 2; 3$. Значить на четвертому енергетичному рівні є чотири енергетичних підрівня – це s –підрівень, p –підрівень, d –підрівень і f –підрівень.

Енергія електрону в атомі визначається сумою значень головного і орбітального квантових чисел ($n + \ell$).

Електрони з однаковим значенням n і різним значенням $n + \ell$ відрізняються запасом енергії.

Магнітне квантове число (m_ℓ) – визначає орієнтацію орбіталей у просторі.

Воно може приймати значення від $-\ell$ до $+\ell$, у тому числі значення 0.

Так, при $\ell = 0$, $m_\ell = 0$. Це значить, що s –орбіталь має однакову орієнтацію відносно трьох осей координат (рисунок 10).

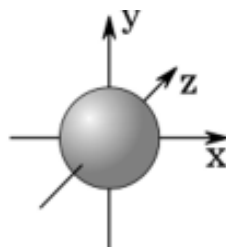


Рис. 10 – Орієнтація s –орбіталі

При $\ell = 1$, $m_{\bar{\ell}}$ може приймати три значення: -1; 0; +1. Це значить, що може бути три p -орбіталі (p_x, p_y, p_z) з орієнтацією по координатним вісям x, y, z (рис. 11).

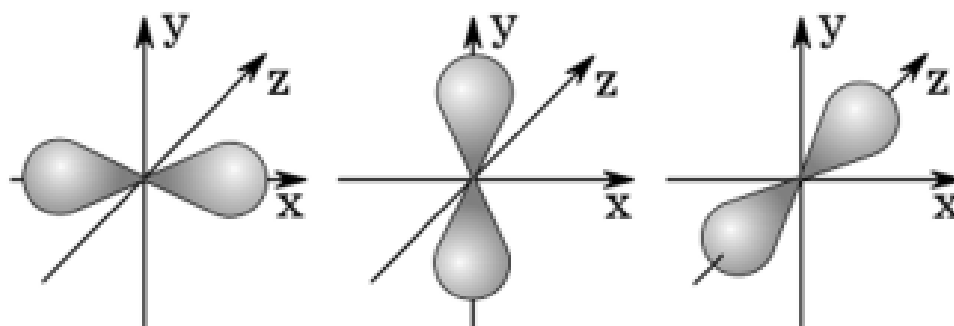


Рис. 11 – Орієнтація p -орбіталі

Магнітне квантове число визначає число орбіталей на підрівнях (табл. 7).

Таблиця 7

Визначення числа орбіталей на підрівні

Квантове число	Енергетичний рівень									
	К	L		M			N			
n	1	2		3			4			
ℓ	0	0	1	0	1	2	0	1	2	3
$m_{\bar{\ell}}$	0	0	-1 0 +1	0	-1 0 +1	-2 -1 0 +1 +2	0	-1 0 +1	-2 -1 0 +1 +2	-3 -2 -1 0 +1 +2 +3
Число орбіталей	1	1	3	1	3	5	1	3	5	7
Позначення орбіталей	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f

Спінове квантове число (спін) S – характеризує обертання електрона навколо своєї вісі, тобто власний магнітний момент електрона.

Спін може мати тільки два значення $+1/2$ и $-1/2$. Графічно зображають значення спіна так: \uparrow або \downarrow .

Будову електронних оболонок атомів зображають у вигляді електронних формул (електронних конфігурацій).

Електронна формула (електронна конфігурація) атома – це умовне зображення розподілу електронів між орбіталями на енергетичних рівнях і підрівнях.

Наприклад, електронна конфігурація атома Гідрогена Н має такий вигляд: $1s^1$.

Велика цифра показує номер енергетичного рівня (головне квантове число n).

Буква – позначає форму орбіталі, або енергетичний підрівень. Маленька цифра зверху праворуч від букви показує число електронів на даному підрівні. Тобто електронна формула атома Гідрогену показує, що на першому енергетичному рівні, на s –підрівні знаходиться один електрон.

При складанні електронних формул потрібно дотримуватись трьох правил.

Перше правило – це **принцип Паулі**.

В атомі НЕ МОЖЕ бути двох електронів з однаковим значенням усіх чотирьох квантових чисел. На одній орбіталі МОЖЕ знаходитись не більше двох електронів і ці електрони мають протилежні (антипаралельні) спіни.

Орбіталь з двома електронами, спіни яких антипаралельні схематично зображають так:



Принцип Паулі дозволяє розрахувати максимальне число електронів на орбіталі, підрівні, рівні.

Оскільки на одній орбіталі найбільше число електронів дорівнює двом, максимальне число електронів буде:

- на s -підрівні – 2;
- на p -підрівні – 6;
- на d -підрівні – 10;
- на f - підрівні – 14.

Максимально можливе число електронів (N) на енергетичному рівні визначається за формулою:

$$N = 2n^2, \quad (2.17)$$

де n – номер енергетичного рівня (значення головного квантового числа).

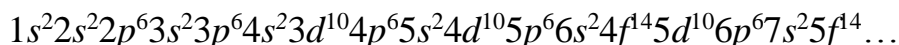
Значить на першому енергетичному рівні максимальна кількість електронів дорівнює 2, на другому – 8, на третьому – 18, на четвертому – 32.

Друге правило – правило найменшого запасу енергії (правило Клечковського).

Орбіталі заповнюються електронами в порядку зростання їх енергії, яка характеризується сумою $n + \ell$.

При цьому, якщо сума $n + \ell$ різних орбіталей однакова, то раніше заповнюється орбіталь, у якій n менше.

Порядок заповнення електронних орбіталей за сумою $n + \ell$ наступний:

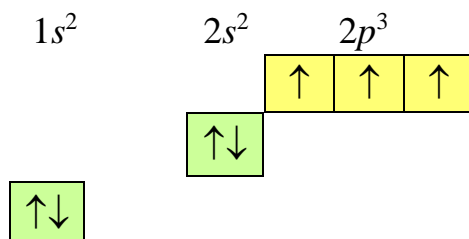


Третє правило – правило Гунда (або Хунда):

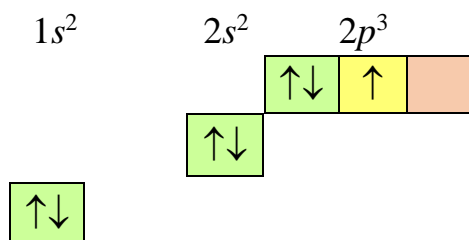
Сумарне спінове число електронів даного підрівня повинно бути максимальним.

Наприклад, при заповненні трьома електронами $2p$ – підрівня атома Нітрогену N $1s^2 2s^2 2p^3$ можливі два варіанти:

1)



2)



Для першого варіанту сумарний спін трьох неспарених електронів $2p$ -підрівня дорівнює:

$$\sum S = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1\frac{1}{2}.$$

Для другого варіанту сумарний спін трьох неспарених електронів $2p$ -підрівня дорівнює:

$$\sum S = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{1}{2}.$$

Оскільки сумарний спін трьох електронів $2p$ – підрівня у варіанті 1 більше $(1\frac{1}{2})\frac{1}{2}$), то заповнення $2p$ – орбіталі в атомі Нітрогену N відбувається за цим варіантом.

Запам'ятайте конструкції

1. *Що* (Н.в.) володіє *чим* (О.в.).
Електрон володіє одночасно властивостями частинки і хвилі.
2. *Що* (Н.в.) може приймати значення *чого* (Р.в.).
Магнітне квантове число може приймати значення цілих чисел від $-\ell$ до $+\ell$.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Яку природу має електрон?
2. Що таке орбіталь?
3. Які квантові числа ви знаєте?
4. Що характеризує кожне квантове число?
5. На підставі якого правила заповнюються електронні орбіталі?
6. Сформулюйте: а) принцип Паулі; б) правило найменшого запасу енергії; в) правило Гунда.

Завдання 2. Напишіть електронні конфігурації атомів наступних елементів: Оксиген, Натрій, Калій, Хлор, Бром, Аргентум.

Завдання 3. Визначте положення елементів у періодичній системі (період, групу, підгрупу), якщо відомі їх електронні формули:

- а) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$;
- б) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$;
- в) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$;
- г) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$.

Назвіть ці елементи.

2.16. Хімічний зв'язок

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Акцептор, -и	acceptor (-s)	accepteur
Валентний електрон	valence electron	Électron de valence
Водневий зв'язок	hydrogen bond	liaison hydrogène
Відновлення	recovery	récupération
Донор, -и	donor	donneur
Іон	ion	ion
Іонний зв'язок	ion bond	liaison ionique
Ковалентний зв'язок	covalent bond	une liaison covalente
Кратність	multiplicity	multiplicité
Металевий зв'язок	metallic bond	liaison métallique
Механізм, -и	mechanism (-s)	mécanisme
Напрявленість	orientation	directionnalité
Насиченість	saturation	saturation
Неполярний зв'язок	non-polar bond	relation non polaire
Неспарений електрон	unpaired electron	Électron non apparié
Окиснення	oxidation	oxydation
Віддача	recoil	recul
Пара	pair	paire
Перекривання	overlapping	chevauchement
Полярний зв'язок	polar bond	couplage polaire
Полярність	polarity	polarité
Належати	belong	appartenir à
Приєднання	attachment	attachement
Симетрія	symmetry	symétrie
Зміщуватися	shift	se déplacer
Спарений електрон	paired electron	Électron apparié
Електронна хмара	electron cloud	nuage électronique
Електронегативність	electronegativity	électronégatif

Електронна теорія будови атомів пояснює, як атоми з'єднуються в молекули, тобто природу і механізм утворення хімічного зв'язку.

Хімічний зв'язок – це взаємодія двох або декількох атомів, в результаті чого утворюється хімічно стійка двохатомна або багатоатомна система.

Хімічні зв'язки утворюються при формуванні молекул або кристалів. В процесі розкладання молекул або кристалів хімічні зв'язки руйнуються. Утворення хімічного зв'язку супроводжується зменшенням повної енергії системи.

Під час сполучення атомів із незавершеними електронними шарами відбувається перебудова їх електронних оболонок: непарні електрони різних атомів утворюють спільні електронні пари.

Основними типами хімічного зв'язку є:

- ковалентний зв'язок;
- іонний зв'язок;
- металевий зв'язок;
- водневий зв'язок.

2.16.1. Ковалентний зв'язок

Ковалентний зв'язок – це зв'язок атомів за допомогою спільних електронних пар.

Розглянемо утворення молекули водню H_2 . Електронна конфігурація атому Гідрогену $1s^1$. Тобто атом Гідрогену має один неспарений електрон. Під час утворення молекули водню з атомів Гідрогену відбувається перекривання s -орбіталей і формується загальна електронна пара (рис. 12).

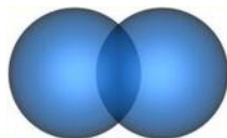
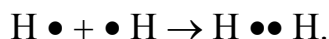


Рис.12 – Перекривання s -орбіталей

Схематично це можна зобразити за допомогою електронних формул:



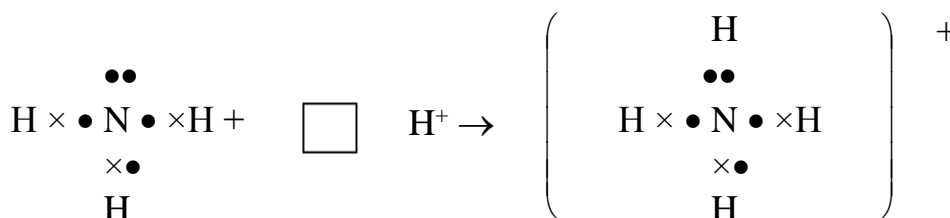
Спільна електронна пара однаково належить обом атомам. Кожен атом отримує стійку оболонку з двох електронів. Найбільша електронна густина спільної електронної хмари проявляється в області між ядрами.

Ковалентний зв'язок може утворюватись за рахунок перекривання $s-p$ -орбіталей, як в молекулі дигідроген сульфїду H_2S і $p-p$ -орбіталей, як в молекулі фтору F_2 (рисунок 13).



Рис.13 – Перекривання орбіталей

Ковалентний зв'язок може утворюватись між двома атомами, один з яких має пару електронів, а інший вільну орбіталь. Наприклад, під час взаємодії амонїаку NH_3 з гїдроген хлоридом HCl неподїлена електронна пара атома Нітрогену, яка не приймає участь в утворенні зв'язків у молекулі амонїаку, стає спільною для Гїдрогену і Нітрогену і утворюється амонїй-катїон NH_4^+ .



Такий механїзм утворення ковалентного зв'язку називають **донорно-акцепторним**.

Валентні електрони – це електрони, які приймають участь в утворенні хїмїчних зв'язків.

Валентні електрони у **елементів головних пїдгруп** розташовані на s - і p -орбіталях зовнїшнього електронного шару.

Валентні електрони у **елементів побїчних пїдгруп** (за винятком лантанодїв і актинодїв) розташовані на s -орбіталях зовнїшнього шару і на d -орбіталях останнього електронного шару.

Валентними електронами можуть бути не тїльки непарні електрони атомів у нормальному (незбужденому) станї, але й парні.

Речовини з ковалентним зв'язком можуть бути в рїзних агрегатних станах: газоподїбному (H_2 , O_2 , Cl_2 , N_2 , NH_3), рїдкому (H_2O , CH_3OH), твердому (вода, парафїн, алмаз, графїт, кремнїй).

Характеристиками ковалентного зв'язку є:

- кратнїсть;
- насиченїсть;

- напрямленість;
- довжина;
- енергія;
- полярність.

Кратність – це характеристика, яка визначається числом спільних електронних пар, які приєднують атоми.

Ковалентний зв'язок може бути одинарним, подвійним, потрійним. Зв'язок між двома атомами за допомогою однієї спільної електронної пари називається *простим* або *одинарним*, двох електронних пар – *подвійним*, трьох електронних пар – *потрійним*.

Кратність зв'язку обумовлена утворенням σ - (сигма) і π (пі)-зв'язку.

σ -зв'язок виникає між атомами, які з'єднуються прямою – віссю зв'язку (рисунок 14).

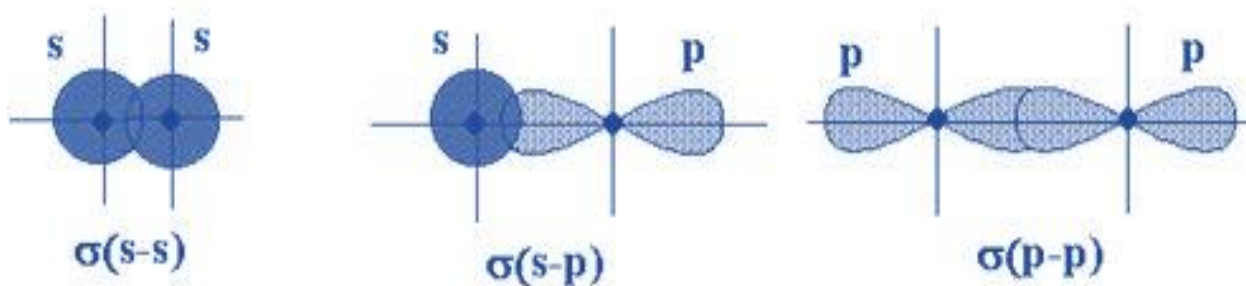


Рис. 14 – σ -зв'язок

Такий тип зв'язку, наприклад, спостерігається в молекулах H_2 , Cl_2 , HCl .

При перекриванні p -орбіталей, спрямованих перпендикулярно до вісі зв'язку, утворюється дві області перекривання по обидві сторони вісі зв'язку. Такий ковалентний зв'язок називається π -зв'язком (пі-зв'язком) (рисунок 15).

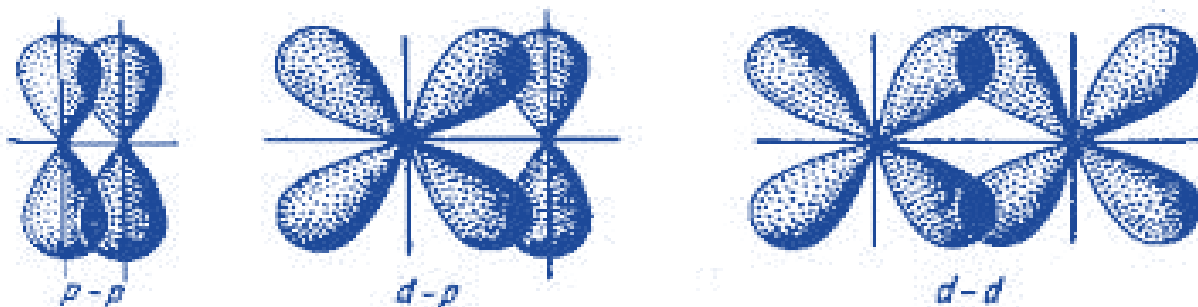


Рис. 15 – π -зв'язок

Насиченість – це здатність атомів приймати участь в утворенні певного числа ковалентних зв'язків.

Число ковалентних зв'язків обумовлюється числом орбіталей, які приймають участь у виникненні цих зв'язків. Так, атоми елементів другого періоду мають у зовнішньому енергетичному рівні чотири орбіталі і утворюють не більше чотирьох зв'язків. Атоми елементів інших періодів з більшим числом орбіталей у зовнішньому рівні можуть утворювати більше зв'язків.

Напрявленість. Атомні орбіталі (крім *s*-орбіталей) орієнтовані у просторі. Між ними утворюються певні кути. Так, три *p*-орбіталі будь-якого атома орієнтовані по *x*, *y*, *z*-вісям координат, кути між ними дорівнюють 90°. Гібридні орбіталі теж мають орієнтацію в просторі. При утворенні хімічних зв'язків гібридні орбіталі стабілізуються.

Довжина зв'язку – це відстань між ядрами атомів, яка виражається в нанометрах (нм).

Чим менше довжина зв'язку, тим міцніше хімічний зв'язок. Мірою міцності зв'язку є його енергія.

Енергія зв'язку – це фізична величина, яка визначається енергією, яку потрібно затратити на розрив зв'язку, або енергією, яка виділяється при утворенні зв'язку.

Вона виражається в кДж/моль. При збільшенні кратності зв'язку енергія її збільшується.

Розрізняють неполярний ковалентний зв'язок і полярний ковалентний зв'язок.

Неполярний ковалентний зв'язок виникає, якщо двохатомна молекула складається з атомів одного елемента. Наприклад, в молекулах H_2 , F_2 , Cl_2 , O_2 , N_2 між атомами ковалентний неполярний зв'язок. Кожна електронна хмара, яка утворюється спільною парою електронів, розташована симетрично ядер обох атомів.

Полярний ковалентний зв'язок утворюється, якщо молекула складається з атомів різних елементів, наприклад, CO_2 , SO_3 і спільна електронна хмара зміщується в сторону одного з атомів.

Для оцінки здатності атома даного елемента відтягувати на себе спільну електронну хмару користуються величиною **відносної електронегативності**. Чим більше електронегативність атома, тим сильніше притягує він спільну електронну пару.

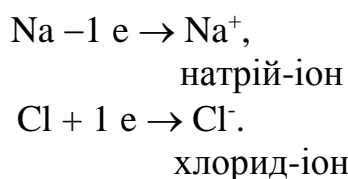
2.16.2. Іонний зв'язок

Хімічні елементи можна розташувати в ряд за зростанням електронегативності:

Rb,	Na,	Mg,	Sb,	Si,	B,	Al,	H,	Te,	P,	C,	Se,
0,89;	0,93;	1,2;	1,8;	1,9;	2,0;	2,1;	2,1;	2,1;	2,2;	2,5;	2,5;
T,	S,	Br,	Cl,	N,	O,	F					
2,6;	2,6;	2,8;	3,0;	3,07;	3,5;	4,0					

При утворенні сполук з елементів, які дуже відрізняються за електронегативністю, спільні електронні пари повністю зміщуються до більш електронегативного атому. В результаті утворюються **іони**.

Наприклад, під час горіння натрію в хлорі неспарений електрон $3s$ – атома натрію паруються з $3p$ -електроном атома хлору. Спільна електронна пара повністю зміщується до атома хлору. В результаті утворюються іони:



Іони – заряджені частинки, в які перетворюються атоми в результаті віддачі або приєднання електронів.

Заряд негативного іона дорівнює числу електронів, які атом приєднав. Заряд позитивного іона дорівнює числу електронів, які атом віддав. Протилежно заряджені іони притягуються один до одного.

Сполуки, які утворюються з іонів, називаються **іонними**.

Іонний зв'язок – це зв'язок між іонами.

Між іонним і ковалентним зв'язком немає різкої межі. *Іонний зв'язок можна розглядати як крайній випадок ковалентного полярного зв'язку.* Іонний зв'язок є ненапрямленим і ненасиченим.

Процес віддачі електронів називається **окисненням**.

Процес приєднання електронів називається **відновленням**.

Метали головних підгруп I і II груп при з'єднанні з неметалами головної підгрупи VII групи утворюють типові іонні сполуки (NaCl , KF , CaCl_2).

2.16.3. Металевий зв'язок

У металів валентні електрони легко відриваються від окремих атомів і стають спільними для всього кристалу. В металі утворюються позитивні іони металу і електронний газ – сукупність об'єднаних електронів. Такий хімічний зв'язок називають металевим.

Металевий зв'язок – хімічний зв'язок в металах між позитивними іонами і об'єднаними електронами.

Металевий зв'язок подібен іонному за утворенням позитивних іонів і з ковалентним за узагальненням валентних електронів. У металі валентні електрони є спільними для всього кристалу, а в сполуках із ковалентним зв'язком спільними є тільки валентні електрони двох сусідніх атомів.

Металевий зв'язок ненасичений і ненапрявлений. Ненасиченість впливає з того, що зв'язок об'єднує дуже велике число атомів і при подальшому їх збільшенні головна його ознака – делокалізація електронів – посилюється. Ненапрявленість металевого зв'язку визначає сферичну симетрію хмар s -електронів: перекривання сфер залежить тільки від відстаней між ними і не залежить від напрямків, по яким вони зближуються. Металевий зв'язок характерний для металів, що знаходяться в твердому і рідкому агрегатному станах.

2.16.4. Водневий зв'язок

Одним із найбільш слабких видів зв'язку є водневий зв'язок. Атом гідрогену, зв'язаний із сильно електронегативним елементом (нітрогеном, киснем, фтором, хлором) може утворювати ще один зв'язок із іншим атомом сильно електронегативного елемента. Наприклад, в молекулі води атоми гідрогену зв'язані з атомами кисню полярним ковалентним зв'язком. Спільні електронні пари зміщуються до атому кисню. Атом гідрогену має позитивний заряд (δ^+), а атом кисню – негативний (δ^-). Позитивно заряджений атом гідрогену однієї молекули води притягується негативно зарядженим атомом кисню іншої молекули води. Між двома молекулами виникає зв'язок, утворений за участю (за допомогою) атома гідрогену (рисунок 16).

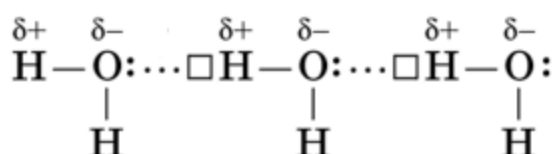


Рисунок 16. Механізм утворення водневого зв'язку

Водневий зв'язок – це зв'язок, який виникає між двома електронегативними атомами за допомогою атома гідрогену.

Водневий зв'язок виникає між молекулами води, між молекулами рідкого амоніаку, рідкого фтороводню, хлороводню, білків. Водневий зв'язок є причиною аномально високих температур кипіння води, амоніаку, спирту і плавлення льоду.

Водневий зв'язок слабкіше іонного і ковалентного зв'язків. Для льоду енергія водневого зв'язку $O \dots H - O$ дорівнює 20 кДж/моль, що складає тільки 4,3 % енергії ковалентного зв'язку $H - O$. Водневий зв'язок відіграє важливу роль у фізіологічних і біологічних процесах живих організмів.

Запам'ятайте конструкції

1. *Що* (Н.в.) характеризується *чим* (О.в.).

Ковалентний зв'язок характеризується кратністю.

2. *Що* (Н.в.) є результатом *чого* (Р.в.).

Ковалентний зв'язок є результатом перекривання електронних хмар атомів.

3. *Що* (Н.в.) розташовується *як*.

Зв'язок розташовується в певному напрямку.

4. *Що* (Н.в.) з'єднується *як*.

Атоми з'єднуються ковалентним зв'язком.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Що таке хімічний зв'язок?
2. Який зв'язок називається ковалентним?
3. Назвіть характеристики ковалентного зв'язку.
4. Який ковалентний зв'язок називається: а) σ -зв'язком; б) π -зв'язком?
5. Який зв'язок називається: а) полярним; б) неполярним?
6. Що таке кратність зв'язку?
7. Що таке довжина зв'язку?
8. Що таке енергія зв'язку?
9. Що таке електронегативність?
10. Який зв'язок називається іонним?
11. Дайте визначення поняттям: а) окиснення; б) відновлення?
12. Який зв'язок називається металевим?
13. Який зв'язок називається водневим?

Завдання 2. Наведіть приклади полярних і неполярних молекул.

Завдання 3. Визначте тип хімічного зв'язку в сполуках:

- а) NO_2 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, HBr , Na ;
- б) N_2 , MgCl_2 , HF , NH_3 ;
- в) CH_4 , CaO , H_2 , NaCl ;
- г) O_2 , CH_4 , KI , NaCl .

Завдання 4. В бік якого елемента зміщуються спільні електронні пари в молекулах наступних сполук: H_2S , PCl_3 , OF_2 , N_2O_5 , HBr , H_2O , P_2O_5 , Na_2O ?



ТЕСТ №6

Тестові завдання з вибором однієї правильної відповіді

1. Визначте ряд елементів, утворений тільки елементами головної підгрупи періодичної системи Д.І. Менделєєва:
 - а) F, Cl, I;
 - б) Si, Ag, S;
 - в) Pb, Ca, Hg;
 - г) C, Ti, Pb.
2. Визначте ряд елементів, утворений тільки елементами побічної підгрупи періодичної системи Д.І. Менделєєва:
 - а) Cr, Mg, Ca;
 - б) P, N, S;
 - в) Cu, Zn, Ag;
 - г) Hg, Ba, Mg;
3. Які значення може приймати головне квантове число n ?
 - а) позитивні значення;
 - б) позитивні цілочисленні значення;
 - в) негативні значення;
 - г) негативні цілочисленні значення.
4. Визначте число підрівнів на третьому енергетичному рівні:
 - а) 1;
 - б) 2;
 - в) 3;
 - г) 4.
5. Вкажіть підрівні на другому енергетичному рівні:
 - а) s, p ;
 - б) s, p, d ;

- в) s, p, d, f ;
г) s .

6. Визначте максимальне число електронів на четвертому енергетичному рівні:

- а) 2;
б) 32;
в) 8;
г) 18.

7. Визначте сполуку з ковалентним неполярним зв'язком:

- а) HCl ;
б) H_2O ;
в) H_2 ;
г) NaCl .

8. Визначте сполуку з ковалентним полярним зв'язком:

- а) N_2 ;
б) Na ;
в) SO_2 ;
г) Cl_2 .

Тестові завдання на встановлення відповідності

9. Встановіть відповідність між елементами та їх положенням у періодичній системі Д.І. Менделєєва:

<i>Елементи</i>	<i>Положення у періодичній системі Д.І. Менделєєва</i>
1 Ca	А 4 період, II група, головна підгрупа
2 Cr	Б 4 період, II група, побічна підгрупа
3 Zn	В 4 період, VI група, побічна підгрупа
4 I	Г 5 період, VII група, побічна підгрупа
	Д 5 період, VII група, головна підгрупа

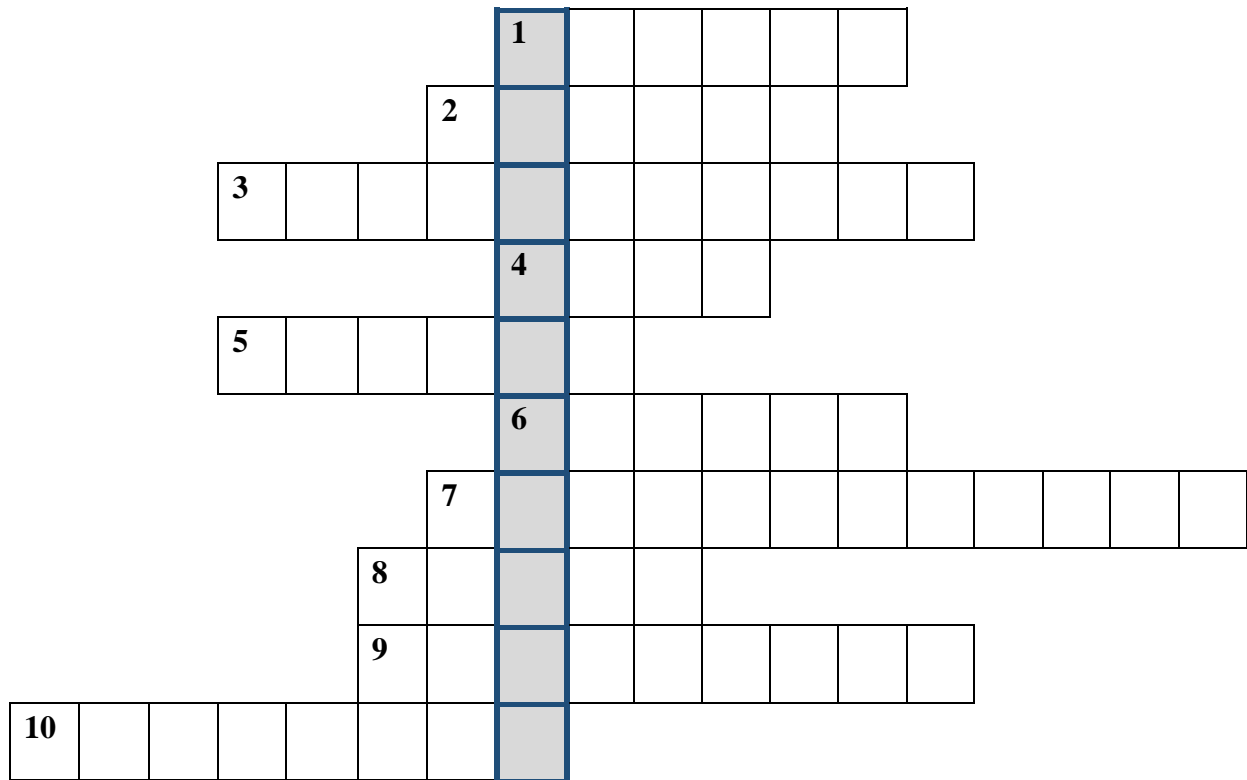
10. Встановіть відповідність між формулою та типом зв'язку в речовині:

<i>Формула речовини</i>	<i>Тип зв'язку</i>
1 NaBr	А ковалентний полярний
2 NO_2	Б ковалентний неполярний
3 K	В іонний
4 N_2	Г металевий
	Д водневий



КРОСВОРД №1

Відгадайте кросворд. Напишіть ключове слово, яке розташовано під номером 1 (по вертикалі) та його визначення.



По горизонталі:

1. Як називається горизонтальний ряд у періодичній системі Д.І. Менделєєва?
2. Назвіть хімічний елемент, атом якого містить 15 електронів.
3. Назвіть тип хімічного зв'язку в молекулі H_2 .
4. Як називається центральна позитивно заряджена частина атома, в якій зосереджена його маса?
5. Скільки квантових чисел характеризують стан електрона в атомі?
6. Назвіть хімічний елемент з зарядом ядра +11.
7. Максимальне число електронів на III енергетичному рівні дорівнює ...
8. Скільки електронів у зовнішньому шарі має атом Неону?
9. Як називається хімічний зв'язок в металах між позитивними іонами і об'єднаними електронами?
10. Як називається простір навколо ядра, в якому знаходження електронів найбільш ймовірно?

Відповідь: Ключове слово –

2.17. Ступінь окиснення

Українською	Англійською	Французькою
Вища	highest	plus haute
Гідрид, -и	hydride	hydride
Виняток	exclusion	exception
Ступінь окиснення	oxidation degree	État d'oxydation
Перемінний	variable	variable
Пероксид, -и	peroxide	peroxyde
Постійний, -а, -е, -і	constant	constant

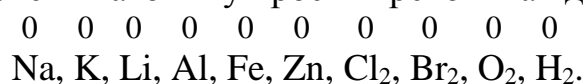
Ступінь окиснення елемента – це умовний заряд атома в молекулі, який виник би на атомі, якщо б спільні електронні пари повністю зміщувались до більш електронегативного атома (тобто атоми перетворювались би в іони).

Ступінь окиснення позначається арабською цифрою (зі знаком + або – перед нею) над символом елемента, наприклад,

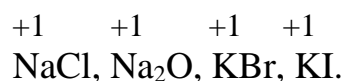


Для визначення ступеня окиснення елемента в сполуці потрібно знати такі **правила**:

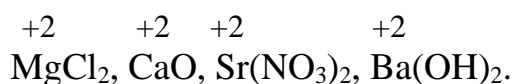
1. Ступінь окиснення атомів у простих речовинах дорівнює нулю:



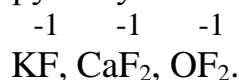
2. Лужні метали (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) в усіх сполуках мають ступінь окиснення +1:



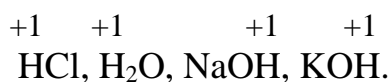
3. Елементи головної підгрупи другої групи (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra) в усіх сполуках мають ступінь окиснення +2:



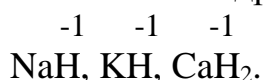
4. Ступінь окиснення Флуору F в усіх його сполуках дорівнює – 1:



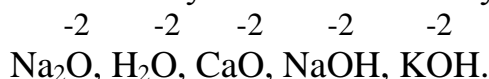
5. Ступінь окиснення Гідрогену в усіх сполуках, крім гідридів металів (NaH, KH, CaH₂ та ін.) дорівнює +1:



В гідридах металів ступінь окиснення Гідрогену дорівнює -1:

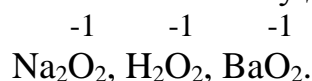


6. Ступінь окиснення Оксигену в більшості сполук дорівнює -2:



У сполуці з Флуором OF₂ Оксиген має ступінь окиснення +2.

В пероксидах ступінь окиснення Оксигену дорівнює -1:



7. Ступінь окиснення одноатомного іона дорівнює його заряду.

Наприклад:



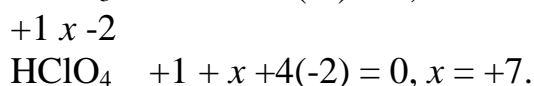
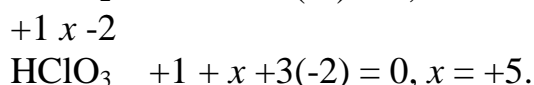
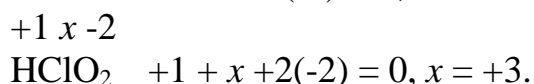
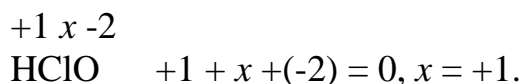
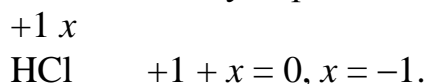
+1 – це ступінь окиснення, а 1+ – це заряд іона.

8. Знаючи ступінь окиснення одних елементів, можна визначати ступінь окиснення інших елементів. Для цього **потрібно пам'ятати:**

Алгебраїчна сума ступеней окиснення усіх атомів у сполуці дорівнює нулю.

Наприклад, визначимо ступені окиснення Хлору в сполуках: HCl, Cl₂, HClO, HClO₂, HClO₃, HClO₄.

В цих сполуках ступінь окиснення Гідрогену дорівнює +1, ступінь окиснення Оксигену дорівнює -2. Визначимо ступінь окиснення Хлору:



9. Багато елементів проявляють змінний ступінь окиснення. Наприклад, Нітроген в нітроген(II) оксиді NO має ступінь окиснення +2, а в нітроген(IV) оксиді NO₂ має ступінь окиснення +4.

10. Вищий ступінь окиснення елемента в сполуках дорівнює номеру групи періодичної системи елементів, в якій знаходиться елемент. Винятками є метали підгрупи Купруму, деякі елементи VIII групи, Оксиген, Флуор.

Наприклад, Сульфур знаходиться в шостій групі, його вищий ступінь окиснення дорівнює +6.

Запам'ятайте конструкції

1. *Що* (Н.в.) позначається *чим* (О.в.).

Ступінь окиснення позначається арабською цифрою (зі знаком + або – перед нею) над символом елемента.

2. *Що* (Н.в.) проявляє *що* (З.в.)

Багато елементів проявляють змінний ступінь окиснення.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Що таке ступінь окиснення елемента?
2. Як позначається ступінь окиснення елемента?
3. Які елементи в усіх сполуках мають ступінь окиснення +1? Наведіть приклади.
4. Які елементи в усіх сполуках мають ступінь окиснення +2? Наведіть приклади.
5. Який елемент має в усіх сполуках ступінь окиснення -1?
6. Який ступінь окиснення має Гідроген у більшості сполук?
7. Як називаються сполуки, в яких Гідроген має ступінь окиснення -1? Наведіть приклади.
8. Який ступінь окиснення має Оксиген у більшості сполук?
9. Як називаються сполуки, в яких Оксиген має ступінь окиснення -1? Наведіть приклади.

Завдання 2. Визначте ступені окиснення елементів у сполуках:

- a) CuO, MnO₂, Fe₂O₃, Cr₂O₃;
- б) HCl, HBr, HI, H₂S;
- в) Al(OH)₃, Zn(OH)₂, Cu(OH)₂, Fe(OH)₃;
- г) Cl₂, HNO₃, H₃PO₄, Na₂SO₄;
- д) Al, H₂, Cr₂O₃, BaCl₂.

2.18. Основні класи неорганічних сполук

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Амфотерний оксид	amphoteric oxide	oxyde amphotère
Безокисигеновий	anoxic	non oxygéné
Гідроксильна група	hydroxyl group	groupe hydroxyle
Заміщати	replace	remplacer
Заміщений	substituted	substitué
Оксид, -и	oxide	oxyde
Основа, -и	base	base
Основний оксид	basic oxide	oxyde basique
Індикатор, -и	indicator (-s)	indicateur
Оксигеновмісний	oxygenated	contenant de l'oxygène
Кислота, -и	acid (-s)	acide
Кислотність	acidity	acidité
Кислотній оксид	acid oxide	oxyde acide
Кислотній залишок	acid residue	résidu acide
Несолеутворюючий	non-salifiable	formage sans sel
Залишок основи	base residue	reste de la base
Пероксид, -и	peroxide (-s)	peroxyde
Реакція нейтралізації	neutralization reaction	réaction de neutralisation
Солеутворюючий	salifiable	formation de sel
Сіль, -і	salt (-s)	sel
Відповідний	appropriate	approprié
Здатний, -а, -е, -і	able	capable
Луг, -и	alkali (-s)	alcaline

Усі неорганічні речовини за складом діляться на прості і складні.

Прості речовини діляться на метали і неметали.

Метали складаються з атомів хімічних елементів металів: Na, K, Li, Mg, Ag та ін.

Неметали складаються з атомів хімічних елементів неметалів: Cl₂, Br₂, S, P, O₂, N₂ та ін.

- кислотні;
- амфотерні.

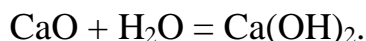
Основні оксиди – це оксиди, гідрати яких є основами.

До **основних оксидів** відносяться тільки оксиди металів:

- лужних (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr);
- лужно-земельних (Mg, Ca, Sr, Ba, Ra);
- лантану La;
- металів у їх нижчих ступенях окиснення (Cu₂O, MnO).

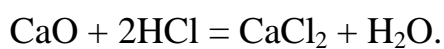
Хімічні властивості основних оксидів:

1. Взаємодіють з водою. В результаті реакції утворюються розчинні у воді основи (луги):



Основні оксиди багатьох інших металів з водою не взаємодіють. Їх одержують іншими способами.

2. Взаємодіють з кислотами:



Кислотні оксиди – це оксиди, гідрати яких є кислотами.

До **кислотних оксидів** відносяться:

- оксиди неметалів (SO₂, SO₃, CO₂ та ін.);
- оксиди металів у вищих ступенях окиснення (CrO₃, Mn₂O₇ та ін.).

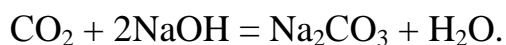
Хімічні властивості кислотних оксидів:

1. Взаємодіють з водою. В результаті реакції утворюються кислоти:

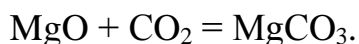


Деякі кислотні оксиди (SiO₂) не взаємодіють з водою.

2. Взаємодіють з основами:



3. Можуть взаємодіяти з основними оксидами:



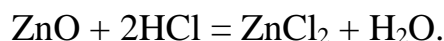
Амфотерні оксиди – це оксиди, які в залежності від умов проявляють властивості основних і кислотних оксидів.

До **амфотерних оксидів** відносяться:

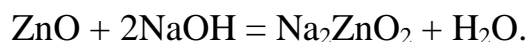
- оксиди ряду металів головних підгруп (BeO, Al₂O₃);
- оксиди металів побічних підгруп (ZnO);
- оксиди металів побічних підгруп у проміжних ступенях окиснення (CuO, MnO₂, Fe₂O₃, Cr₂O₃).

Хімічні властивості амфотерних оксидів:

1. Взаємодіють з кислотами:

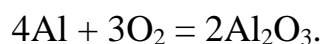


2. Взаємодіють з лугами:

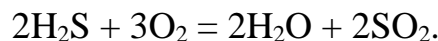


Способи одержання оксидів:

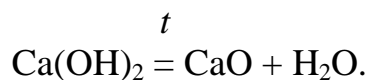
1. Взаємодія простих речовин з киснем:



2. Взаємодія складних речовин з киснем:



3. Розкладання складних речовин:



Запам'ятайте конструкції

1. *Що* (Н.в.) з'єднується з *чим* (О.в.).

Атоми кисню в оксидах з'єднуються з атомами інших елементів.

2. До *чого* (Д.в.) (до якого класу) відносяться *що* (Н.в.).

До основних оксидів відносяться оксиди металів.

3. *Що* (Н.в.) взаємодіє з *чим* (О.в.).

Амфотерні оксиди взаємодіють з кислотами.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Дайте визначення поняття «оксиди».
2. Як утворюють назви оксидів?

3. Дайте визначення понять: «несолеутворюючі оксиди», «солеутворюючі оксиди».

4. Дайте визначення поняття «основні оксиди». Наведіть приклади.

5. Дайте визначення поняття «кислотні оксиди». Наведіть приклади.

6. Дайте визначення поняття «амфотерні оксиди». Наведіть приклади.

Завдання 2. Складіть формули і назви оксидів елементів: Натрію, Калію, Феруму(II), Хрому(III), Карбону(IV).

Завдання 3. Розкажіть про хімічні властивості основних оксидів.

Завдання 4. Розкажіть про хімічні властивості кислотних оксидів.

Завдання 5. Розкажіть про хімічні властивості амфотерних оксидів.

Завдання 6. Напишіть рівняння реакцій між сполуками:

а) кальцій оксид і карбон(IV) оксид;

б) калій оксид і вода;

в) алюміній оксид і хлоридна кислота HCl;

г) цинк оксид і сульфатна кислота H₂SO₄.

Завдання 7. Розкажіть про способи одержання оксидів.

Завдання 8. Скільки грамів натрій сульфату Na₂SO₄ утворюється при взаємодії 10 г натрій оксиду з сульфатною кислотою H₂SO₄?

Схема реакції: Na₂O + H₂SO₄ → Na₂SO₄ + H₂O.

2.18.2. Основи

Група –ОН називається **гідроксильною групою** або **гідроксогрупою**.

Основи – складні речовини, які складаються з атомів металу і однієї або декількох гідроксогруп.

Наприклад, NaOH, KOH, Ca(OH)₂, Cu(OH)₂, Fe(OH)₃.

Назву основи утворюють так: називають елемент називному відмінку і додають слово «гідроксид»: NaOH – натрій гідроксид, Ca(OH)₂ – кальцій гідроксид.

Якщо метал, який утворює гідроксид, має змінний ступінь окиснення, то в дужках після назви елемента римською цифрою вказують ступінь окиснення елемента в даному гідроксиді. Наприклад, Cu(OH)₂ – купрум(II) гідроксид, Fe(OH)₃ – ферум(III) гідроксид.

Основи характеризуються властивістю, яка називається **кислотністю основи**.

Кислотність основи визначається числом гідроксогруп в молекулі основи.

За кислотністю основи ділять на:

- однокислотні основи (LiOH, NaOH, KOH);
- двохкислотні основи (Ca(OH)₂, Mg(OH)₂, Ba(OH)₂);
- трьохкислотні основи (Al(OH)₃, Cr(OH)₃).

Основи, які містять більше, чим одну гідроксогрупу, називаються багатокислотними основами.

Залишок основи – це позитивні іони, які утворюються в результаті відриву від молекули основи однієї або декількох гідроксогруп.

Наприклад:



а) NaOH → Na⁺ (Na⁺ – залишок основи);



б) Zn(OH)₂ → ZnOH⁺ → Zn²⁺ (ZnOH⁺, Zn²⁺ – залишки основи).

За розчинністю у воді основи діляться на дві групи: розчинні у воді (луги) і нерозчинні.

Луги – це основи, які розчиняються у воді.

Наприклад, NaOH, KOH, Ca(OH)₂, Ba(OH)₂.

Лугами є:

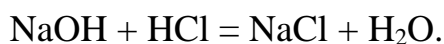
- гідроксиди лужних металів (елементів головної підгрупи I групи);
- гідроксиди лужноземельних металів (елементів головної підгрупи II групи, крім Берилію Be і Магнію Mg).

Хімічні властивості лугів:

1. Змінюють колір кислотно-основних індикаторів.

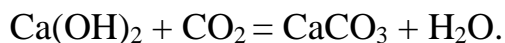
Наприклад, водно-спиртовий розчин фенолфталеїну при додаванні будь-якого лугу стає малиновим.

2. Взаємодіють з кислотами:

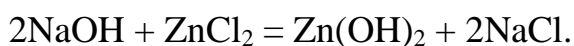


Реакція між основою і кислотою називається *реакцією нейтралізації*.

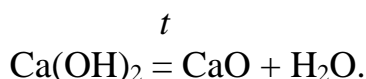
3. Взаємодіють з кислотними оксидами:



4. Взаємодіють з солями:

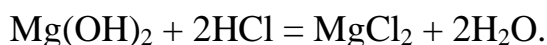


5. Під час нагрівання розкладаються (крім NaOH і KOH):

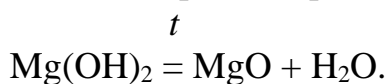


Хімічні властивості нерозчинних основ:

1. Не змінюють колір кислотно-основних індикаторів.
2. Взаємодіють з кислотами:

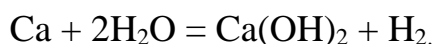
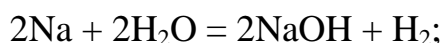


3. Не взаємодіють з кислотними оксидами.
4. Не взаємодіють з солями.
5. Під час нагрівання розкладаються:

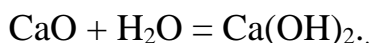
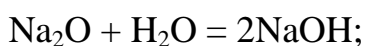


Способи одержання основ:

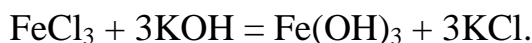
1. Взаємодія лужних і лужноземельних металів з водою:



2. Взаємодія оксидів лужних і лужноземельних металів з водою:



3. Нерозчинні у воді основи одержують під час взаємодії водного розчину солі з лугом:

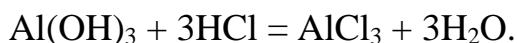


Амфотерні основи – це основи, які реагують і з кислотами, і з лугами.

До амфотерних гідроксидів відносяться: Be(OH)_2 , Al(OH)_3 , Zn(OH)_2 , Cu(OH)_2 , Mn(OH)_2 , Fe(OH)_3 .

Хімічні властивості амфотерних основ:

1. Взаємодіють з кислотами:



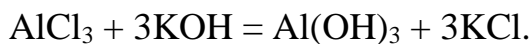
2. Взаємодіють з лугами:



3. Не розчиняються у воді.

Спосіб одержання амфотерних основ:

1. Взаємодія водного розчину солі з лугом:



Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Що таке основи?
2. Як утворюють назви основ?
3. Що таке кислотність основи?
4. Що таке залишок основи?
5. Які основи називаються лугами?
6. Як діють луги на індикатори?
7. Яка реакція називається реакцією нейтралізації?

Завдання 2. Розкажіть про хімічні властивості лугів.

Завдання 3. Розкажіть про хімічні властивості нерозчинних основ.

Завдання 4. Напишіть повні рівняння реакцій між наступними сполуками:

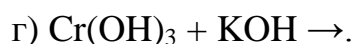
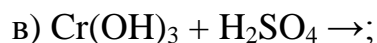
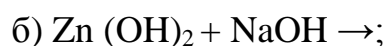
- а) калій гідроксид і сульфатна кислота H_2SO_4 ;
- б) калій гідроксид і ферум(II) хлорид FeCl_2 ;
- в) цинк гідроксид і сульфатна кислота H_2SO_4 ;
- г) натрій гідроксид і карбон(IV)оксид;
- д) натрій гідроксид і магній сульфат MgSO_4 ;
- е) калій гідроксид і цинк хлорид ZnCl_2 .

Завдання 5. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення:

- а) $\text{K} \rightarrow \text{KOH}$;
- б) $\text{Ba} \rightarrow \text{Ba(OH)}_2$;
- в) $\text{BaO} \rightarrow \text{Ba(OH)}_2$;
- г) $\text{Fe(NO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe(OH)}_2$;
- д) $\text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2$.

Завдання 6. Напишіть рівняння наступних реакцій:

- а) $\text{Zn(OH)}_2 + \text{HCl} \rightarrow$;



Завдання 7. Скільки грамів натрій нітрату $NaNO_3$ утворюється при взаємодії 5 г натрій гідроксиду з 12 г нітратної кислоти HNO_3 ?

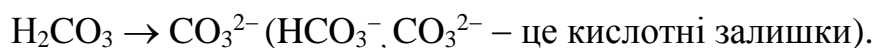
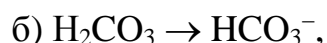
2.18.3. Кислоти

Кислоти – це складні речовини, які складаються з атомів Гідрогену, здатних заміщуватись атомами металів, і кислотного залишку.

Наприклад, HCl , HBr , HI , H_2SO_4 , H_2CO_3 , HNO_3 .

Кислотні залишки – це негативно заряджені йони, які утворюються в результаті відриву від молекули кислоти одного або декількох атомів Гідрогену.

Наприклад:



За вмістом Оксигену кислоти ділять на:

– безоксигенові (HCl , HBr , HI , H_2S , HCN та інші);

– оксигеновмісні (H_2SO_4 , H_2CO_3 , HNO_3 , H_3PO_4 та інші).

Назви безоксигенових кислот утворюють з двох слів. Перше походить від назви елемента, що утворює кислоту з додаванням суфіксу $-i(i)д$. Друге слово – «кислота».

Наприклад, HCl – хлоридна кислота.

Назви оксигеновмісних кислот утворюють з двох слів. Перше походить від назви елемента, що утворює кислоту з додаванням суфіксу $-ат$ або $-іт$. Друге слово – «кислота».

Наприклад, H_2SO_3 – сульфїтна кислота, H_2SO_4 – сульфатна кислота.

Назви найважливіших кислот і їх кислотних залишків наведені в таблиці 8.

Назви найважливіших кислот і їх кислотних залишків

Формула кислоти	Назва кислоти	Формула кислотного залишка	Назва кислотного залишка
<i>Безокисенові кислоти</i>			
HCl	Хлоридна	Cl ⁻	Хлорид
HBr	Бромідна	Br ⁻	Бромід
HI	Йодидна	I ⁻	Йодид
HF	Фторидна	F ⁻	Фторид
HCN	Ціанідна	CN ⁻	Ціанід
H ₂ S	Сульфідна	HS ⁻	Гідрогенсульфід
		S ²⁻	Сульфід
<i>Окисеновмісні кислоти</i>			
HNO ₃	Нітратна	NO ₃ ⁻	Нітрат
HNO ₂	Нітритна	NO ₂ ⁻	Нітрит
H ₂ SO ₄	Сульфатна	SO ₄ ²⁻	Сульфат
H ₂ SO ₃	Сульфітна	HSO ₃ ⁻	Гідрогенсульфіт
		SO ₃ ²⁻	Сульфіт
HMnO ₄	Перманганатна	MnO ₄ ⁻	Перманганат
H ₂ MnO ₄	Манганатна	MnO ₄ ²⁻	Манганат
H ₂ CO ₃	Карбонатна	HCO ₃ ⁻	Гідрогенкарбонат
		CO ₃ ²⁻	Карбонат
H ₂ SiO ₃	Силікатна	HSiO ₃ ⁻	Гідрогенсилікат
		SiO ₃ ²⁻	Силікат
H ₃ PO ₄	Фосфатна	H ₂ PO ₄ ⁻	Дигідрогенфосфат
		HPO ₄ ²⁻	Гідрогенфосфат
		PO ₄ ³⁻	Фосфат
CH ₃ COOH	Етанова	CH ₃ COO ⁻	Етаноат
H ₂ C ₂ O ₄	Етандіова	C ₂ O ₄ ²⁻	Етандіоат

Кислоти характеризуються властивістю, яка називається *основність*.

Основність кислоти – це число атомів Гідрогену в молекулі кислоти, здатних заміщуватись металом, з утворенням солі.

За основністю кислоти ділять на:

- одноосновні кислоти (HCl, HBr, HNO₃, CH₃COOH);
- двоосновні кислоти (H₂S, H₂SO₃, H₂SO₄, H₂CO₃);
- трьохосновні кислоти (H₃PO₄, H₃AsO₄).

За числом атомів Гідрогену, здатних заміщатися на метал, кислоти ділять на одноосновні і багатоосновні.

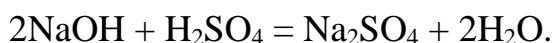
Багатоосновні кислоти – це кислоти, які містять більше одного атома Гідрогена, здатного заміщатися на метал.

Наприклад, H₂S, H₂SO₃, H₂SO₄, H₂CO₃.

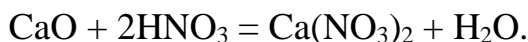
Кислоти можуть бути твердими (фосфатна – H₃PO₄) або рідкими (сульфатна – H₂SO₄, нітратна – HNO₃). Більшість із них добре розчиняються у воді. Кислоти утворюються під час розчинення газів (HCl, HBr, H₂S та ін.) у воді. В молекулах кислот атоми Гідрогену зв'язані з кислотними залишками ковалентним полярним зв'язком.

Хімічні властивості кислот:

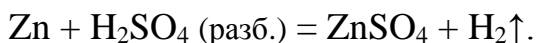
1. Змінюють забарвлення багатьох індикаторів (метилового оранжевого, лакмусу).
2. Взаємодіють з основами:



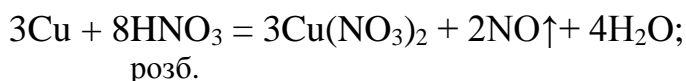
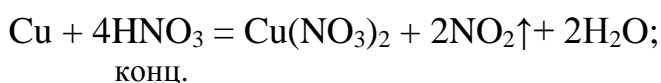
3. Взаємодіють з основними оксидами:



4. Реагують з металами:

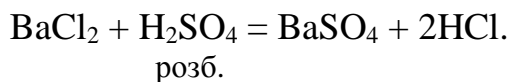


Метали (Cu, Hg, Ag, Au, Pt) не витісняють водень з кислот, а заміщують його з утворенням солі, кислотного оксиду і води:

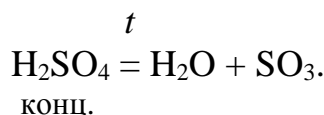




5. Взаємодіють з солями:



6. Під час нагрівання оксигеновмісні кислоти розкладаються на воду і кислотний оксид:

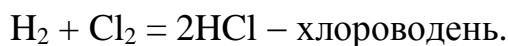


Способи одержання кислот:

1. Взаємодія кислотних оксидів з водою:

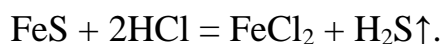


2. Розчинення у воді продуктів з'єднання неметалів з воднем:



Розчини хлороводню у воді утворюють хлоридну кислоту.

3. Взаємодія солей з кислотами:



Запам'ятайте конструкції

1. *Що* (Н.в.) заміщується *чим* (О.в.)

Гідроген кислоти заміщується металом.

2. *Що* (Н.в.) визначає *що* (З.в.)

Число атомів Гідрогену, здатних заміщатися атомами металу, визначає основність кислоти.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Що таке кислоти?

2. Що таке кислотний залишок?

3. Чим визначається основність кислоти?

4. Що таке багатоосновні кислоти? Наведіть приклади.

Завдання 2. Розкажіть про хімічні властивості кислот.

Завдання 3. Розкажіть про способи одержання кислот.

Завдання 4. Напишіть рівняння реакцій хлоридної кислоти з речовинами:

- а) магній;
- б) алюміній оксид;
- в) калій гідроксид;
- г) аргентум нітрат AgNO_3 .

Завдання 5. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна одержати:

- а) карбонатну кислоту;
- б) бромідну кислоту;
- в) фосфатну кислоту.

Завдання 6. Які з наступних металів витісняють Гідроген з розбавленої сульфатної кислоти: Na, K, Ba, Fe, Cu, Al, Ag, Mg, Hg?

Завдання 7. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення:

- а) $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl}$;
- б) $\text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$;
- в) $\text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$;
- г) $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3$.

Завдання 8. Скільки грамів натрій хлориду NaCl утворюється при взаємодії 10 г натрій гідроксиду з 12 г хлоридної кислоти?

2.18.4. Солі

Сіль – це продукт заміщення Гідрогену кислоти металом або гідроксогруп основ кислотними залишками.

Наприклад, NaCl , ZnSO_4 , NaHCO_3 , MgOHCl .

В залежності від складу солі ділять на:

- середні (KCl , Na_2CO_3 , K_3PO_4);
- кислі (NaHCO_3 , KH_2PO_4);
- основні (CuOHCl , $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Cl}$);
- подвійні ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{ClO})\text{Cl}$);
- комплексні ($\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$).

Середня сіль – продукт повного заміщення Гідрогену кислоти металом або гідроксогруп основи кислотним залишком.

Наприклад, $2\text{Na} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\uparrow$. Na_2SO_4 – середня сіль.

Кисла сіль – продукт неповного заміщення Гідрогену багатоосновної кислоти металом:

Наприклад, $2\text{Na} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\uparrow$. Na_2HPO_4 – кисла сіль.

Основна сіль – продукт неповного заміщення гідроксогруп багатокислотної основи кислотними залишками.

Наприклад, $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{HCl} = \text{Mg}(\text{OH})\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$. $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ – основна сіль.

Подвійні солі – продукти хімічних реакцій, в яких атоми Гідрогену в кислоті заміщені атомами різних металів або гідроксогрупи основ заміщені різними кислотними залишками.

Наприклад, $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{HCl} + \text{HClO} = \text{Ca}(\text{ClO})\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$.

$\text{Ca}(\text{ClO})\text{Cl}$ – подвійна сіль.

Подвійні солі існують тільки в твердому стані.

Комплексні солі – продукт, до складу якого входять комплексні іони.

Наприклад, сіль $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – комплексна сіль,

$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ – комплексний іон.

Солі утворені з залишків основ і залишків кислот.

Під час складання формул солей отрібно пам'ятати **правило**:

Абсолютна величина добутку заряду залишка основи на число залишків основи дорівнює абсолютній величині добутку заряду кислотного залишку на число кислотних залишків.

Якщо K – залишок основи, A – кислотний залишок, m – заряд залишку основи; x – число залишків основи; y – число кислотних залишків; n – заряд кислотного залишку, то для сполуки K_x^mA_y^n справедливий вираз:

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

$$+2 \quad -1$$

Наприклад, для сполуки Ba_xCl_y отримуємо вираз $2x=1y$. Значить $x=1$, $y=2$.
Формула сполуки – BaCl_2 .

Назву середньої солі утворюють так: до назви металу в називному відмінку додають латинську назу кислотного залишку в називному відмінку.

Наприклад, Na_2S – натрій сульфід,
 K_2SO_3 – калій сульфит.

Якщо метал, утворюючий сіль, має змінний ступінь окиснення, то після назви металу в дужках римськими цифрами вказують ступінь окиснення металу.

Наприклад, FeCl_2 – ферум(II) хлорид,
 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ – ферум(III) сульфат.

Назву кислій солі утворюють так: до назви металу в називному відмінку додають латинську назву кислотного залишку середньої солі в називному відмінку. Якщо сіль містить один атом Гідрогену до назви кислотного залишку додати префікс «гідроген-», якщо сіль містить два атоми Гідрогену – «дигідроген-».

Наприклад, CaHPO_4 – кальцій гідрогенфосфат;
 KH_2PO_4 – калій дигідрогенфосфат.

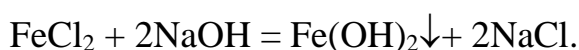
Назву основної солі утворюють так: називають метал у називному відмінку з префіксом «гідроксо-» (якщо сіль містить одну гідроксогрупу) або «дигідроксо-» (якщо сіль містить дві гідроксогрупи), а потім додати латинську назву кислотного залишка у називному відмінку:

Наприклад, MgOHCl – гідроксомагній хлорид;
 $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Cl}$ – дигідроксоферум(III) хлорид.

Солі – тверді кристалічні речовини. Залишки основ і кислот у солях зв'язані між собою, як правило, іонним зв'язком. Солі мають різний колір і характеризуються різною розчинністю у воді.

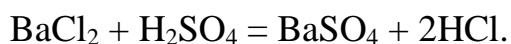
Хімічні властивості солей:

1. Взаємодіють з лугами:

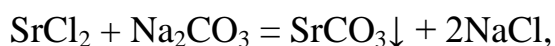


Реакція відбувається тільки в тому випадку, коли один з продуктів реакції випадає в осад.

2. Взаємодіють з кислотами:

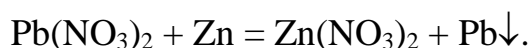


3. Солі можуть взаємодіяти між собою.



Реакції обміну між розчинами солей йдуть до кінця, якщо в результаті реакції утворюється нерозчинна сіль.

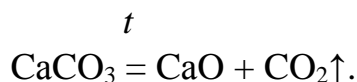
4. Взаємодіють з металами:



Метал може витіснити з розчинів солей тільки ті метали, які стоять у ряді напруг після нього (додаток 3).

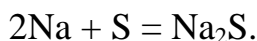
Метали, які реагують з водою за звичайних умов, не використовуються для витіснення металів з розчинів їх солей. Такі метали (Li, Na, K, Ba, Ca та ін.) в ряду напруг металів стоять зліва від магнію.

5. Деякі солі під дією підвищеної температури розкладаються:

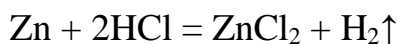


Способи одержання солей:

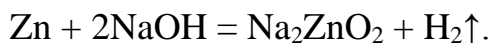
1. Взаємодія металу з неметалом:



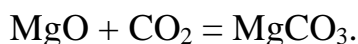
2. Взаємодія металу з кислотами:



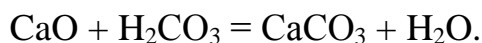
3. Взаємодія амфотерних металів з лугами:



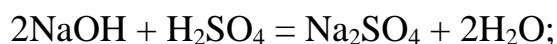
4. Взаємодія основних оксидів з кислотними оксидами:



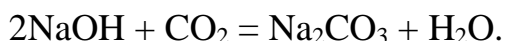
5. Взаємодія основних оксидів з кислотами:



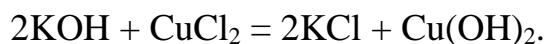
6. Взаємодія основ з кислотами:



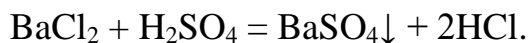
7. Взаємодія основ з кислотними оксидами:



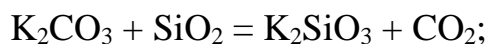
8. Взаємодія основ з солями:



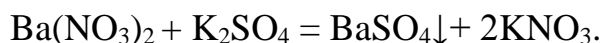
9. Взаємодія солей з кислотами:



10. Взаємодія солей з кислотними оксидами:



11. Взаємодія солей між собою:



Запам'ятайте конструкції

1. *Що* (Н.в.) реагує з *чим* (О.в.).

Солі реагують з кислотами.

2. *Що* (Н.в.) (не)може витіснити з *чого* (Р.в.) *що* (З.в.).

Метал може витіснити з розчинів солей тільки ті метали, які стоять в ряду напруг після нього.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Які сполуки називаються солями? Наведіть приклади солей.

2. Дайте визначення понять: «середня сіль», «основна сіль», «кисла сіль». Наведіть приклади.

3. Дайте визначення понять: «комплексна сіль», «подвійна сіль». Наведіть приклади.

4. Як утворюють назву середньої солі?

5. Як утворюють назву кислої солі?

6. Як утворюють назву основної солі?

Завдання 2. Складіть формули солей із наступних залишків:

а) калій-іон і сульфат-іон;

б) натрій-іон і гідрогенкарбонат-іон;

в) гідроксомагній-іон і нітрат-іон;

г) кальцій-іон і хлорид-іон;

д) натрій-іон і фосфат-іон.

Завдання 3. Дайте назви солям: K_2SO_4 , $Mg(NO_3)_2$, Na_3PO_4 , $CuCl_2$, $BaCO_3$, $Fe(NO_3)_2$, Na_2S , $FeOHCl_2$, K_2HPO_4 , NaH_2PO_4 , $KHCO_3$.

Завдання 4. Напишіть формули наступних солей:

а) ферум(III) сульфат;

б) магній гідрогенфосфат;

в) гідроксоалюміній хлорид.

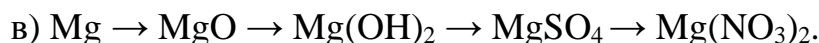
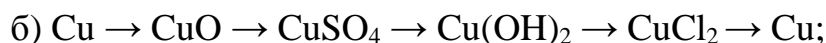
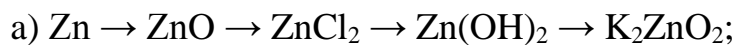
Завдання 5. Складіть рівняння реакцій між наступними речовинами:

а) сульфатна кислота і натрій гідроксид;

б) алюміній хлорид і калій гідроксид;

в) аргентум нітрат і калій сульфат.

Завдання 6. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення:



Завдання 7. При взаємодії сполук яких класів утворюються солі? Напишіть рівняння відповідних реакцій.



ТЕСТ №7

Тестові завдання з вибором однієї правильної відповіді

1. Яка з сполук відноситься до кислот?

а) CO_2 ;

б) Ca(OH)_2 ;

в) HNO_3 ;

г) Na_2O .

2. Яка з сполук відноситься до солей?

а) CO_2 ;

б) CaCl_2 ;

в) HNO_3 ;

г) NaOH .

3. Який ряд речовин складається з безоксигенових кислот?

а) HCl , HBr , HI ;

б) HCl , HNO_3 , H_2SO_4 ;

в) H_3PO_4 , H_2CO_3 , H_2SO_3 ;

г) HF , H_2S , HClO .

4. Вкажіть формулу основного оксиду:

а) NO_2 ;

б) CO ;

- в) Na_2O ;
г) Al_2O_3 .
5. Визначте ряд однокислотних основ:
- а) NaOH , KOH , LiOH ;
б) NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$;
в) $\text{Sr}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$;
г) LiOH , $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$.
6. Визначте ряд, який складається з лугів:
- а) $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$;
б) NaOH , $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cu}(\text{OH})_2$;
в) LiOH , KOH , $\text{Mn}(\text{OH})_2$;
г) NaOH , KOH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$.
7. Охарактеризуйте хімічні властивості алюміній оксиду:
- а) проявляє основні властивості;
б) проявляє амфотерні властивості;
в) проявляє кислотні властивості;
г) хімічно інертний.
8. Визначте метал, який з Оксигеном утворює оксид складу MeO :
- а) Cr ;
б) Al ;
в) Li ;
г) Ca .

Тестові завдання на встановлення правильної послідовності

9. Встановіть сполуки в ряд наступним чином:
основний оксид → основа → сіль → кислотний оксид.
- а) CO_2 ;
б) MgCO_3 ;
в) MgO ;
г) $\text{Mg}(\text{OH})_2$.
10. Встановіть сполуки в ряд наступним чином:
амфотерний оксид → сіль → основа → комплексна сіль.
- а) $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$;

б) $\text{Al}(\text{OH})_3$;

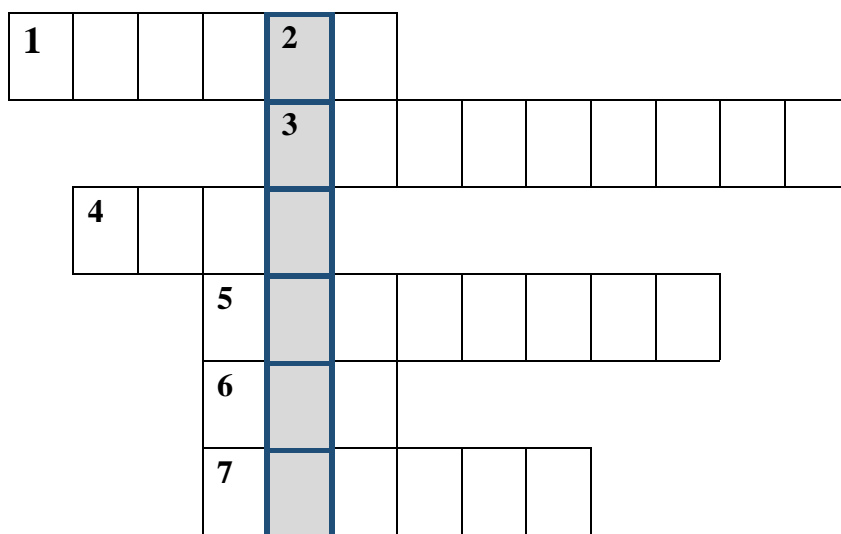
в) AlCl_3 ;

г) Al_2O_3 .



КРОСВОРД №1

Відгадайте кросворд. Напишіть ключове слово, яке розташовано під номером 2 (по вертикалі) і його визначення.



По горизонталі:

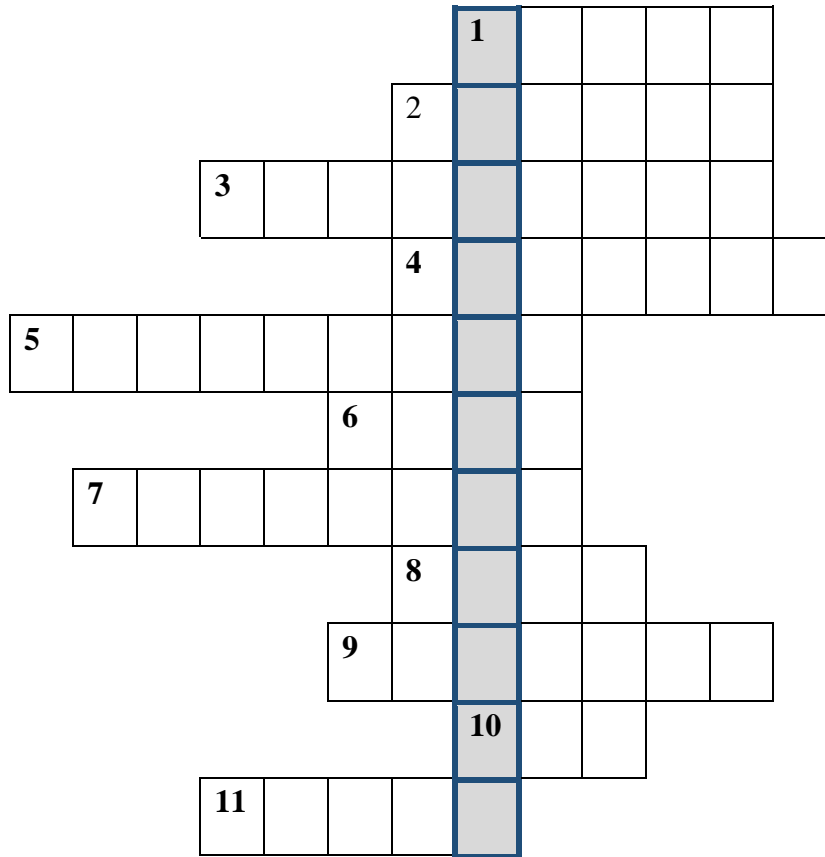
1. Назвіть елемент, атом якого має 6 електронів.
3. Назвіть кислоту, яка складається з двох атомів Гідрогену, одного атома Сульфуру і чотирьох атомів Оксигену.
4. Чому дорівнює валентність Гідрогену?
5. Вкажіть тип солі $\text{KAl}(\text{SO}_4)$.
6. Чому дорівнює кислотність кальцій гідроксиду?
7. Назвіть елемент, відносна атомна маса якого дорівнює 23.

Відповідь: Ключове слово –



КРОСВОРД №2

Відгадайте кросворд. Напишіть ключове слово, яке розташовано під номером 1 (по вертикалі) і його визначення.



По горизонталі:

1. Яке максимальне значення валентності?
2. Назвіть елемент, відносна атомна маса якого дорівнює 24.
3. Який тип зв'язку в молекулі Zn?
4. Елемент знаходиться в другому періоді, другій групі. Це ...
5. Назвіть кислоту, яка складається з двох атомів Гідрогену, одного атома Сульфуру і трьох атомів Оксигену.
6. Одиниці вимірювання об'єму – це ...
7. Вкажіть тип солі MgOHCl.
8. Вкажіть клас, до якого відноситься сполука KBr.
9. Назвіть елемент, атом якого має 8 електронів.
10. Чому дорівнює основність фосфатної кислоти?
11. Чому дорівнює валентність Сульфуру в сполуці SO₃?

Відповідь: Ключове слово –

2.19. Розчини

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Гідратація	hydration	hydratation
Дифузія	diffusion	diffusion
Коефіцієнт, -и розчинності	solubility coefficient (-s)	facteur de solubilité
Крива розчинності	solubility curve	courbe de solubilité
Кристалогідрат, -и	crystalline hydrate (-s)	hydrate cristallin
Малорозчинний	poorly soluble	légèrement soluble
Насичений	saturated	saturé
Ненасичений	unsaturated	insaturé
Нерозчинний	insoluble	insoluble
Оболонка	shell	coquille, shell
Пересичений	oversaturated	sursaturée
Розчин, -и	solution (-s)	solution
Розчинена речовина	permeate, solute	soluté
Розчинність	solubility	solubilité
Розчинний	soluble	soluble
Розчинник, -и	solvent	solvant
Сольватація	solvation	solvation
Сплав, -и	alloy (-s)	alliage

Розчин – це гомогенна система, яка складається з двох або більше компонентів.

В розчині розрізняють *розчинник* і *розчинену речовину*.

Якщо один із компонентів розчину до розчинення – рідина, а інший – газ або тверда речовина, то розчинником звичайно вважають рідину. Якщо обидва компоненти знаходяться в однаковому агрегатному стані, то розчинником вважають компонент, якого в розчині більше.

В залежності від агрегатного стану розчини бувають:

- газоподібні (повітря, суміш газів);
- рідкі (розчини солі, цукру, спирту, нітратної кислоти та ін.);

– тверді (сплави металів).

Розчини мають важливе значення в природі і техніці. Велике практичне значення мають розчини, в яких розчинником є вода. Такі розчини називають *водними*.

Утворення розчинів супроводжується тепловими ефектами. Під час розчинення в воді лугів (NaOH, KOH) або кислот (HCl, HNO₃, H₂SO₄) теплота виділяється. Під час розчинення в воді багатьох солей теплота поглинається.

Сучасна теорія розчинів розглядає процес розчинення як суму процесів:

а) руйнування структури речовини, що розчиняється (руйнування кристалічних ґраток);

б) взаємодія розчинника з частинками розчиненої речовини – *сольватація*;

в) розподіл сольватованих частиць в об'ємі розчинника – *дифузія*.

Сольватація – це процес утворення біля молекул або атомів розчиненої речовини оболонки з молекул розчинника.

Гідратація – це процес утворення біля молекули або атома розчиненої речовини оболонки з молекул води.

Процес руйнування зв'язків речовини, що розчиняється здійснюється з поглинанням тепла (негативний тепловий ефект).

Процес взаємодії розчинника з розчиненою речовиною і утворення хімічних зв'язків йде з виділенням тепла (позитивний тепловий ефект).

Процес дифузії йде з незначним поглинанням теплоти.

В залежності від співвідношення значень цих теплових ефектів процес розчинення речовин може бути **екзотермічним** або **ендотермічним**.

Під час кристалізації з водних розчинів розчинених солей – Na₂SO₄; CuSO₄; FeSO₄; CaSO₄ утворюються кристалогідрати Na₂SO₄·10H₂O; CuSO₄·5H₂O; FeSO₄·7H₂O; CaSO₄·2H₂O.

Кристалогідрати – кристалічні речовини, до складу яких входить певне число молекул води (кристалізаційна вода).

Під час нагрівання кристалогідратів кристалізаційна вода виділяється з них в чистому вигляді, а кристалогідрати змінюють свій склад і забарвлення (колір).

Рівномірне забарвлення розчинів підтверджує рівномірний розподіл атомів, молекул розчиненої речовини в усьому об'ємі за рахунок дифузії.

Процес розчинення – фізико-хімічний процес.

2.19.1. Розчинність

Речовини мають різну *розчинність*.

Розчинність – здатність речовини розчинятися у воді або іншому розчиннику.

В залежності від розчинності речовини ділять на три групи: *розчинні* (р); *малорозчинні* (м); *нерозчинні* (н) (додаток 4).

Кількісно розчинність виражають *коефіцієнтом розчинності*.

Коефіцієнт розчинності (розчинність) – це максимальне число грамів речовини, яке може за даної температури розчинитися в 100 грамах розчинника.

Наприклад, в 100 г води за температури 20°C розчиняється 36 г повареної солі NaCl.

Розчини бувають *насичені*, *ненасичені* і *пересичені*.

Насичений розчин – це розчин, в якому речовина за даних умов більше не розчиняється.

Ненасичений розчин – це розчин, в якому речовина за даних умов ще може розчинитися.

Розчинність залежить від *природи речовини*. Наприклад, цукор розчиняється в воді, а залізо – ні.

Розчинність залежить від *природи розчинника*. Наприклад, йод не розчиняється в воді, але розчиняється в етиловому спирті.

Розчинність залежить від *температури*. Наприклад, при підвищенні температури розчинність більшості рідин і твердих речовин збільшується, а газів – зменшується.

Розчинність залежить від *тиску*. При підвищенні тиску розчинність газів збільшується, а при пониженні – зменшується. Розчинність твердих і рідких речовин від тиску практично не залежить.

Отже, розчинність залежить від таких факторів:

- природи речовини, що розчиняють;
- природи розчинника;
- температури;
- тиску (для газів).

Залежність розчинності речовини від температури часто виражають у вигляді графіка. Цей графік називається *кривою розчинності* (рис. 18, 19).

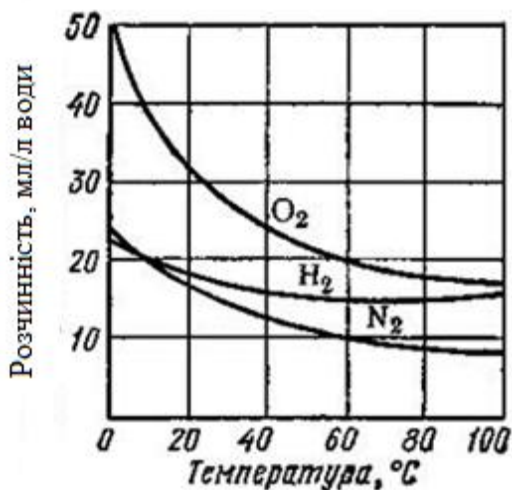


Рис. 18 – Криві розчинності газів

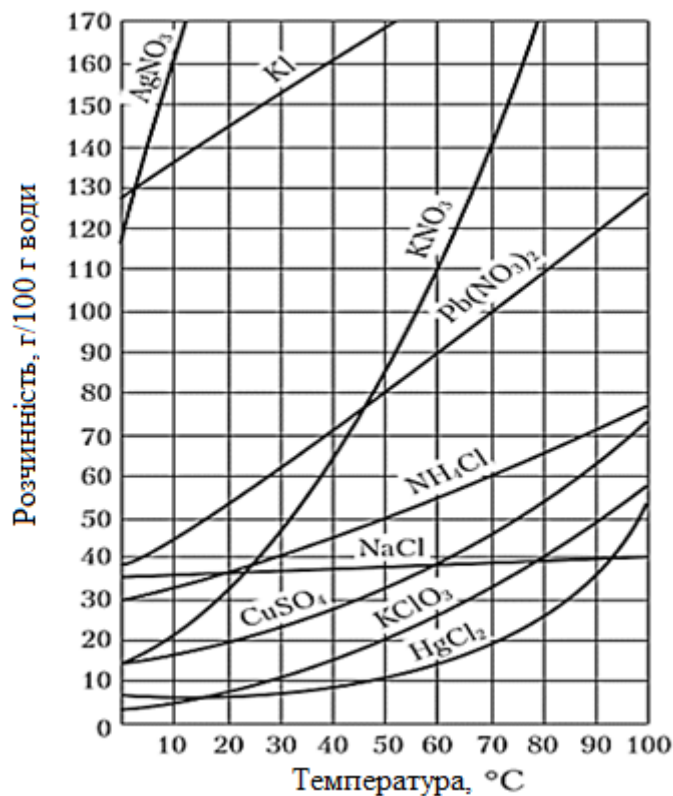


Рис. 19 – Криві розчинності твердих речовин

Запам'ятайте конструкції

1. *Що* (З.в.) вважають *чим* (О.в.).
Рідину звичайно вважають розчинником.
2. В залежності від *чого* (Р.в.) = за *чим* (О.в.).
В залежності від розчинності (за розчинністю) речовини ділять на розчинні, малорозчинні і нерозчинні.
3. *Що* (З.в.) виражається *чим* (О.в.).
Розчинність виражається коефіцієнтом розчинності.
4. *Що* (З.в.) виражають у вигляді *чого* (Р.в.).
Залежність розчинності від температури виражають у вигляді графіка.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Що таке розчини?
2. Дайте визначення поняттям: «сольватація», «гідратація», «кристалогідрат».
3. Що таке кристалізаційна вода?
4. Що таке розчинність? Від яких факторів вона залежить?

5. Який розчин називається: а) насиченим; б) ненасиченим?

Завдання 2. Скільки грамів амоній хлориду може розчиниться в 300 г води за температури 70°C?

Завдання 3. Який одержують розчин (насичений або ненасичений) під час розчинення 40 г натрій хлориду в 200 г води за температури 20°C?

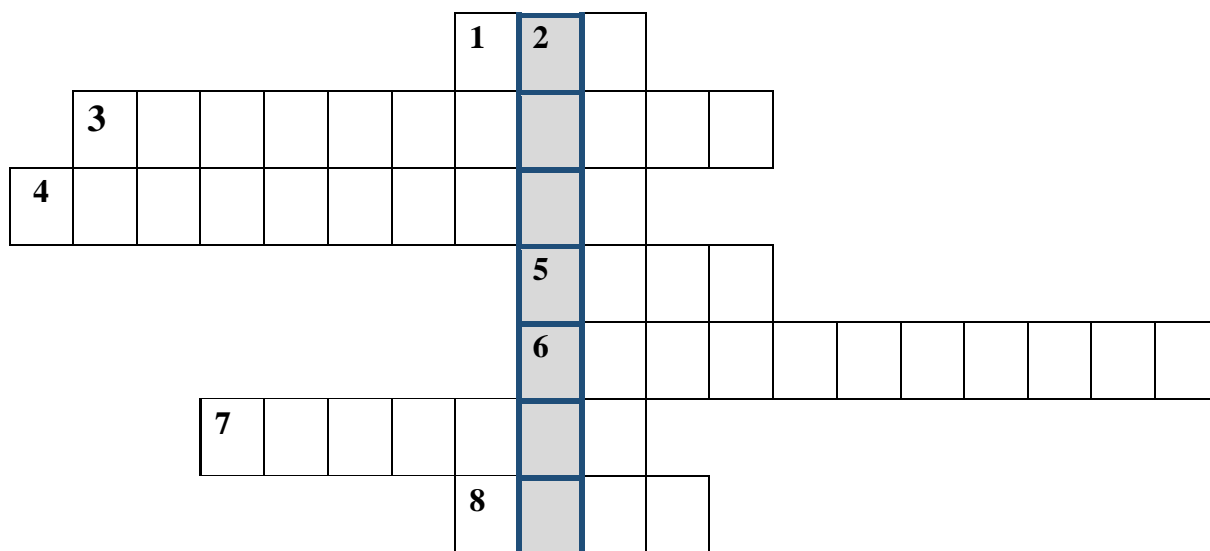
Завдання 4. Скільки грамів купрум(II) сульфату міститься в 175 г мідного купоросу $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$?

Завдання 5. Обчисліть відсотковий вміст кристалізаційної води в $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.



КРОСВОРД №1

Відгадайте кросворд. Напишіть ключове слово, яке розташовано під номером 2 (по вертикалі) і його визначення.



По горизонталі:

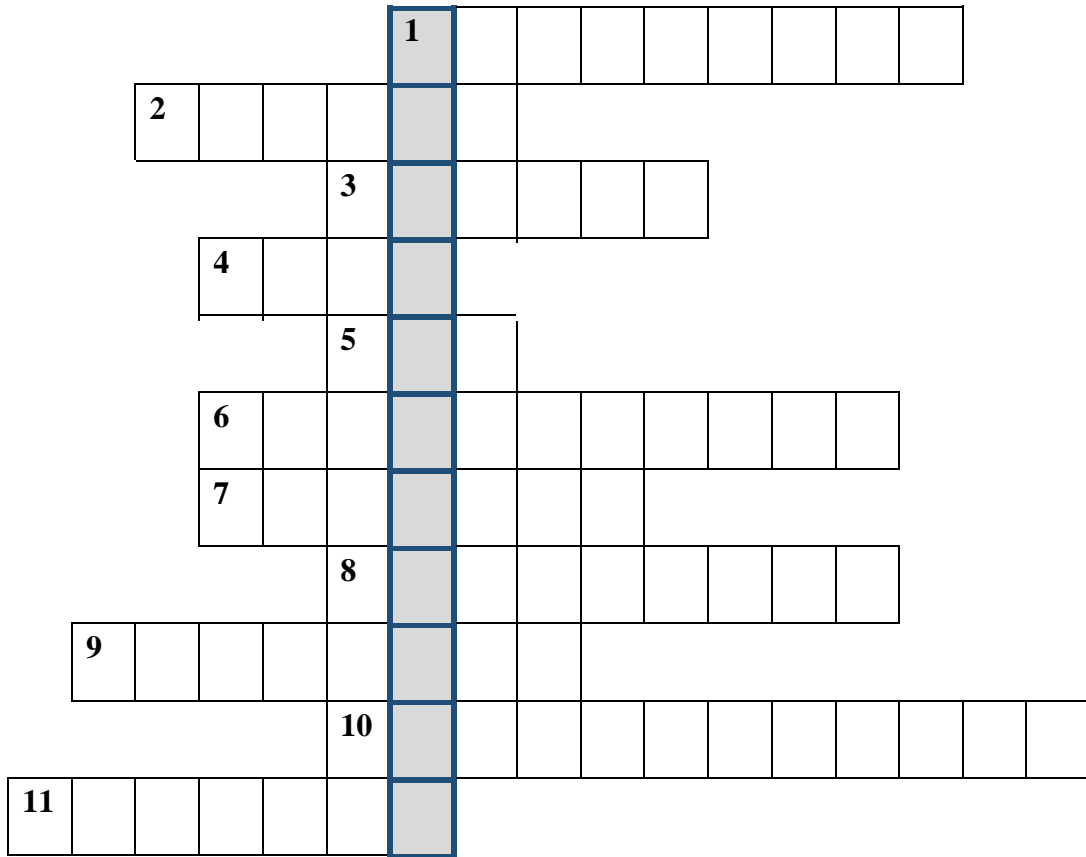
1. Чому дорівнює валентність Фосфору в сполуці PH_3 ?
3. Як називається розчин, в якому речовина за даних умов ще може розчинитись?
4. Чому дорівнює відносна атомна маса Карбону?
5. Мінімальне значення валентності – ...
6. Як називається здатність речовини розчинятись в воді або іншому розчиннику?
7. Скільки атомів Оксигену міститься в алюміній нітраті $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$?
8. Які речовини підпорядковуються закону Авогадро?

Відповідь: Ключове слово –



КРОСВОРД №2

Відгадайте кросворд. Напишіть ключове слово, яке розташовано під номером 1 (по вертикалі) і його визначення.



По горизонталі:

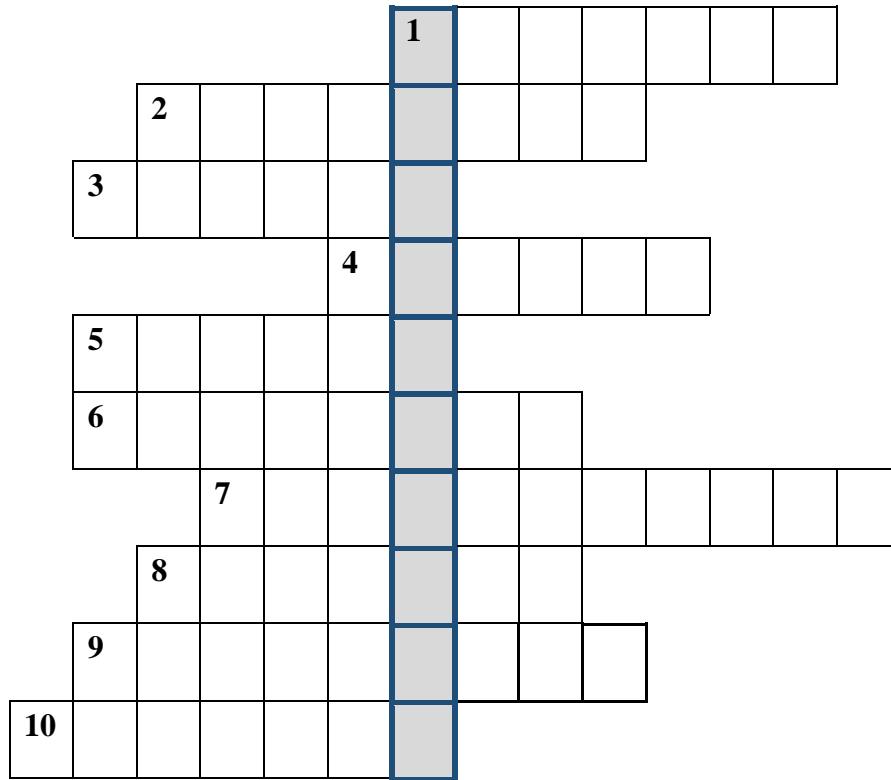
1. Як називається кислота, формула якої H_2SO_4 ?
2. Як називається горизонтальний ряд в періодичній системі Д.І. Менделєєва?
3. Як називається кислотний залишок хлоридної кислоти?
4. До якого класу відноситься речовина KCl ?
5. Валентність Оксигену дорівнює ...
6. Вкажіть тип хімічного зв'язку в молекулі NO_2 .
7. Як називається електронейтральна частинка з масою, близькою до маси протону?
8. Вкажіть тип хімічної реакції: $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$.
9. Назвіть елемент № 38.
10. Як називається група $-\text{OH}$?
11. До якого типу відноситься сіль NaCl ?

Відповідь: Ключове слово –



КРОСВОРД №3

Відгадайте кросворд. Напишіть ключове слово, яке розташовано під номером 1 (по вертикалі) і його визначення.



По горизонталі:

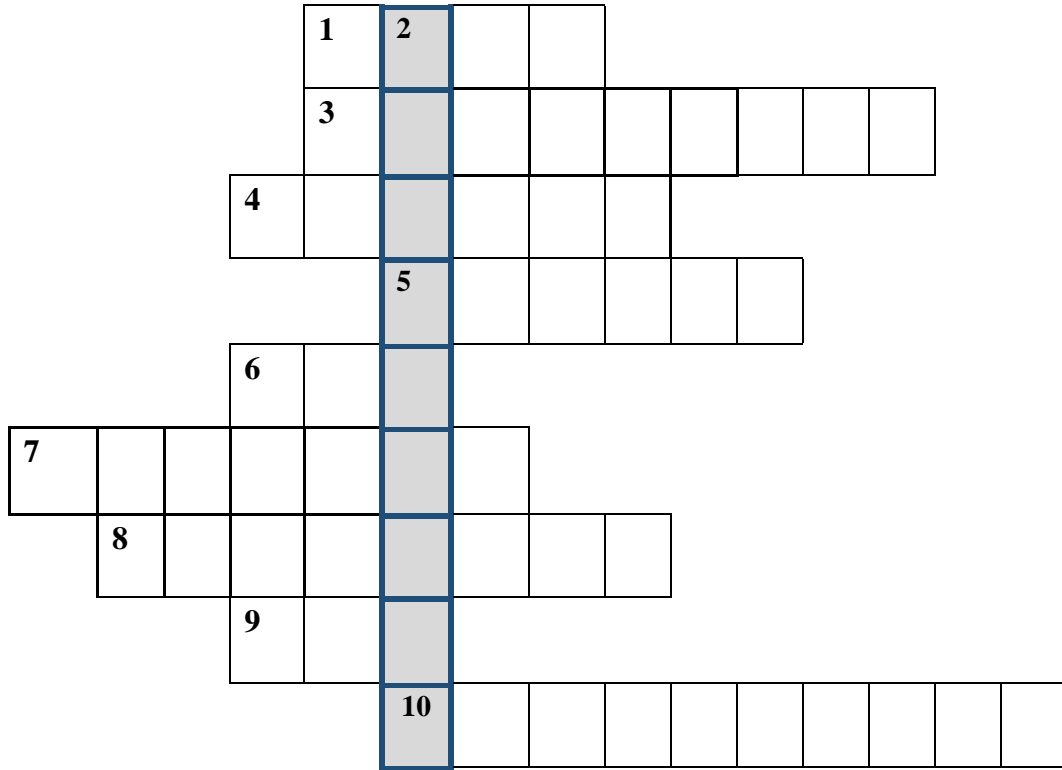
1. Як називається підгрупа періодичної системи Д.І. Менделєєва, в яку входять елементи малих і великих періодів?
2. Вкажіть елемент, який має постійну валентність три.
3. Як називається кислотний залишок бромідної кислоти?
4. Як називається частинка з зарядом +1 і масою 1 *а.о.м.*?
5. Вкажіть клас речовини NaOH.
6. Назвіть кислоту, формула якої HNO_3 .
7. Вкажіть тип хімічного зв'язку в молекулі H_2 .
8. Назвіть елемент № 20.
9. Назвіть кислоту, формула якої H_2SO_3 .
10. Як називається процес розподілу сольватованих частинок в об'ємі розчинника?

Відповідь: Ключове слово –



КРОСВОРД №4

Відгадайте кросворд. Напишіть ключове слово, яке розташовано під номером 2 (по вертикалі) і його визначення.



По горизонталі:

1. Як називається елемент № 35?
3. Хто відкрив закон збереження маси речовин?
4. Як називається гомогенна система, яка складається з двох або більше компонентів?
5. Скільки атомів Оксигену міститься в сульфатній кислоті?
6. Яку валентність має алюміній?
7. Як називається речовина, яка вступає в реакцію?
8. Як читається символ Ag?
9. Чому дорівнює валентність Феруму в сполуці Fe₂O₃?
10. В яких одиницях виражають тепловий ефект реакції?

Відповідь: Ключове слово –

2.19.2. Способи вираження складу розчину

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Безрозмірний	dimensionless	sans dimension
Конічна лійка	conical funnel	arrosoir conique
Дистильований	distilled	distillé
Концентрований	concentrated	concentré
Масова частка	mass fraction	la fraction massique
Мірна колба	volumetric flask	fiolle jaugée
Молярна концентрація	molar concentration	concentration molaire
Промивалка	wash bottle	machine à laver
Відсоток	percent	pour cent
Розбавлений	diluted	dilué avec
Скляна паличка	glass rod	baguette de verre
Хімічний стакан	beaker	coupelle chimique
Циліндр	cylinder	cylindre

Склад розчину можна виразити якісно і кількісно. Для якісної характеристики складу розчину використовують терміни *концентрований розчин* і *розбавлений розчин*.

Концентрований розчин – це розчин, в якому міститься багато розчиненої речовини.

Розбавлений розчин – це розчин, в якому міститься мало розчиненої речовини.

Існують різні способи вираження кількісного складу розчину. Кількісний склад розчину виражають за допомогою спеціальних величин: безрозмірних (наприклад, масова частка розчиненої речовини) і розмірних (наприклад, молярна концентрація).

Контрольні питання

1. Як можна виразити склад розчину?
2. Які терміни використовують для якісної характеристики складу розчину?
3. Що таке концентрований розчин?
4. Що таке розбавлений розчин?
5. За допомогою яких величин виражають кількісний склад розчину?

2.19.3. Масова частка розчиненої речовини

Масова частка розчиненої речовини (W) – це відношення маси розчиненої речовини до маси розчину.

Масова частка розчиненої речовини розраховується за формулою:

$$W(\text{реч.}) = \frac{m(\text{реч.})}{m(\text{р-ну})}, \quad (2.18)$$

де $m(\text{реч.})$ – маса розчиненої речовини, г; $m(\text{р-ну})$ – маса розчину, г.

Масова частка виражається в долях одиниці або у відсотках.

Вираження вмісту розчиненої речовини у відсотках широко використовується в медицині і техніці. Наприклад, в медицині застосовується розчин йоду з масовою часткою йоду I_2 0,05 або 5%. Це значить, що в 100 г розчину міститься 5 г йоду. Такий розчин називають п'ятивідсотковим.

Для приготування розчинів використовують хімічний посуд, який наведено на рисунку 20.



а



б



в

Рис. 20 – Хімічний посуд: а) хімічні стакани; б) циліндр; в) скляні палички

Розчин можна приготувати в хімічному стакані. Можуть бути використані хімічні стакани на 50; 100; 250; 500 мл. Для приготування водного розчину в стакан вносять потрібну кількість речовини (сухої або рідкої), і циліндром додають потрібний об'єм дистильованої води. Для повного розчинення вміст стакану перемішують скляною паличкою.

Приклади розв'язання задач

Приклад 1. В 500 г розчину міститься 15 г калій хлориду. Визначити масову частку солі.

Дано:

$$m(\text{р-ну}) = 500 \text{ г}$$

$$m(\text{KCl}) = 15 \text{ г}$$

$$W(\text{KCl}) = ?$$

Розв'язання:

1) Запишемо формулу для розрахунку масової частки розчиненої речовини:

$$W(\text{реч.}) = \frac{m(\text{реч.})}{m(\text{р-ну})}, \quad W(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{m(\text{р-ну})}.$$

2) Розрахуємо масову частку калій хлориду:

$$W(\text{KCl}) = \frac{15}{500} = 0,03 \text{ або } 3\%.$$

Відповідь: $W(\text{KCl}) = 3\%$.

Приклад 2. 50 г натрій хлориду розчинили в 200 г води. Визначити масову частку солі.

Дано:

$$m(\text{NaCl}) = 50 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ г}$$

$$W(\text{NaCl}) = ?$$

Розв'язання:

1) Запишемо формулу для розрахунку масової частки натрій хлориду:

$$W(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{р-ну})} \text{ або } W(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{NaCl}) + m(\text{H}_2\text{O})}.$$

2) Обчислимо масову частку натрій хлориду:

$$W(\text{NaCl}) = \frac{50}{50 + 200} = 0,2 \text{ або } 20\%.$$

Відповідь: $W(\text{NaCl}) = 20\%$.

Приклад 3. До 300 г розчину натрій гідроксиду з масовою часткою NaOH 10% додали 125 г води. Знайти масову частку розчиненої речовини в новому розчині.

Дано:

$$m_1(\text{р-ну}) = 300 \text{ г}$$

$$W_1(\text{NaOH}) = 10\%$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 125 \text{ г}$$

$$W_2(\text{NaOH}) = ?$$

Розв'язання:

1) Запишемо формулу для розрахунку масової частки натрій гідроксиду в новому (другому) розчині:

$$W_2(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m_2(\text{р-ну})} \text{ або}$$

$$W_2(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m_1(\text{р - ну}) + m(\text{H}_2\text{O})}.$$

2) Знайдемо масу натрій гідроксиду в розчині з масовою часткою речовини 10%:

$$W_1(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m_1(\text{р - ну})} \cdot 100\%,$$

$$m(\text{NaOH}) = \frac{W_1(\text{NaOH}) \cdot m_1(\text{р - ну})}{100},$$

$$m(\text{NaOH}) = \frac{10 \cdot 300}{100} = 30 \text{ г.}$$

3) Обчислимо масову частку NaOH в новому розчині:

$$W_2(\text{NaOH}) = \frac{30}{300 + 125} = 0,07 \text{ або } 7\%.$$

Відповідь: $W(\text{NaOH}) = 7\%$.

Приклад 4. Скільки грамів калій гідроксиду міститься в 450 мл розчину з масовою часткою розчиненої речовини 0,2 (20%)? Густина розчину 1,19 г/мл.

Дано:

$$V(\text{р-ну}) = 450 \text{ мл}$$

$$W(\text{KOH}) = 20\%$$

$$\rho(\text{р-ну}) = 1,19 \text{ г/мл}$$

$$m(\text{KOH}) = ?$$

Розв'язання:

1) Знайдемо масу розчину за формулою:

$$m(\text{р - ну}) = V(\text{р - ну}) \cdot \rho(\text{р - ну}),$$

$$m(\text{р - ну}) = 450 \cdot 1,19 = 535,5 \text{ г.}$$

2) Масу калій гідроксиду обчислимо з формули:

$$W(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{m_1(\text{р - ну})} \cdot 100\%, \quad m(\text{KOH}) = \frac{W(\text{KOH}) \cdot m(\text{р - ну})}{100},$$

$$m(\text{KOH}) = \frac{20 \cdot 535,5}{100} = 107,1 \text{ г.}$$

Відповідь: $m(\text{KOH}) = 107,1 \text{ г.}$

Контрольні питання

1. Що таке масова частка розчиненої речовини?
2. Яким символом позначається масова частка розчиненої речовини?
3. В яких одиницях вимірюється масова частка розчиненої речовини?
4. Який хімічний посуд використовують для приготування розчину з певною масовою часткою розчиненої речовини?

Задачі для самостійної роботи

1. 40 г алюміній хлориду розчинили в 160 г води. Обчисліть масову частку розчиненої речовини в одержаному розчині.
2. В 220 г води розчинили 50 г кальцій йодиду. Обчисліть масову частку розчиненої речовини в одержаному розчині.
3. В 128 мл води розчинили 32 г манган(II) хлориду. Обчисліть масову частку манган(II) хлориду в розчині.
4. 25 г натрій броміду розчинили в 150 мл води. Обчисліть масову частку натрій броміду в розчині.
5. В 420 г розчину натрій нітрату міститься 120 г розчиненої речовини. Визначте масову частку натрій нітрату в цьому розчині.
6. В розчині кальцій броміду масою 1,5 кг міститься 0,5 кг розчиненої речовини. Визначте масову частку кальцій броміду в цьому розчині.
7. Скільки грамів магній сульфату міститься в 340 г розчину з масовою часткою розчиненої речовини 0,15 (15%)?
8. Скільки грамів ферум(II) хлориду міститься в 0,5 кг розчину з масовою часткою розчиненої речовини 0,22 (22%)?
9. Скільки грамів ферум(II) сульфату міститься в 250 мл розчину з масовою часткою розчиненої речовини 0,1 (10%)? Густина розчину 1,10 г/мл.
10. Скільки грамів аргентум нітрату міститься в 0,7 л розчину з масовою часткою розчиненої речовини 0,06 (6%)? Густина розчину 1,05 г/мл.
11. Скільки грамів калій карбонату міститься в 180 мл розчину з масовою часткою розчиненої речовини 0,4 (40%) і густиною розчину 1,41 г/мл?
12. Скільки грамів йоду I_2 і спирту потрібно взяти, щоб приготувати 200 г розчину с масовою часткою йоду 0,05 (5%)?
13. Скільки грамів натрій гідроксиду і води потрібно взяти, щоб приготувати 1 л розчину з масовою часткою розчиненої речовини 0,26 (26%)? Густина розчину 1,28 г/мл.
14. Скільки грамів натрій броміду і води потрібно взяти, щоб приготувати 0,6 л розчину з масовою часткою розчиненої речовини 0,08 (8%)? Густина розчину 1,06 г/мл.
15. Змішали 630 г розчину натрій фосфату з масовою часткою Na_3PO_4 0,05 (5%) і 170 г води. Обчисліть масову частку розчиненої речовини в новому розчині.
16. Змішали 345 г розчину натрій сульфату з масовою часткою Na_2SO_4 0,16 (16%) і 155 г води. Обчисліть масову частку розчиненої речовини в новому розчині.
17. К 150 мл розчину натрій нітрату з масовою часткою $NaNO_3$ 0,07 (7%) і густиною 1,05 г/мл додали 250 мл води. Обчисліть масову частку натрій нітрату в одержаному розчині.
18. Визначте масову частку сульфатної кислоти, якщо до 0,5 л води додали 160 мл розчину H_2SO_4 з масовою часткою H_2SO_4 0,55 (55%) і густиною 1,45 г/мл.

19. Скільки води потрібно додати до 400 мл розчину нітратної кислоти з масовою часткою 0,34 (34%) і густиною 1,21 г/мл, щоб одержати розчин з масовою часткою HNO_3 12%.

20. Скільки води потрібно додати до 0,8 л розчину хлоридної кислоти з масовою часткою 0,15 (15%) і густиною 1,07 г/мл, щоб одержати розчин з масовою часткою HCl 4%.

2.19.4. Молярна концентрація речовини

Склад розчину виражають за допомогою концентрації речовини в розчині. У лабораторній практиці часто використовують молярну концентрацію.

Молярна концентрація речовини (C) – це фізична величина, яка дорівнює відношенню кількості розчиненої речовини до об'єму розчину.

$$C = \frac{\nu}{V}, \quad (2.19)$$

де ν – кількість розчиненої речовини, моль; V – об'єм розчину, л.

$$\nu = \frac{m}{M}.$$

Значить формулу для розрахунку молярної концентрації можна записати у вигляді:

$$C = \frac{m}{M \cdot V}, \quad (2.20)$$

де m – маса розчиненої речовини, г; M – молярна маса розчиненої речовини, г/моль; V – об'єм розчину, л.

Звідси масу речовини, яку потрібно взяти для приготування розчину певної концентрації, можна розрахувати за формулою:

$$m = C \cdot M \cdot V.$$

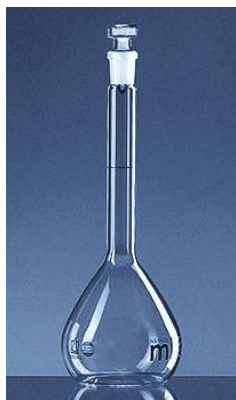
В системі СІ одиниця вимірювання молярної концентрації – моль на літр (моль/л) або моль на кубічний метр (моль/м³).

На практиці частіше застосовують одиниці вимірювання – моль/л.

Розчин об'ємом 1 л, який містить 1 моль розчиненої речовини, називають *одномолярним* або *молярним*.

Розчини, які містять 0,1 моль; 0,01 моль; 0,001 моль, називають відповідно *децимолярними, сантімолярними, мілімолярними*.

Для приготування розчинів використовують хімічний посуд, який наведено на рисунку 21.



а



б



в

Рис. 21 – Хімічний посуд: а) мірна колба; б) конічна лійка; в) промивалка

Розчин готують в мірній колбі. Найчастіше використовують колбу на 1000 мл. Можуть бути використані колби на 25; 50; 100; 200; 250; 500 мл. Для приготування водного розчину в колбу вносять потрібну кількість речовини (сухої або рідкої), наливають дистильовану воду через конічну лійку нижче позначки на горлі колби, а потім доводять водою з промивалки до позначки. При цьому колбу тримають так, щоб позначка була на рівні очей.

Приклади розв'язання задач

Приклад 1. В розчині натрій гідроксиду об'ємом 250 мл міститься 5 г NaOH. Визначити молярну концентрацію натрій гідроксиду в цьому розчині.

Дано:

$$V(\text{р-ну}) = 250 \text{ мл}$$

$$m(\text{NaOH}) = 5 \text{ г}$$

$$C(\text{NaOH}) = ?$$

Розв'язання:

1) Запишемо формулу для розрахунку молярної концентрації розчиненої речовини:

$$C(\text{NaOH}) = \frac{v(\text{NaOH})}{V(\text{р-ну})}$$

2) Обчислимо кількість речовини натрій гідроксиду:

$$v(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})}$$

Знайдемо молярну масу натрій гідроксиду:

$$Mr(\text{NaOH}) = Ar(\text{Na}) + Ar(\text{O}) + Ar(\text{H}) =$$

$$= 23 + 16 + 1 = 40$$

$$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль.}$$

$$\text{Тоді } \nu(\text{NaOH}) = \frac{5}{40} = 0,125 \text{ моль.}$$

3) Обчислимо молярну концентрацію натрій гідроксиду в розчині:

$$C(\text{NaOH}) = \frac{0,125}{0,25} = 0,5 \text{ моль/л.}$$

Відповідь: $C(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ моль/л.}$

Приклад 2. Скільки грамів натрій хлориду потрібно взяти для приготування 500 мл розчину з молярною концентрацією NaCl 0,4 моль/л?

Дано:

$$V(\text{р-ну}) = 500 \text{ мл}$$

$$C(\text{NaCl}) = 0,4 \text{ моль/л}$$

$$m(\text{NaCl}) - ?$$

Розв'язання:

1) Запишемо формулу для розрахунку молярної концентрації розчиненої речовини:

$$C(\text{NaCl}) = \frac{\nu(\text{NaCl})}{V(\text{р-ну})}$$

2) Запишемо вираз для кількості речовини:

$$\nu(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})}$$

Підставивши цей вираз в формулу

для молярної концентрації отримаємо:

$$C(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl}) \cdot V(\text{р-ну})}$$

$$\text{Звідси } m(\text{NaCl}) = C(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl}) \cdot V(\text{р-ну})$$

3) Знайдемо молярну масу натрій хлориду:

$$Mr(\text{NaCl}) = Ar(\text{Na}) + Ar(\text{Cl}) = 23 + 35,5 = 58,5$$

$$M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ г/моль.}$$

4) Підставимо значення величин в формулу для маси:

$$m(\text{NaCl}) = 0,4 \cdot 58,5 \cdot 0,5 = 11,7 \text{ г.}$$

Відповідь: $m(\text{NaCl}) = 11,7 \text{ г.}$

Приклад 3. У воді масою 180 г розчинили 20 г калій броміду. Одержали розчин густиною 1,07 г/мл. Визначити молярну концентрацію калій броміду в цьому розчині.

Дано:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 180 \text{ г}$$

$$m(\text{KBr}) = 20 \text{ г}$$

$$\rho(\text{KBr}) = 1,07 \text{ г/мл}$$

$$C(\text{KBr}) = ?$$

Розв'язання:

1) Молярну концентрацію калій броміду знайдемо за формулою:

$$C(\text{KBr}) = \frac{\nu(\text{KBr})}{V(\text{р - ну})}$$

2) Обчислимо кількість речовини калій броміду:

$$\nu(\text{KBr}) = \frac{m(\text{KBr})}{M(\text{Br})}$$

Знайдемо молярну масу калій броміду:

$$Mr(\text{KBr}) = Ar(\text{K}) + Ar(\text{Br}) = 39 + 80 = 119,$$

$$M(\text{KBr}) = 119 \text{ г/моль.}$$

$$\text{Тоді } \nu(\text{KBr}) = \frac{20}{119} = 0,168 \text{ моль.}$$

3) Обчислимо об'єм розчину натрій хлориду:

$$V(\text{р - ну}) = \frac{m(\text{р - ну})}{\rho(\text{р - ну})}$$

Знайдемо масу розчину калій броміду:

$$m(\text{р-ну}) = m(\text{KBr}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 20 + 180 = 200 \text{ г}$$

$$\text{Тоді } V(\text{р - ну}) = \frac{200}{1,07} = 186 \text{ мл.}$$

4) Підставимо значення величин в формулу для молярної концентрації:

$$C(\text{KBr}) = \frac{0,168}{0,186} = 0,90 \text{ моль/л.}$$

Відповідь: $C(\text{KBr}) = 0,90 \text{ моль/л.}$

Контрольні питання

1. Що таке молярна концентрація речовини?
2. Яким символом позначається молярна концентрація речовини?
3. В яких одиницях вимірюється молярна концентрація речовини?
4. Який хімічний посуд використовують для приготування розчину з певною молярною концентрацією речовини?

Задачі для самостійної роботи

1. В розчині калій хлориду об'ємом 2,2 л міститься 5,5 моль розчиненої речовини. Визначте молярну концентрацію калій хлориду в розчині.
2. В розчині барій хлориду об'ємом 5 л міститься 416 г речовини. Розрахуйте молярну концентрацію барій хлориду в цьому розчині.
3. В розчині натрій сульфату об'ємом 900 мл міститься 40 г речовини. Визначте молярну концентрацію натрій сульфату в цьому розчині.
4. Скільки грамів речовини міститься в 200 мл розчину натрій хлориду з молярною концентрацією 2 моль/л?
5. Скільки грамів речовини міститься в 50 мл розчину калій нітрату з молярною концентрацією 0,05 моль/л?
6. Скільки грамів хлоридної кислоти міститься в 50 мл 0,1 М розчину?
7. Скільки грамів натрій карбонату потрібно взяти для приготування 750 мл розчину з молярною концентрацією 0,25 моль/л?
8. Який об'єм розчину хлоридної кислоти з масовою часткою HCl 36,23% і густиною $1,18 \text{ г/см}^3$ потрібно взяти для приготування 600 мл 0,15 М розчину?
9. Який об'єм розчину нітратної кислоти з масовою часткою HNO_3 91,13% і густиною $1,485 \text{ г/см}^3$ потрібно взяти для приготування 500 мл 0,5 М розчину?
10. Який об'єм розчину фосфатної кислоти з масовою часткою H_3PO_4 86,38% і густиною $1,7 \text{ г/см}^3$ потрібно взяти для приготування 750 мл 0,8 М розчину?
11. Який об'єм 10 М розчину хлоридної кислоти потрібно додати до 500 мл 0,1 М розчину, щоб одержати 1 М розчин HCl ?
12. Який об'єм води слід додати до 200 мл 5 М HCl , щоб приготувати 4%-ий розчин з густиною $1,02 \text{ г/см}^3$?
13. Який об'єм води слід додати до 100 мл розчину калій гідроксиду з масовою часткою KOH 26,83% ($\rho=1,255 \text{ г/см}^3$), щоб одержати 1 М розчин KOH ?
14. Скільки літрів 0,1 М KOH можна приготувати з 1 л розчину густиною $1,29 \text{ г/см}^3$, який містить 30,21% KOH ?
15. Скільки літрів 0,3 М NaOH можна приготувати з 1 л розчину густиною $1,43 \text{ г/см}^3$, який містить 40% NaOH ?
16. Молярна концентрація сульфатної кислоти 5 моль/л. Густина розчину $1,29 \text{ г/см}^3$. Визначте масову частку H_2SO_4 в цьому розчині.

2.20. Властивості розчинів електролітів. Теорія електролітичної дисоціації

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Асоціат, -и	associate (-s)	associé
Дисоціація	dissociation	dissociation
Іонне рівняння	ionic equation	Équation ionique
Іонна проводимість	ionic conductivity	conductivité ionique
Константа дисоціації	dissociation constant	constante de dissociation
Неелектроліт, -и	nonelectrolyte (-s)	non-electrolyte
Провідник, -и	conductor (-s)	conducteur
Сильний електроліт	strong electrolyte	Électrolyte fort
Слабкий електроліт	weak electrolyte	Électrolyte faible
Ступінь дисоціації	dissociation degree	degré de dissociation
Ступінчаста дисоціація	step dissociation	dissociation progressive
Теорія електролітичної дисоціації	electrolytic dissociation theory	Théorie de la dissociation électrolytique
Електроліт, -и	electrolyte (-s)	électrolyte
Електропровідність	electroconductivity	conductivité électrique

Основними поняттями теорії електролітичної дисоціації є: «електроліти», «неелектроліти», «електролітична дисоціація», «механізм електролітичної дисоціації», «ступінь електролітичної дисоціації».

Електроліти – це речовини, які при розчиненні в воді (або іншому полярному розчиннику) або при розплавленні розпадаються на іони, і тому їх розчини і розплави проводять електричний струм.

Луѓи, солі, мінеральні кислоти – це електроліти.

Неелектроліти – це речовини, які при розчиненні або розплавленні не розпадаються на іони, і тому їх розчини (розплави) не проводять електричний струм.

Цукор, етанол, гліцерин та ін. – це неелектроліти.

Електролітична дисоціація – це процес розпаду на іони речовин при розчиненні в воді або іншому полярному розчиннику або при розплавленні.

Теорію електролітичної дисоціації запропонував шведський вчений С. Ареніус.

Сучасні положення теорії електролітичної дисоціації наступні:

1. При розчиненні в воді або іншому полярному розчиннику, або при розплавленні електроліта відбувається електролітична дисоціація – розпад речовини на іони.

Наприклад,



2. Електролітичній дисоціації в розчинах підлягають речовини з іонними або ковалентними полярними зв'язками, в розплавах – тільки з іонними зв'язками.

3. Іони в водних розчинах оточені гідратною оболонкою, тобто існують у гідратному стані (рис. 22).

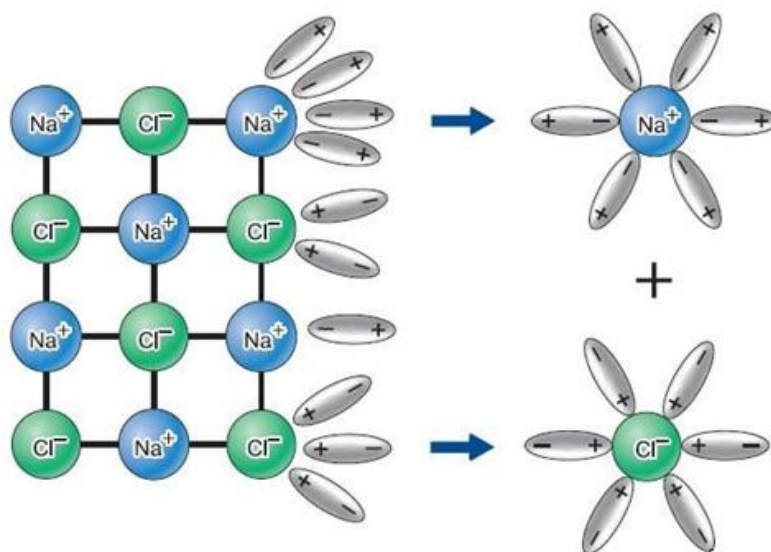


Рис. 22 – Розчинення натрій хлориду в воді

4. Сильні електроліти в водних розчинах дисоціюють повністю, слабкі частково.

5. Дисоціація процес оборотний. В розчинах встановлюється динамічна рівновага між числом молекул або іонних асоціатів, які розпались на іони і знову утворились.

б. Електропровідність розчинів і розплавів електролітів зумовлена наявністю в них іонів, які утворилися в результаті електролітичної дисоціації. Електроліти – це провідники з іонною провідністю.

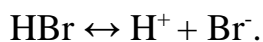
При розчиненні в воді основи дисоціюють на іони залишків основ і гідроксид-іони:



Гідроксид-іони (OH^-) мають негативний заряд -1 . Іони залишків основ мають позитивний заряд ($+1, +2, +3$). Усі луки змінюють колір індикаторів.

Основи – це електроліти, які під час дисоціації утворюють тільки гідроксид-іони OH^- (інших аніонів не утворюють).

Під час розчинення у воді кислоти дисоціюють на гідроген-іони та іони кислотного залишку:



Ступінчаста дисоціація:



Гідроген-іони мають позитивний заряд, що дорівнює $+1$. Іони кислотних залишків мають негативний заряд, що дорівнює числу гідроген-іонів ($1-, 2-, 3-$).

Кислоти – це електроліти, які під час дисоціації утворюють тільки гідроген-катіони (інших катіонів не утворюють).

Розчини кислот мають загальні властивості: вони мають кислий смак, однаково змінюють колір індикаторів.

Під час розчинення в воді солі дисоціюють з утворенням катіонів залишку основи і аніонів кислотного залишку:



Солі – це електроліти, які під час дисоціації утворюють катіони залишку основи і аніони кислотного залишку.

На підставі порівняння кількості іонів, що утворюються, дано визначення *сильних* і *слабких* електролітів.

Ступінь дисоціації електроліту (α) – відношення числа дисоційованих молекул до вихідного числа молекул розчиненої речовини за певної температури.

$$\alpha = \frac{n}{N} \cdot 100\%, \quad (2.21)$$

де n – число дисоційованих молекул; N – вихідне число молекул розчиненої речовини.

Ступінь дисоціації виражається в долях одиниці або відсотках.

Ступінь дисоціації залежить від природи розчиненого електроліту, розчинника, концентрації розчину і температури.

За ступенем електролітичної дисоціації електроліти підрозділяють на:

– сильні ($\alpha = 40 \dots 95 \%$);

– слабкі ($\alpha \leq 3 \%$).

Сильні електроліти дисоціюють на іони в розчинах будь-якої концентрації практично повністю.

Сильні електроліти:

– кислоти (HCl, HBr, HI, HNO₃, H₂SO₄, HClO₄);

– основи (NaOH, KOH, Ca(OH)₂, Ba(OH)₂).

Слабкі електроліти навіть у розбавлених розчинах дуже слабо дисоціюють на іони.

Слабкі електроліти:

– кислоти (H₂CO₃, H₂SO₃, HNO₂, H₂S, HClO, HClO₂);

– амоній гідроксид NH₄OH;

– нерозчинні гідроксиди металів;

– вода;

– усі органічні кислоти.

Порівнювати силу електролітів за ступенем електролітичної дисоціації важко, оскільки треба знати концентрацію і температуру розчинів.

Для порівняння електролітів, незалежно від концентрації, користуються **константою дисоціації (K).**

Між молекулами та іонами слабого електроліту в розчині встановлюється хімічна рівновага:



Вираз для константи цієї рівноваги, тобто константи рівноваги реакції дисоціації нітритної кислоти або константи її дисоціації має вигляд:

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]}$$

Константа дисоціації електроліту – це фізична величина, яка дорівнює відношенню добутка рівноважних концентрацій іонів, на які дисоціює електроліт, до рівноважної концентрації недисоційованих молекул електроліту.

Константа дисоціації електроліту залежить від природи електроліту, розчинника і температури, але не залежить від їх концентрації.

Вона є кількісною характеристикою дисоціації сполуки. Чим більше константа дисоціації, тим сильніше електроліт дисоціює (тим сильнішими є кислоти та основи, менш міцними – комплексні сполуки):

$$K(\text{HNO}_2) = 4,6 \cdot 10^{-4}; K(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,5 \cdot 10^{-7}.$$

Нітритна кислота більш сильна, ніж карбонатна.

Запам'ятайте конструкції

1. *Що* (Н.в.) розпадається на *що* (З.в.)
Електроліти під час розчинення або розплавлення розпадаються на іони.
2. *Що* (Н.в.) проводить *що* (З.в.)
Розчини і розплави електролітів проводять електричний струм.
3. *Що* (Н.в.) оточено *чим* (О.в.)
Іони у водних розчинах оточені гідратною оболонкою.
4. *Де* (у чому) встановлюється *що* (З.в.)
У розчинах встановлюється динамічна рівновага.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Дайте визначення понять «електроліти», «неелектроліти». Наведіть приклади.
2. Що таке електролітична дисоціація?
3. Чим відрізняються іони від нейтральних атомів або молекул?
4. Які іони називаються: а) катіонами; б) аніонами? Наведіть приклади.
5. Що таке кислоти з точки зору теорії електролітичної дисоціації?
6. Що таке основи з точки зору теорії електролітичної дисоціації?
7. Що таке солі з точки зору теорії електролітичної дисоціації?

8. Що таке ступінь дисоціації електроліту? Яким символом вона позначається?

9. В яких одиницях вимірюється ступінь дисоціації електроліту?

10. Які електроліти називаються сильними? Наведіть приклади сильних електролітів.

11. Які електроліти називаються слабкими? Наведіть приклади слабких електролітів.

12. Що таке константа дисоціації?

13. Які фактори впливають на константу дисоціації електроліту?

Завдання 2. Розкажіть про основні положення теорії електролітичної дисоціації.

Завдання 3. Напишіть рівняння електролітичної дисоціації наступних електролітів:

- а) калій сульфат;
- б) алюміній хлорид;
- в) йодидна кислота;
- г) літій гідроксид;
- д) натрій карбонат;
- е) калій гідрогенкарбонат.
- ж) ферум(II) нітрат.

Завдання 4. Визначте, які з наступних речовин під час дисоціації утворюють гідроген-іони: NaOH; Ca(H₂PO₄)₂; HBrO; CH₃COOK; Al(OH)₂Cl.

Завдання 5. Визначте, які з наступних речовин під час дисоціації утворюють гідроксид-іони: Zn(OH)₂; KH₂PO₄; HCl; CH₃COOH; CaOHCl; LiOH.

Завдання 6. Напишіть формули сполук, які під час розчинення у воді дисоціюють на іони:

- а) Fe²⁺ і Cl⁻;
- б) Fe³⁺ і SO₄²⁻;
- в) Ca²⁺ і Br⁻;
- г) Mg²⁺ і I⁻;
- д) Al³⁺ і NO₃⁻;
- е) K⁺ і CO₃²⁻;
- ж) Mn²⁺ і SO₄²⁻.

2.21. Іонні реакції та рівняння

Найчастіше для приготування розчинів електролітів в якості розчинника використовують воду.

У водних розчинах електроліти існують звичайно у вигляді іонів. Тому реакції в розчинах електролітів – це реакції між іонами.

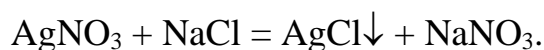
Під час змішування розчинів електролітів реакції йдуть до кінця якщо дотримується одна з умов:

- утворюються малодисоційовані сполуки (вода, слабкі кислоти);
- утворюються практично нерозчинні речовини – осади;
- утворюються газоподібні речовини (CO_2 , SO_2 , H_2 , NO_2 та ін.).

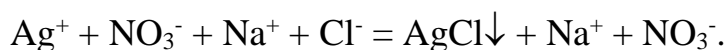
Для запису іонних реакцій використовують іонні рівняння.

При складанні іонних рівнянь потрібно дотримуватись такої послідовності:

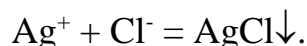
- 1) Скласти молекулярне рівняння реакції, наприклад,



- 2) Записати повне іонне рівняння, зображуючи нерозчинні, малодисоційовані або газоподібні сполуки в молекулярній формі, а дисоційовані – в іонній:



- 3) Виключити іони, які не приймають участь в реакції:



Таким чином одержують скорочене іонне рівняння реакції, яке показує, що:

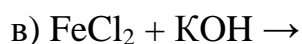
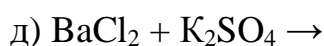
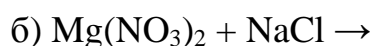
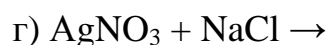
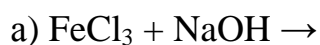
- під час реакції розчину аргентум нітрату з розчином натрій хлориду відбувається взаємодія між іонами Ag^+ і Cl^- ;
- в результаті реакції утворюється нерозчинна речовина аргентум хлорид AgCl ;
- при змішуванні розчину, який містить аргентум-іони Ag^+ з розчином, який містить хлорид-іони Cl^- утворюється нерозчинна сіль аргентум хлориду AgCl .

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Скажіть, в якому вигляді існують сильні електроліти у водних розчинах і які реакції йдуть між ними?
2. За яких умов реакції в розчинах електролітів йдуть до кінця?
3. Скажіть, якої послідовності потрібно дотримуватись при складанні іонних рівнянь?
4. Що показує скорочене іонне рівняння?

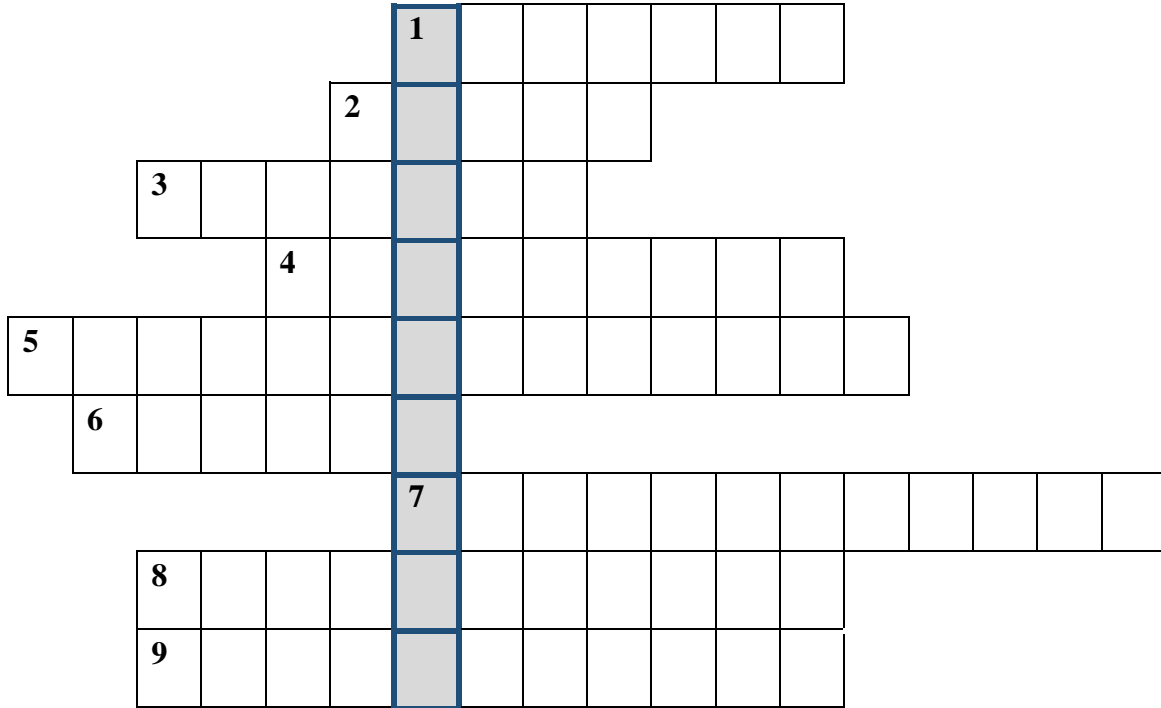
Завдання 2. Напишіть повні і скорочені іонні рівняння реакцій між розчинами:





КРОСВОРД

Відгадайте кросворд. Напишіть ключове слово, яке розташовано під номером 1 (по вертикалі) та його визначення.



По горизонталі:

1. Яка неорганічна сполука при дисоціації утворює тільки гідроген-катіони (інших катіонів не утворює)?
2. В якому хімічному посуді готують розчин?
3. Назвіть хімічний посуд, за допомогою якого можна відміряти певний об'єм рідини?
4. Як називається розчин, в якому речовина за даних умов більше не розчиняється?
5. Як називається розчин, в якому міститься велика кількість розчиненої речовини?
6. Яка неорганічна сполука при дисоціації утворює тільки гідроксид-іони OH^- (інших аніонів не утворює)?
7. Речовина, яка при розчиненні або розплавленні не розпадається на іони – це ...
8. Як називається речовина, які при розчиненні в воді (або іншому полярному розчиннику) або при розплавленні розпадається на іони?
9. Як називається розчин, в якому міститься мало розчиненої речовини?

Відповідь: Ключове слово –

2.22. Іонний добуток води

Слова і словосполучення

Українською	Англійською	Французькою
Водневий показник	hydrogen ion exponent	Indice d'hydrogène
Індикатор	indicator	indicateur
Іонний добуток води	ion water product	produit ionique de l'eau
Кислий	acidic	acidulé
Лакмус	litmus	tournesol
Логарифм	logarithm	logarithme
Метилловий оранжевий	methyl orange	orange méthyle
Нейтральний	neutral	neutre
Фенолфталеїн	phenolphthalein	phénolphtaléine
Лужний	alkalic	alcalin

Вода – це слабкий електроліт. Рівняння електролітичної дисоціації води має вигляд:



За температури 22 °С ступінь дисоціації води дорівнює $1,8 \cdot 10^{-9}$. Отже, в 1 л води тільки 10^{-7} молекул дисоціює на іони. В результаті дисоціації молекул води утворюється однакова кількість гідроген-іонів і гідроксид іонів – 10^{-7} моль. Концентрації гідроген-іонів і гідроксид-іонів у воді за температури 22 °С дорівнюють

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ моль/л.}$$

Іонний добуток води (K_w) – добуток концентрацій гідроген-іонів H^+ і гідроксид-іонів OH^- .

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-7} \cdot 10^{-7} = 10^{-14}. \quad (2.22)$$

За температури 22 °С іонний добуток води постійна величина. При зміні температури іонний добуток води може змінюватись. При підвищенні температури іонний добуток води збільшується, а при зниженні – зменшується.

Концентрація гідроген-іонів визначає *кислотність розчину* (середовища), а концентрація гідроксид-іонів визначає *основність (лужність) розчину*.

Нейтральний розчин – це розчин, в якому концентрація гідроген-іонів і гідроксид-іонів однакова і дорівнює 10^{-7} моль/л.

Кислий розчин – це розчин, в якому концентрація гідроген-іонів більше, ніж концентрація гідроксид-іонів $[H^+] > [OH^-]$.

Лужний розчин – це розчин, в якому концентрація гідроген-іонів менше, ніж концентрація гідроксид-іонів $[H^+] < [OH^-]$.

Кислотність розчину звичайно виражають через концентрацію гідроген-іонів. Для зручності замість концентрації гідроген-іонів використовують *водневий показник рН*.

Водневий показник (рН) – це негативний десятковий логарифм концентрації гідроген-іонів у розчині.

Водневий показник розраховують за формулою:

$$pH = -\lg[H^+]. \quad (2.23)$$

В нейтральному розчині $pH = -\lg 10^{-7} = 7$. В кислому розчині $pH < 7$. В лужному розчині $pH > 7$.

Кислотність розчину, його рН, можна визначити за допомогою *індикаторів*.

Індикатори – речовини, які змінюють свій колір в залежності від рН розчину.

Кожен індикатор змінює свій колір за певного значення рН. Універсальні індикатори дозволяють визначити будь-яке значення рН з точністю до одиниці.

На практиці часто використовують такі індикатори: лакмус, фенолфталеїн, метиловий оранжевий.

Приклади рішення задач

Приклад 1. Визначити концентрацію гідроген-іонів і гідроксид-іонів у розчині 0,1 М хлоридної кислоти.

Дано:

$$C(HCl) = 0,1 \text{ моль/л}$$

$$[H^+] = ?$$

$$[OH^-] = ?$$

Розв'язання:

1) Рівняння дисоціації хлоридної кислоти має вигляд:



Хлоридна кислота – сильний електроліт. Її ступінь дисоціації дорівнює 100%.

Значить $[H^+] = C(HCl) = 0,1 \text{ моль/л}$.

2) Запишемо вираз іонного добутку води:

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-]=10^{-14}.$$

Виразимо концентрацію гідроксид-іонів:

$$[\text{OH}^-]=10^{-14}/[\text{H}^+].$$

3) Розрахуємо концентрацію гідроксид-іонів у розчині:

$$[\text{OH}^-]=10^{-14}/10^{-1}=10^{-13}\text{ моль/л.}$$

Відповідь: $[\text{H}^+]=0,1$ моль/л; $[\text{OH}^-]=10^{-13}$ моль/л.

Приклад 2. Визначити рН 0,01 М нітратної кислоти.

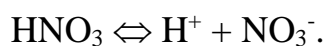
Дано:

$$C(\text{HNO}_3)=0,01 \text{ моль/л}$$

рН – ?

Розв'язання:

1) Рівняння дисоціації нітратної кислоти має вигляд:



Нітратна кислота – сильний електроліт.

Значить $[\text{H}^+]=C(\text{HNO}_3)=0,01=1 \cdot 10^{-2}$ моль/л.

2) Обчислимо рН розчину за формулою:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+].$$

$$\text{pH} = -\lg 10^{-2} = 2.$$

Відповідь: рН = 2.

Приклад 3. Визначити рН 0,05 М розчину калій гідроксиду.

Дано:

$$C(\text{KOH})=0,05 \text{ моль/л}$$

рН – ?

Розв'язання:

1) Рівняння дисоціації калій гідроксиду має вигляд:



Калій гідроксид – сильний електроліт.

Значить $[\text{OH}^-]=C(\text{KOH})=0,05=5 \cdot 10^{-2}$ моль/л.

2) Визначимо концентрацію гідроген-іонів, використовуючи вираз іонного добутку води:

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-]=10^{-14},$$

$$[\text{H}^+]=10^{-14}/[\text{OH}^-],$$

$$[\text{H}^+]=10^{-14}/5 \cdot 10^{-2}=0,2 \cdot 10^{-12} \text{ моль/л.}$$

3) Обчислимо рН розчину за формулою:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+].$$

$$\text{pH} = -\lg 0,2 \cdot 10^{-12} = -(\lg 0,2 + \lg 10^{-12}) = -\lg 0,2 - \lg 10^{-12} = 0,7 + 12 = 12,7.$$

Відповідь: рН = 12,7.

Запам'ятайте конструкції

1. *Що* (Н.в.) визначає *що* (З.в.)

Концентрація гідроген-іонів визначає кислотність розчину, а концентрація гідроксид-іонів визначає лужність розчину.

2. *Що* (Н.в.) виражають через *що* (З.в.)

Кислотність розчину звичайно виражають через концентрацію гідроген-іонів.

3. *Що* (Н.в.) змінює *що* (З.в.) в залежності від *чого* (Р.в.)

Індикатори змінюють свій колір в залежності від рН розчину.

Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Що таке водневий показник?
2. Яким символом позначається водневий показник?
3. Що таке іонний добуток води?
4. Яким символом позначається іонний добуток води?
5. Чому дорівнює іонний добуток води за температури 22 °С?
6. Що таке індикатор?
7. Які індикатори ви знаєте?

Завдання 2. Концентрація гідроген-іонів у розчині дорівнює $4 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Розрахуйте рН розчину. Вкажіть реакцію розчину.

Завдання 3. Концентрація гідроген-іонів у розчині дорівнює $8 \cdot 10^{-2}$ моль/л. Визначте концентрацію гідроксид-іонів у розчині.

Завдання 4. Визначте рН 0,03М розчину бромідної кислоти. Вкажіть реакцію розчину.

Завдання 5. Визначте рН 0,07М розчину натрій гідроксиду. Вкажіть реакцію розчину.



ТЕСТ № 8

Тестові завдання з вибором однієї правильної відповіді

1. Дайте визначення молярної концентрації (С).
 - а) це відношення кількості моль певного компонента до загальної кількості молей;
 - б) це відношення кількості моль еквівалентів розчиненої речовини до об'єму розчину;
 - в) це відношення кількості речовини до об'єму розчину;
 - г) це відношення маси розчиненої речовини до маси розчину.
2. Що називають ступенем дисоціації електроліту α ?
 - а) відношення числа молекул, які розпались на іони, до загального числа молекул;
 - б) число іонів, на які дисоціює кожна молекула електроліту;
 - в) відсоток молекул, які розпались на іони;
 - г) відношення числа молекул, які не дисоціюють на іони, до вихідного числа молекул.
3. Який ряд речовин складається з сильних електролітів?
 - а) H_2SO_4 , HNO_3 , HCl , NaOH , NaCl ;
 - б) HCl , H_3PO_4 , H_2S , HBr ;
 - в) HClO , NH_4OH , HCl , NH_4Cl ;
 - г) $\text{Cu}(\text{OH})_2$, CuSO_4 , CuCl_2 , CuS .
4. Вкажіть рівняння реакції дисоціації цинк гідроксиду:
 - а) $\text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^- \leftrightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + 2\text{H}^+$;
 - б) $\text{Zn}(\text{OH})_2 \leftrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^-$;
 - в) $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + 2\text{H}^+$;
 - г) $\text{ZnCl}_2 \leftrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{Cl}^-$.
5. Вкажіть скорочену форму рівняння взаємодії розчинів CuSO_4 та NaOH :
 - а) $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$;
 - б) $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$;
 - в) $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$;
 - г) $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$.
6. Вкажіть вираз іонного добутку води:
 - а) $[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-7}$;

- б) $[H^+]\cdot[OH^-]=1\ 10^{14}$;
 в) $[H^+]\cdot[OH^-]=1\ 10^{-7}$;
 г) $[H^+]\cdot[OH^-]=1\ 10^{-14}$.

7. Якою буде реакція розчину, якщо $pH = 7$?

- а) нейтральною;
 б) кислою;
 в) лужною;
 г) слабколужною.

Тестові завдання на встановлення відповідності

8. Встановіть відповідність між хімічними формулами і назвами неорганічних сполук.

Формули

- 1 NaOH
 2 BaCl₂
 3 CaO
 4 H₂SO₄

Назви неорганічних сполук

- А сульфатна кислота
 Б кальцій оксид
 В барій хлорид
 Г нітратна кислота
 Д натрій гідроксид

9. Встановіть відповідність між хімічними формулами кислот і назвами їх солей:

Хімічні формули кислот

- 1 H₂CO₃
 2 H₃PO₄
 3 HI
 4 H₂SO₄

Назви солей

- А сульфід
 Б сульфат
 В фосфат
 Г карбонат
 Д йодид

10. Встановіть відповідність між класами неорганічних сполук і іонами, які утворюються під час їх дисоціації

Класи неорганічних сполук

- 1 кислота
 2 сіль
 3 основа
 4 кисла сіль

Іони

- А $\rightarrow Na^+ + OH^-$
 Б $\rightarrow 2K^+ + SO_4^{2-}$
 В $\rightarrow Na^+ + HSO_3^-$
 Г $\rightarrow H^+ + Cl^-$
 Д $\rightarrow Ca^{2+} + OH^- + I^-$

2.23. Окисно-відновні реакції

Слова і словосполучення

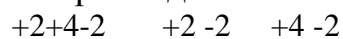
Українською	Англійською	Французькою
Відновник, -и	reducing agent	agent réducteur
Відновлення	reduction	récupération
Окиснення → чого?	oxidation	oxydation
Окисник, -и	oxidant	oxydant
Окисно-відновна реакція	redox reaction	réaction redox
Напівреакція, -ї	half-reaction (-s)	demi-réaction
Електронний баланс	electronic balance	balance électronique

За зміною ступенів окиснення елементів, що входять до складу реагуючих речовин, реакції ділять на:

- реакції, що йдуть без зміни ступеня окиснення елементів;
- окисно-відновні реакції.

Окисно-відновні реакції – це реакції, які перебігають зі зміною ступеня окиснення елементів.

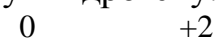
Наприклад:



$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$. Це реакція, яка йде без зміни ступенів окиснення елементів.



$\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$. Це реакція, яка йде зі зміною ступенів окиснення Цинку і Гідрогену. Це окисно-відновна реакція.



$\text{Zn} - 2e \rightarrow \text{Zn}$ – окиснення, відновник

Атом Цинку віддає два електрони і окиснюється.



$2\text{H} + 2e \rightarrow \text{H}_2$ – відновлення, окисник

Атоми Гідрогену приєднують два електрони і відновлюються.

Окисники – атоми, молекули або іони, які приєднують електрони.

Їх ступені окиснення в окисно-відновних процесах знижуються.

Окисниками є:

– прості речовини неметали (F_2 , Cl_2 , Br_2 , O_2);

– сполуки, до складу яких входять елементи в високих ступенях окиснення

+5 +6 +7 +7 +6

(HNO_3 , $H_2SO_{4(\text{конц})}$, $HClO_4$, $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$ та інші);

– позитивно заряджені іони металів і гідроген-іони (Fe^{3+} , Cu^{2+} , Ag^+ , H^+ та інші).

Відновники – атоми, молекули або іони, які віддають електрони.

Їх ступені окиснення в окисно-відновних процесах збільшуються.

Відновниками є:

– прості речовини метали, водень;

– сполуки, до складу яких входять атоми елементів у низьких ступенях

-1 -1 -1 -2

окиснення (HCl , HBr , HI , H_2S та інші).

Ряд речовин в залежності від умов можуть проявляти властивості окисників або відновників. Звичайно це речовини, до складу яких входять елементи у проміжних ступенях окиснення.

+4 0 +3 +4

Наприклад, H_2SO_3 , S , HNO_2 , SO_2 та інші.

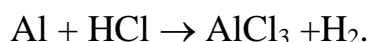
Для складання рівнянь окисно-відновних реакцій застосовують два методи:

– метод електронного балансу;

– метод електронно-іонних напівреакцій.

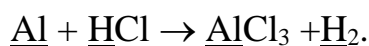
Метод електронного балансу включає п'ять послідовних дій.

1. Складаємо схему реакції:



2. Визначаємо, атоми яких елементів змінюють ступінь окиснення:

0 +1 -1 +3 -1 0



3. Складаємо електронні схеми процесів окиснення і відновлення:

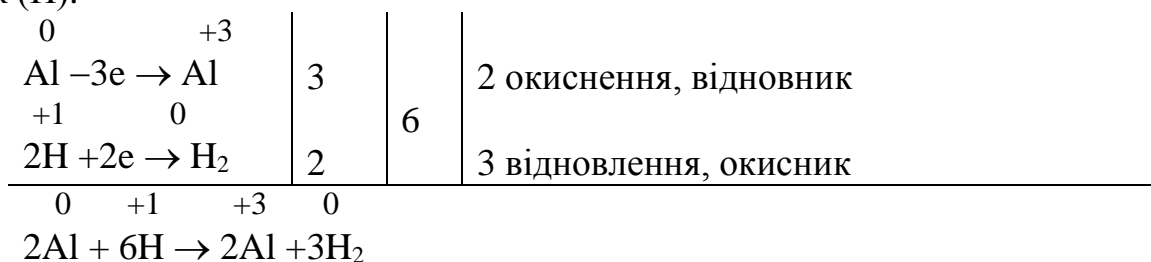
0 +3

$Al - 3e \rightarrow Al$ окиснення, відновник

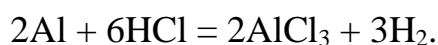
+1 0

$2H + e \rightarrow H_2$ відновлення, окисник

4. В електронних схемах підбираємо коефіцієнти так, щоб число електронів, які віддає відновник (Al) дорівнювало числу електронів, які приєднує окисник (H):



5. Розставляємо коефіцієнти в молекулярному рівнянні реакції, щоб загальне число атомів кожного елемента було однаковим в лівій та правій частинах рівняння:



Запам'ятайте конструкції

1. Чим (О.в.) є що (З.в.).

Відновниками є прості речовини метали, водень і сполуки, до складу яких входять атоми елементів у низьких ступенях окиснення.

2. Що (Н.в.) віддає що (З.в.).

Відновник віддає електрони.

3. Що (Н.в.) приєднує що (З.в.).

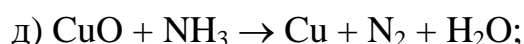
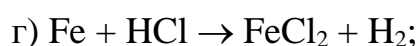
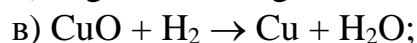
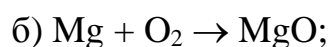
Окисник приєднує електрони.

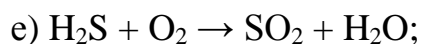
Контрольні питання і завдання

Завдання 1. Дайте відповідь на питання:

1. Дайте визначення поняття «окисно-відновні реакції».
2. Який процес називається: а) окисненням; б) відновленням?
3. Що називають окисниками? Наведіть приклади.
4. Що називають відновниками? Наведіть приклади.
5. Які методи використовують для складання окисно-відновних реакцій?

Завдання 2. Методом електронного балансу складіть рівняння окисно-відновних реакцій, які йдуть за схемою:





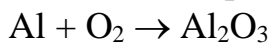
ТЕСТ №9

Тестові завдання з вибором однієї правильної відповіді

- Що є ознакою окисно-відновних реакцій?
 - зміна ступеней окиснення елементів;
 - зміна валентності елементів;
 - значення електронегативності;
 - зміна забарвлення розчину.
- Які реакції називають окисно-відновними?
 - реакції взаємодії кислот з основами;
 - реакції, при яких не змінюються ступені окиснення елементів;
 - реакції, при яких змінюються ступені окиснення елементів;
 - реакції, які супроводжуються зміною кольору розчину.
- Визначте ступінь окиснення Хлору в кислоті HClO :
 - 1;
 - 0;
 - +1;
 - +3.
- Яка речовина є продуктом окиснення в наступній реакції
 $\text{KMnO}_4 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{Br}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$?
 - Br_2 ;
 - K_2SO_4 ;
 - MnSO_4 ;
 - Na_2SO_4 .
- Вкажіть реакцію, в якій сульфур(IV) оксид SO_2 виступає в ролі окисника:
 - $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + \text{H}_2\text{O}$;
 - $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$;
 - $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$;
 - $\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SO}_3$.
- Вкажіть речовину, яка може бути і окисником, і відновником:
 - S;

- б) HNO_3 ;
- в) HMnO_4 ;
- г) Fe.

7. Поставте коефіцієнти в схемі хімічної реакції та вкажіть їх суму:



- а) 12;
- б) 9;
- в) 7;
- г) 5.

Тестові завдання на встановлення правильної послідовності

8. Встановіть послідовність збільшення ступеня окиснення Карбону в сполуках:

- а) метан;
- б) кальцій карбонат;
- в) карбон(IV) оксид;
- г) вуглець.

9. Встановіть послідовність зменшення ступеня окиснення Йоду в сполуках:

- а) I_2 ;
- б) HI ;
- в) HIO_4 ;
- г) HI .

Тестове завдання на встановлення відповідності

10. Встановіть відповідність між хімічними формулами сполук і ступенем окиснення Сульфуру в них:

Хімічні формули

Ступінь окиснення Сульфуру

1 Na_2S

A 0

2 K_2SO_4

B -2

3 S

B +2

4 Na_2SO_3

Г +4

Д +6

СЛОВНИК

Українською	Англійською	Французькою
А		
Абсолютний	absolute	absolu
Агрегатний стан	state of matter	état de la matiere
Акцептор, -и	acceptor (-s)	accepteur
Амфотерний оксид	amphoteric oxide	oxyde amphotère
Антипаралельний	antiparallel	anti-parallèle
Асоціат, -и	associate (-s)	associé
Атом, -и	atom (-s)	atome
Атомна одиниця маси	nuclear unit of mass	unité de masse atomique
Атомна маса	nuclear mass	masse atomique
Атомний номер	atomic number	numero atomique
Б		
Безрозмірний	dimensionless	sans dimension
Безокисигеновий	anoxic	non oxygéné
Безперервний	continuous	continu
Блиск	brilliance	brillant
Будова	structure	structure
В		
Важкий, -а, -е, -і	heavy	lourd
Валентність	valency	valence
Валентний електрон	valence electron	Électron de valence
Варіант, -и	variant (-s)	variante
Величина, -и	value	valeur
Взаємодіяти	to interact	interagir
Вид, -и	kind, type	type
Виділення	allocation	écoulement
Виділення енергії	allocation of energy	libération d'énergie
Використовувати	to use	utiliser
Випаровування	evaporation	evaporation
Визначати	to define (determine)	déterminer, définir
Вимірювати	to measure	mesurer
Виняток	exclusion	exception
Випромінювання	radiation	rayonnement

Виразати	to express	exprimer
Вищий	highest	supérieur
Відбуватись	be the result (of)	est le resultat de
Віддача	recoil	recul
Відкриття	discovery	découverte
Відмінність	difference	différence
Відновник, -и	reducing agent	agent réducteur
Відновлення	reduction	récupération
Відносна атомна маса	relative atomic mass	masse atomique relative
Відносна густина	relative density	densité relative
Відносний	relative	relatif
Відношення, -я	the attitude (relation to)	relation
Відомо	known	au courant
Відповідний	appropriate	approprié
Відсоток	percent	pourcentage
Відсотковий склад	percentage composition	composition en pourcentage
Відстань	distance	distance
Вказувати	to point out (to)	indiquer
Властивість, -і	property (-s)	propriété
Вода	water	eau
Водневий зв'язок	hydrogen bond	liaison hydrogène
Водневий показник (pH)	hydrogen ion exponent	indice d'hydrogène
Вступати в реакцію	to react	réactivité mutuelle
Г		
Газоподібний, -а, -е, -і	gaseous	gazéu
Головний	major	majeur
Гідрат, -и	hydrate	hydrate
Гідратація	hydration	hydratation
Гідрид, -и	hydride	hydride
Гідроксильна група	hydroxyl group	groupe hydroxyle
Горіння	burning	combustion
Грам	gramme	gramme
Густина	density (-ies)	densité
Д		
Двоїстий	dual	ambigu
Двохвалентний	divalent	divalent

Декілька	several, a few	plusieurs
Дисоціація	dissociation	dissociation
Дистильований	distilled	distillé
Дифузія	diffusion	diffusion
Донор, -и	donor	donneur
Е		
Екзотермічний	exothermal	exothermique
Електричний	electric	électrique
Електроліт, -и	electrolyte (-s)	électrolyte
Електрон, -и	electron (-s)	électron
Електронейтральний	electrically neutral	Électron neutre
Електронна конфігурація	electronic configuration	configuration électronique
Електронний шар (рівень)	electronic layer (level)	couche électronique (niveau)
Електронна оболонка	electronic shell	coque électronique
Електронний баланс	electronic balance	balance électronique
Електронна хмара	electronic cloud	nuage électronique
Електропровідність	electric (al) conductivity	conductivité électrique
Електронегативність	electronegativity	électronégativité
Енергія	energy	énergie
Ендотермічний	endothermic	endothermique
Ефект реакції	effect of reaction	effet de réaction
З		
Займати	to occupy	occuper
Залежати	to depend	dépendre
Залежність	dependence	dépendance
Залізо	iron	fer
Залишок основи	base residue	reste de la base
Замерзання	freezing	congelation
Заміщати	to replace	remplacer
Заміщення	replacement	remplacement
Заміщений	substituted	remplacé par
Запах, -и	smell (-s), odour	odeur
Заповнення	filling	remplissage
Заряд, -и	charge (-s)	charge
Застосовувати	to apply (employ)	appliquer
Збереження	preservation	préservation

Зберігати	keep	conserver
Зворотний	return	inverse
Згідно	according to	en conformité
Здатний, -а, -е, -і	able	capable
З'єднувати	to connect	connecter
Зміна	change, alteration	changement, modification
Змінюються	change	changement
Зміщуватись	shift	Зміщуватись
Знак, -и	symbol	symbole
Знаходження	location	emplacement
Значення, -я	value (-s)	valeur
Значити	to mean	signifier
Знехтувати	neglect	négliger
Зникати	to disappear	disparaître
Зникнення	disappearance	disparition
Зростання	increase, growth	croissance
І		
Ізотоп, -и	isotope (-s)	isotope
Індекс, -и	index (-es)	indice
Індикатор, -и	indicator (-s)	indicateur
Іон	ion	ion
Іонна провідність	ionic conductivity	conductivité ionique
Іонний добуток води	ion water product	produit ionique de l'eau
Іонний зв'язок	ion bond	liaison ionique
Іонне рівняння	ionic equation	Équation ionique
Й		
Ймовірність	probability	probabilité
К		
Квантова теорія	quantum theory	la théorie quantique
Кислота	acid	acide
Кислотність	acidity	acidité
Кислотний оксид	acid oxide	oxyde acide
Кислотний залишок	acid residue	résidu acide
Кислий	acidic	acidulé
Кипіння	boiling	ébullition
Кілограм	kilogram	kilogramme
Кількісний	quantitative	quantitatif

Кількість, -і	quantity (-ies)	quantité
Кількість речовини	amount of substance	quantité de substance
Кінцевий	final	final
Класифікувати	to classify	classifier
Ковалентний зв'язок	covalent bond	une liaison covalente
Коефіцієнт, -и	coefficient (-s)	coefficient
Коефіцієнт розчинності	solubility coefficient (-s)	facteur de solubilité
Колір	color	couleur
Комірка	cell	cellule
Конічна лійка	conical funnel	arrosoir conique
Константа дисоціації	dissociation constant	constante de dissociation
Концентрований	concentrated	concentré
Кратність	multiplicity	multiplicité
Крейда	chalk	craie
Крива розчинності	solubility curve	courbe de solubilité
Кристалогідрат, -и	crystalline hydrate (-s)	hydrate cristallin
Л		
Лакмус	litmus	tournesol
Латинський	latin	latin
Лівий	left	gauche
Легкий	light	léger
Логарифм	logarithm	logarithme
Луг, -и	alkali (-s)	alcali
Лужний	alkalic	alcalin(-e)
Льод	ice	glace
М		
Максимальний	maximal	maximal
Малорозчинний	poorly soluble	légèrement soluble
Маса, -и	mass (-es)	masse (-s)
Масова частка	mass fraction	la fraction massique
Масове число	mass number	nombre de masse
Матеріал	material	materiel
Матерія	matter, substance	matière
Мати	to have	avoir
Металевий зв'язок	metallic bond	liaison métallique
Метилловий оранжевий	methyl orange	orange méthyle
Механізм, -и	mechanism (-s)	mécanisme

Мінімальний, -а, -е, -і	minimal	minimal
Мірна колба	volumetric flask	fiolle jaugée
Містити	to contain	contenir
Молекула, -и	molecule (-s)	molecule
Молекулярний	molecular	moléculaire
Молекулярна маса	molecular mass	masse moléculaire
Моль	mole, mol	mole, mol
Молярна концентрація	molar concentration	concentration molaire
Молярний	molar	molaire
Н		
Нагрівання	heating	chauffe
Надлишок	excess	excès
Назва	name	nom
Найменше спільне кратне	least general (common) multiple	plus petit commun multiple
Найменший	smallest	la plus petite
Належати	belong	appartenir
Напівреакція	half-reaction (-s)	demi-réaction
Напря́м	direction	direction
Напря́мленість	orientation	directionnalité
Насиченість	saturation	saturation
Насичений	saturated	saturé
Наслідок	consequence (-s)	conséquence
Неелектроліт	nonelectrolyte (-s)	non-electrolyte
Незворотний	irreversible	irréversible
Нейтральний	neutral	neutre
Нейтрон	neutron (-s)	neutron
Ненасичений	unsaturated	insaturé
Непарний	odd	impair
Неподільний	indivisible	indivisible
Неполярний зв'язок	non-polar bond	relation non polaire
Неприємний запах	unpleasant smell	odeur déplaisante
Нерозчинний	insoluble	insoluble
Несолеутворюючий	non-salifiable	fromage sans sel
Неспарений електрон	unpaired electron	Électron non apparié
Нестача	lack	manque
Нормальний	normal	normal

О		
Обвуглювання	carbonization	carbonisation
Обмін	exchange	échange
Обмінювати	to exchange	échanger
Оболонка	shell	coquille
Оборотний, -а, -е, -і	reversible	réversible
Обчислення	calculation	calcul
Обчислювати	calculate	calculer
Об'єм	volume (-s)	volume
Одержання	receiving	réception
Одержувати	receive	recevoir
Одиниця маси	unit of mass	unité de masse
Однаковий	the same, identical	identique
Окислювач	oxidant	agent oxydant
Окиснення	oxidation	oxydation
Окисно-відновна реакція	redox reaction	réaction redox
Окремий	separate	séparé
Оксигеновмісний	oxygenated	contenant de l'oxygène
Оксид	oxide	oxyde
Орбіталь	orbital	orbitale
Орієнтація	orientation	orientation
Осад	sédiment	sédiment
Основа	base	base
Основний оксид	basic oxide	oxyde basique
Отже	consequently	alors
Оточувати	surround	entourer
П		
Пара	paire	paire
Парний	even	paire
Певний	specific	particulier
Перекривання	overlapping	chevauchement
Пересичений	oversaturated	sursaturée
Перетворення	transformation	transformation
Період	period (-s)	période
Періодична	periodic	périodique
Пероксид	peroxide (-s)	peroxyde
Підгрупа	sub-group (-s)	sous-groupe

Підкоряти	to subordinate	subordonner
Плавка, плавлення	fusion	fonte, fusion
Плазма	plazma	plasma
Побічний	collateral	collatéraux
Повністю	completely	complètement
Поглинання	absorption	absorption
Поглинати	to absorb	absorber
Поглинання енергії	absorption of energy	absorption d'énergie
Подібний	similar	similaire
Подібність	likeness	ressemblance
Подрібнення	grinding, milling	broyage
Поєднувати	combine	combiner
Позначати	to designate	désigner
Показувати	show	afficher
Положення	position	position
Положити в основу	base on	mettre dans la base
Полярний зв'язок	polar bond	couplage polaire
Полярність	polarity	polarité
Порядковий	ordinal	séquentiel
Порядок	order	ordre
Послідовно	consistently	consécutivement
Постійно	constantly	constamment
Постійний	constant	régulier
Початковий	initial	initial
Поява	occurrence	apparition
Правий	right	droit
Правило	rule	règle
Представляти	represent	représenter
Приєднання	attachment	rattachement
Приєднувати	to attach	attacher
Принцип	principle	principe
Природа	nature	nature
Природний	natural	naturel
Причина	reason	raison
Провідник	conductor	conducteur
Продукт реакції	product (-s) of reaction	produit de réaction

Промивалка	wash bottle	machine à laver
Проміжок	interval, gap	intervalle, période
Пропонувати	to propose	proposer
Простий	simple	simple
Простір	space	espace
Протилежний	opposite	opposé
Протон	proton	proton
Процес	process	processus
Р		
Радіоактивність	radioactivity	radioactivité
Реагувати	to react	réagir
Реакція нейтралізації	neutralization reaction	réaction de neutralisation
Рентгенівське	X-ray	radiologique
Реторта	retort	cornue
Речовина	substance	substance
Римський	roman	romain
Рідкий	liquid	liquide
Різний	different	different
Розбавлений	diluted	dilué avec
Розкладання	decomposition	décomposition
Розкладати	to decompose	décomposer
Розмір	size	taille
Розчин	solution	solution
Розчинена речовина	permeate, solute	Soluté
Розчинний	soluble	soluble
Розчинник	solvent	solvant
Розчинність	solubility	solubilité
Розчинятись	dissolve	dissoudre
Розчинення		dissolution
Ряд	row, line	série
С		
Сильний електроліт	strong electrolyte	Électrolyte fort
Симетрія	symmetry	symétrie
Сіль	salt (-s)	sel
Сірка	sulphur	soufre
Складання	assembling	assemblage
Складати	to compose	composer
Складатись	consist (of)	consister

Складний	complicated	complique
Скласти формулу	to make the formula	faire une formule
Скляна паличка	glass rod	baguette de verre
Слабкий електроліт	weak electrolyte	Électrolyte faible
Слідувати	to follow	suivre
Солеутворюючий	salifiable	formation de sel
Сольватація	solvation	solvation
Спарований електрон	paired electron	Électron apparié
Спільний	general	commun
Спін	spin	spin, rotation
Сплав	alloy	alliage
Спосіб	method, way	moyen
Сполука	connection, combination	composé
Сталість	sustainability	constance
Стан	condition, state	condition
Створення	creation (of)	création
Стійкий	stable	stable
Структура	structure	structure
Структурна частинка	structural particle	particule structurale
Ступінчаста дисоціація	step dissociation	dissociation progressive
Ступінь дисоціації	dissociation degree	degré de dissociation
Ступінь окиснення	oxidation degree	État d'oxydation
Суміш	mixture (-s)	mix
Супроводжувати	accompany	accompagner
Сучасний	modern	moderne
Схема	scheme	schéma
T		
Таблиця	table	table
Твердий	hard, solid	solide
Температура кипіння	boiling-point	point d'ébullition
Температура плавлення	fusion-point	point de fusion
Теорія	theory (-ies)	théorie
Теорія електролітичної дисоціації	electrolytic dissociation theory	théorie de la dissociation électrolytique
Тепло	heat (warm)	chaleur
Теплопровідність	heat conductivity	conductibilité de la chaleur
Теплота	heat (warmth)	chaleur

Термічний	thermic	thermique
Термохімічне рівняння	thermochemical equation	Équation thermochimique
Тип	kind, sort	type
Тиск	pressure	pression
Тонна	ton	tonne
Трьохвалентний	trivalent	trivalent
У		
Умова	condition	condition
Утворення	formation	formation
Ф		
Фенолфталеїн	phenolphthalein	phénolphtaléine
Фізична величина	physical size	grandeur physique
Фізичне тіло	physical body	corps physique
Форма	form (-s)	forme
Формула	formula (-s)	formule
Формулювати	formulate	formuler
Х		
Характеризувати	characterize	caractériser
Хвиля	wave	vague
Хімічна сполука	chemical connection	composé chimique
Хімічний елемент	chemical element	élément chimique
Хімічний стакан	beaker	coupelle chimique
Ц		
Циліндр	cylinder	cylindre
Цукор	sugar	sucre
Ч		
Частина	part	partie
Частинка	particle	particule
Чистий	pure	pur
Ш		
Штучний	artificial	artificiel
Я		
Явище	phenomenon (-s)	phénomène
Ядро, ядра	nucleus (nuclei)	noyau, noyaux
Якісний	qualitative	qualitatif
Якість	quality (-ies)	qualité

ДОДАТКИ

Додаток 1

Періодична система хімічних елементів Д.І. Менделєєва

ПЕРІОДИ	ГРУПИ ЕЛЕМЕНТІВ													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						
1	H 1,0079 Гідроген <i>водень</i>							He 4,0028 Гелій	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Порядковий номер</div> <div>Символ</div> <div>Назва елемента систематична</div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> </div>					
2	Li 6,941 Літій	Be 9,01218 Берилій	B 10,811 Бор	C 12,01 Карбон <i>вуглець</i>	N 14,007 Нітроген <i>азот</i>	O 15,999 Оксиген <i>кисень</i>	F 18,998 Флуор <i>фтор</i>	Ne 20,179 Неон						
3	Na 22,990 Натрій	Mg 24,305 Магній	Al 26,982 Алюміній	Si 28,085 Силіцій <i>кремій</i>	P 30,974 Фосфор	S 32,066 Сулфур <i>сірка</i>	Cl 35,453 Хлор	Ar 39,948 Аргон						
4	K 39,098 Калій	Ca 40,078 Кальцій	21 44,956 Sc Скандій	22 47,88 Ti Титан	23 50,942 V Ванадій	24 51,996 Cr Хром	25 54,938 Mn Манган	26 55,847 Fe <i>залізо</i> Ферум	27 58,933 Co Кобальт	28 58,69 Ni Нікел				
	29 63,546 Cu Купрум	30 65,38 Zn Цинк	31 69,723 Ga Галій	32 72,59 Ge Германій	33 74,922 As Арсен	34 78,96 Se Селен	35 79,904 Br Бром	36 83,80 Kr Криптон						
5	Rb 85,468 Рубідій	Sr 87,62 Стронцій	39 88,906 Y Ітрій	40 91,224 Zr Цирконій	41 92,906 Nb Ніобій	42 95,94 Mo Молібден	43 98,906 Tc Технецій	44 101,07 Ru Рутеній	45 102,91 Rh Родій	46 106,42 Pd Паладій				
	47 107,87 Ag <i>срібло</i> Аргентум	48 112,41 Cd Кадмій	49 114,82 In Індій	50 118,71 Sn Станум <i>олово</i>	51 121,75 Sb Стибій	52 127,60 Te Телур	53 126,90 I Йод <i>йод</i>	54 131,29 Xe Ксенон						
6	Cs 132,91 Цезій	Ba 137,33 Барій	57 138,91 La Лантан *	72 178,49 Hf Гафній	73 180,95 Ta Тантал	74 183,85 W Вольфрам	75 186,21 Re Реній	76 190,2 Os Осмій	77 192,22 Ir Іридій	78 195,09 Pt Платина				
	79 196,97 Au <i>золото</i> Аурум	80 200,59 Hg Меркурій	81 204,38 Tl Талій	82 207,2 Pb Плюмбум <i>свинець</i>	83 208,98 Bi Бісмут	84 Po (209) Полоній	85 At (210) Астат	86 Rn (222) Радон						
7	Fr (223) Францій	Ra 226,02 Радій	89 227,03 Ac Актиній **	104 (261) Rf Резерфордій	105 (262) Db Дубній	106 (263) Sg Сиборгій	107 (262) Bh Борій	108 (265) Hs Гасій	109 (266) Mt Майтнерій	110 (272) Uun Унунілій				
Висші оксиди	RO	RO	R₂O₃	RO₂	R₂O₅	RO₃	R₂O₇	RO₄						
Леткі сполуки з Гідрогеном				RH₄	RH₃	H₂R	HR							
*	58 Ce 140,12 Церій	59 Pr 140,91 Празеодим	60 Nd 144,24 Неодим	61 Pm (147) Прометій	62 Sm 150,36 Самарій	63 Eu 151,96 Європій	64 Gd 157,25 Гадоліній	65 Tb 158,93 Тербій	66 Dy 162,5 Диспрозій	67 Ho 164,93 Гольмій	68 Er 167,26 Ербій	69 Tm 168,93 Тулій	70 Yb 173,04 Ітербій	71 Lu 174,97 Лютецій
**	90 Th 232,04 Торій	91 (231) Pa Протактиній	92 238,03 U Уран	93 (237) Np Нептуній	94 (244) Pu Плутоній	95 (243) Am Америцій	96 (247) Cm Кюріій	97 (247) Bk Берклій	98 (251) Cf Каліфорній	99 (254) Es Ейнштейній	100 (257) Fm Фермій	101 (258) Md Менделєвій	102 (259) No Нобелій	103 (260) Lr Лоуренсій

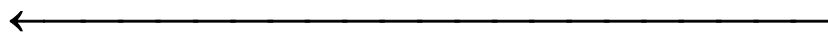
Фізичні сталі

Фізична стала	Символ	Значення
Атомна одиниця маси	а.е.м.	$1,66054 \cdot 10^{-27}$ кг
Стала Авогадро	N_A	$6,02214 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹
Стала Планка	h	$6,62608 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
Універсальна газова стала	R	8,31451 Дж/моль·К
Заряд електрона	e	$1,602177 \cdot 10^{-19}$ Кл
Маса спокою електрона	m_e	$9,10939 \cdot 10^{-31}$ кг

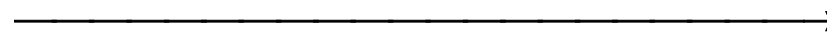
Електрохімічний ряд напруг металів

Li	Rb	K	Ba	Sr	Ca	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Cd	Co	Ni	Sn	Pb	H	Sb	Bi	Cu	Hg	Ag	Pd	Pt	Au
----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----

відновлювальна здатність збільшується



окиснювальна здатність збільшується



Таблиця розчинності

Аніони	Катіони																					
	H ⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Cd ²⁺	Ni ²⁺	Co ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ⁺	Hg ²⁺	Cu ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺
OH ⁻		P	P	—	P	M	M	H	H	H	H	H	H	H	H	H	—	—	—	H	H	H
F ⁻	P	P	P	P	M	H	H	M	H	H	H	P	P	P	M	M	P	P	—	H	H	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	H	M	P	M	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	H	M	P	M	P
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	H	H	P	H	P
S ²⁻	P	P	P	P	P	M	P	—	—	H	—	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	H	H	H	—	—	H	—	H	H	H	H	H	H	—	H	H	H	—
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	H	M	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	M	P	P	H	P
CrO ₄ ²⁻	P	P	P	P	H	M	P	P	H	—	P	H	H	H	P	P	H	H	H	P	H	
PO ₄ ³⁻	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	H	H	H	—	—	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	—
SiO ₃ ²⁻		P	P	—	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	—	—	H	H	—
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
NO ₂ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	—	—	P	—	P	P	P	P	P	M	M	P	P	P	—
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P

P — розчиняється у воді;

M — мало розчиняється у воді;

H — не розчиняється;

прочерк — не існує або розпадається у водному середовищі

ЛІТЕРАТУРА

1. GENERAL CHEMISTRY. General chemistry : a textbook for foreign students Preparatory faculties of the English form of education / compilers: O.F. Aksyonova et. al. – Kh. : KhSAC, 2021. – 114 p.
2. Кушпіль Н.О., Криворучко Т.Д. Загальна хімія: навчальний посібник для іноземних слухачів підготовчих факультетів/ Н.О. Кушпіль., Т.Д. Криворучко – Полтава: ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2020. – 136 с.
3. Тарасова Л. Д., Розгон О. В. Хімія : навчальний посібник для іноземних студентів підготовчого відділення. Дніпро : ДНУЗТ, 2019. –166 с.

Навчальне видання

ХІМІЯ

Частина 1. Загальна хімія

Навчально-методичний посібник для іноземних здобувачів
освіти

ПЛЮГІНА Інна Сергіївна

БОРИСОВА Аліна Олексіївна

АКСЬОНОВА Олена Федорівна

Формат 60×84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друг ризографічний.

Ум. друк. арк. __.

Наклад __ пр.

Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44