

ПАВЛО ПОПЕЛЬ, ЛЮДМИЛА КРИКЛЯ

Хімія

ПІДРУЧНИК
(у 2-х частинах)

8 КЛАС

ЧАСТИНА 2

Періодична
система
хімічних
елементів.
Будова атомів

Хімічний
зв'язок.
Будова
речовини



Кількість
речовини.
Розрахунки
за хімічними
формулами

Основні
класи
неорганічних
сполук

Періодична система хімічних елементів (короткий варіант)

Періоди	Групи																											
	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII													
1	H 1 Гідроген 1,0079 Водень 1s ¹														(H)	He 2 Гелій 4,0026 1s ²												
2	Li 3 Літій 6,941 [He]2s ¹		Be 4 Берилій 9,012 [He]2s ²		B 5 Бор 10,81 [He]2s ² 2p ¹		C 6 Карбон 12,011 Вуглець [He]2s ² 2p ²		N 7 Нітроген 14,0067 Азот [He]2s ² 2p ³		O 8 Оксиген 15,999 Кисень [He]2s ² 2p ⁴		F 9 Флуор 18,998 Фтор [He]2s ² 2p ⁵		Ne 10 Неон 20,180 [He]2s ² 2p ⁶													
3	Na 11 Натрій 22,990 [Ne]3s ¹		Mg 12 Магній 24,305 [Ne]3s ²		Al 13 Алюміній 26,982 [Ne]3s ² 3p ¹		Si 14 Силіцій 28,086 [Ne]3s ² 3p ²		P 15 Фосфор 30,974 [Ne]3s ² 3p ³		S 16 Сульфур 32,06 Сірка [Ne]3s ² 3p ⁴		Cl 17 Хлор 35,453 [Ne]3s ² 3p ⁵		Ar 18 Аргон 39,948 [Ne]3s ² 3p ⁶													
4	K 19 Калій 39,098 [Ar]4s ¹		Ca 20 Кальцій 40,08 [Ar]4s ²		21 Sc 44,956 Скандій [Ar]3d ¹ 4s ²		22 Ti 47,87 Титан [Ar]3d ² 4s ²		23 V 50,941 Ванадій [Ar]3d ³ 4s ²		24 Cr 51,996 Хром [Ar]3d ⁵ 4s ¹		25 Mn 54,938 Манган [Ar]3d ⁵ 4s ²		26 Fe 55,845 Ферум Залізо [Ar]3d ⁶ 4s ²		27 Co 58,933 Кобальт [Ar]3d ⁷ 4s ²		28 Ni 58,69 Нікель [Ar]3d ⁸ 4s ²									
	29 Cu 63,546 Купрум Мідь [Ar]3d ¹⁰ 4s ¹		30 Zn 65,41 Цинк [Ar]3d ¹⁰ 4s ²		Ga 31 Галій 69,72 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ¹		Ge 32 Германій 72,64 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ²		As 33 Арсен 74,922 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ³		Se 34 Селен 78,96 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁴		Br 35 Бром 79,904 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵		Kr 36 Криптон 83,80 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶													
5	Rb 37 Рубідій 85,468 [Kr]5s ¹		Sr 38 Стронцій 87,62 [Kr]5s ²		39 Y 88,906 Ітрій [Kr]4d ¹ 5s ²		40 Zr 91,22 Цирконій [Kr]4d ² 5s ²		41 Nb 92,906 Ніобій [Kr]4d ⁴ 5s ¹		42 Mo 95,94 Молібден [Kr]4d ⁵ 5s ¹		43 Tc [98] Технецій [Kr]4d ⁵ 5s ²		44 Ru 101,07 Рутеній [Kr]4d ⁷ 5s ¹		45 Rh 102,905 Родій [Kr]4d ⁸ 5s ¹		46 Pd 106,4 Паладій [Kr]4d ¹⁰ 5s ⁰									
	47 Ag 107,868 Аргентум Срібло [Kr]4d ¹⁰ 5s ¹		48 Cd 112,41 Кадмій [Kr]4d ¹⁰ 5s ²		In 49 Індій 114,82 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ¹		Sn 50 Станум 118,71 Олово [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ²		Sb 51 Стибій 121,76 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ³		Te 52 Телур 127,60 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁴		I 53 Йод 126,904 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵		Xe 54 Ксенон 131,29 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶													
6	Cs 55 Цезій 132,91 [Xe]6s ¹		Ba 56 Барій 137,33 [Xe]6s ²		57 La* 138,905 Лантан [Xe]5d ¹ 6s ²		72 Hf 178,49 Гафній [Xe]4f ¹⁴ 5d ² 6s ²		73 Ta 180,948 Тантал [Xe]4f ¹⁴ 5d ³ 6s ²		74 W 183,84 Вольфрам [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁴ 6s ²		75 Re 186,207 Реній [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁵ 6s ²		76 Os 190,2 Осмій [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁶ 6s ²		77 Ir 192,22 Іридій [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁷ 6s ²		78 Pt 195,09 Платина [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁹ 6s ¹									
	79 Au 196,967 Аурум Золото [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ¹		80 Hg 200,59 Меркурій Ртуть [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ²		Tl 81 Талій 204,38 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ¹		Pb 82 Плюмбум 207,2 Свинець ...6s ² 6p ²		Bi 83 Бісмут 208,980 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ³		Po 84 Полоній [209] [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁴		At 85 Астат [210] [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁵		Rn 86 Радон [222] [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶													
7	Fr 87 Францій [223] [Rn]7s ¹		Ra 88 Радій [226] [Rn]7s ²		89 Ac** 227 Актиній [Rn]6d ¹ 7s ²		104 Rf [261] Резерфордій [Rn]5f ¹⁴ 6d ² 7s ²		105 Db [262] Дубній [Rn]5f ¹⁴ 6d ³ 7s ²		106 Sg [266] Сиборгій [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁴ 7s ²		107 Bh [264] Борій [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁵ 7s ²		108 Hs [267] Гасій [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁶ 7s ²		109 Mt [268] Майтнерій [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ²		110 Ds Дармштадтій [271]									
	111 Rg [272] Рентгеній		112 Cn [285] Коперніцій		Nh 113 Ніхоній [286]		Fl 114 Флеровій [289]		Mc 115 Московій [286]		Lv 116 Ліверморій [293]		Ts 117 Теннессій [294]		Og 118 Оганессій [294]													
Вищі оксиди	E₂O		EO		E₂O₃		EO₂		E₂O₅		EO₃		E₂O₇		EO₄													
Леткі сполуки з Гідрогеном							EH₄		EH₃		H₂E		HE															
*Лантаноїди	58 Ce 140,12 4f ¹ 5d ¹ Церій		59 Pr 140,908 4f ³ 5d ⁰ Празеодим		60 Nd 144,24 4f ⁴ 5d ⁰ Неодим		61 Pm [145] 4f ⁵ 5d ⁰ Прометій		62 Sm 150,4 4f ⁶ 5d ⁰ Самарій		63 Eu 151,96 4f ⁷ 5d ⁰ Європій		64 Gd 157,25 4f ⁷ 5d ¹ Гадоліній		65 Tb 158,925 4f ⁹ 5d ⁰ Тербій		66 Dy 162,50 4f ¹⁰ 5d ⁰ Диспрозій		67 Ho 164,93 4f ¹¹ 5d ⁰ Гольмій		68 Er 167,26 4f ¹² 5d ⁰ Ербій		69 Tm 168,93 4f ¹³ 5d ⁰ Тулій		70 Yb 173,04 4f ¹⁴ 5d ⁰ Ітербій		71 Lu 174,97 4f ¹⁴ 5d ¹ Лютецій	
**Актиноїди	90 Th 232,038 5f ⁰ 6d ² Торій		91 Pa [231] 5f ² 6d ¹ Протактиній		92 U 238,029 5f ³ 6d ¹ Уран		93 Np [237] 5f ⁴ 6d ¹ Нептуній		94 Pu [244] 5f ⁶ 6d ⁰ Плутоній		95 Am [243] 5f ⁷ 6d ⁰ Америцій		96 Cm [247] 5f ⁷ 6d ¹ Кюрій		97 Bk [247] 5f ⁹ 6d ¹ Берклій		98 Cf [251] 5f ¹⁰ 6d ⁰ Каліфорній		99 Es [252] 5f ¹¹ 6d ⁰ Ейнштейній		100 Fm [257] 5f ¹² 6d ⁰ Фермій		101 Md [258] 5f ¹³ 6d ⁰ Менделевій		102 No [259] 5f ¹⁴ 6d ⁰ Нобелій		103 Lr [262] 5f ¹⁴ 6d ¹ Лоуренсій	

 s-елементи

 p-елементи

 d-елементи

 f-елементи

Для f-елементів наведено лише змінювані частини електронних формул

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України <http://mon.gov.ua/> та Інститут модернізації змісту освіти <https://imzo.gov.ua>

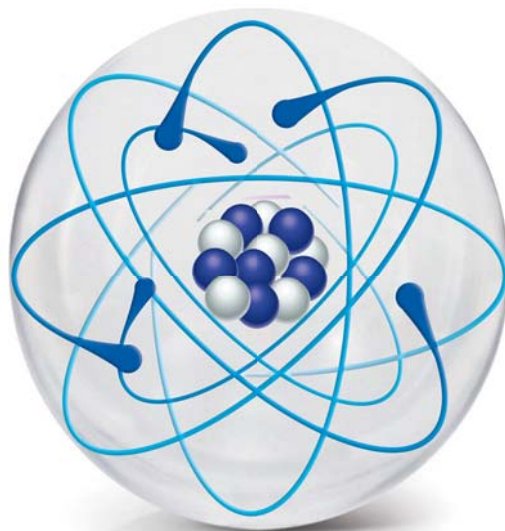
ПАВЛО ПОПЕЛЬ, ЛЮДМИЛА КРИКЛЯ

Хімія

ПІДРУЧНИК
для осіб з особливими освітніми потребами
(Н 54.1 – Н 54.2)

8 КЛАС
(у 2-х частинах)

ЧАСТИНА 2



РЕКОМЕНДОВАНО
Міністерством освіти і науки України

а | Київ
Видавничий центр «Академія»
2021

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

(наказ Міністерства освіти і науки України від 22.02.2021 № 243)

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Попель П.

П57 Хімія : підруч. для осіб з особ. освіт. потребами
(Н 54.1 – Н 54.2). 8 кл. (у 2-х ч.) : Ч. 2 / Павло Попель,
Людмила Крикля. — Київ : ВЦ «Академія», 2021. —
128 с. : іл.

ISBN 978-966-580-642-4

ISBN 978-966-580-644-8 (Ч. 2)

УДК 546(075.3)

ISBN 978-966-580-642-4
ISBN 978-966-580-644-8 (Ч. 2)

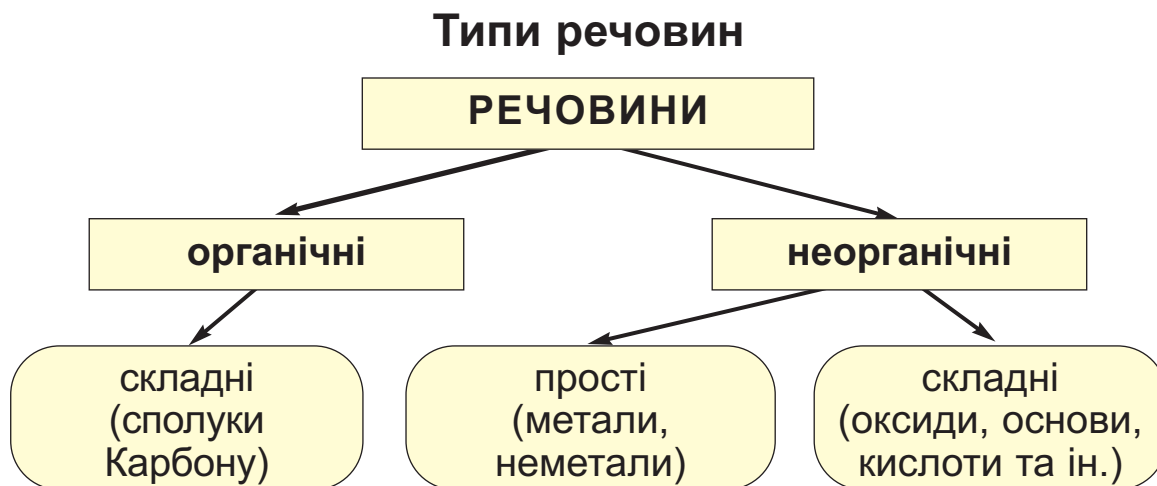
© Попель П. П., Крикля Л. С., 2021
© Штогрин В. М., дизайн-концепція,
палітурка, 2021

4 розділ

Основні класи неорганічних сполук

Вам відомо, що всі речовини поділяють на органічні та неорганічні (схема 6).

Схема 6



Галузь хімічної науки, яка досліджує неорганічні речовини, називають *неорганічною хімією*.

Кількість неорганічних речовин сягає сотень тисяч. Учені-хіміки поділили багато неорганічних сполук на

певні групи, або класи, враховуючи їхній склад, тобто те, скільки хімічних елементів і які саме утворюють кожен сполуку. У деяких випадках також брали до уваги хімічні властивості речовин (наприклад, здатність взаємодіяти з основами чи кислотами або і з основами, і з кислотами).

Кілька класів неорганічних сполук вважають найважливішими. Їх розглядатимемо в цьому розділі.

Ви знаєте про сполуки, загальна назва яких — *оксиди*. Під час реакцій води з деякими оксидами металічних елементів утворюються речовини, які називають *основами*, а з оксидами неметалічних елементів вода взаємодіє з утворенням *кислот*. Окрім оксидів, основ, кислот, до основних класів неорганічних сполук зараховують *амфотерні гідроксиди* і *солі*.

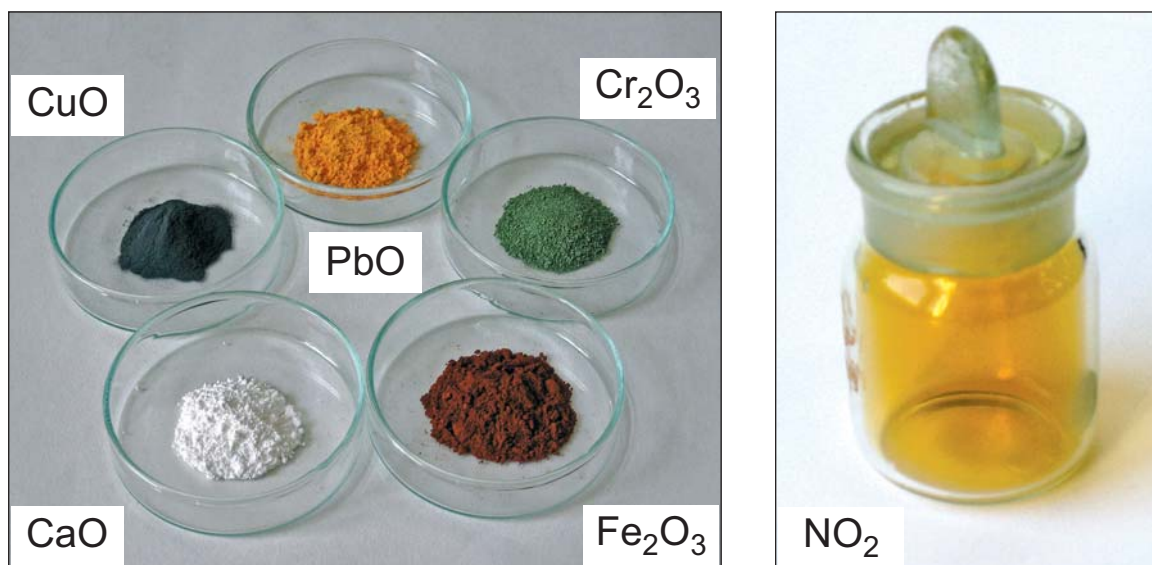
22 Оксиди

Матеріал параграфу допоможе вам:

- пригадати склад оксидів;
- складати графічні формули молекул оксидів;
- закріпити навички зі складання хімічних назв оксидів;
- дізнатися про поширеність оксидів у природі.

Склад і формули оксидів. Вам відомо, що *оксиди* — це *сполуки елементів з Оксигеном*.

Майже всі хімічні елементи утворюють оксиди (мал. 40). Для елемента з постійною валентністю існує один оксид. Так, одновалентний Літій утворює оксид із формулою Li_2O , двовалентний Кальцій — оксид CaO , тривалентний Бор — оксид B_2O_3 . Якщо хімічний елемент має змінну валентність, то він утворює кілька оксидів. Наприклад, для Купруму відомі сполуки Cu_2O і CuO , а для Хрому — CrO , Cr_2O_3 і CrO_3 .



Мал. 40.
Оксиди

Зважаючи на можливі значення валентності хімічних елементів, запишемо ряд загальних формул оксидів: $E_2\text{O}$, EO , $E_2\text{O}_3$, EO_2 , $E_2\text{O}_5$, EO_3 , $E_2\text{O}_7$, EO_4 . Ці формули наведено в окремому рядку короткого варіанта періодичної системи (форзац I). Об'єднаємо їх в одну — $E_m\text{O}_n$.

Цікаво знати

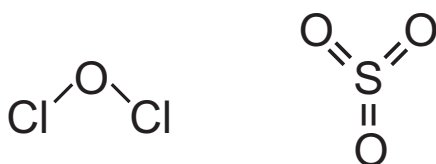
Найбільше оксидів утворює Нітроген: N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_4 , N_2O_5 .

Оксиди
 E_mO_n

Нагадаємо, що найбільше значення валентності хімічного елемента зазвичай збігається з номером групи періодичної системи, де він розміщений. Оксид, у якому елемент виявляє таку валентність, називають *вищим*.

- Напишіть хімічні формули вищих оксидів Фосфору, Сульфуру і Хлору.

Для оксидів молекулярної будови, крім хімічних формул, використовують графічні формули. У такій формулі атоми з'єднують у молекулу рисками:



Кількість рисок біля кожного атома дорівнює значенню його валентності у сполуці. Важливо знати, що однакові атоми в молекулах оксидів не сполучаються. Одна риска між атомами імітує одну спільну електронну пару, тобто простий ковалентний зв'язок, дві риси — дві спільні електронні пари (подвійний зв'язок), а три риси — три спільні електронні пари (потрійний зв'язок).

- Складіть графічну формулу молекули вуглекислого газу.

Назви оксидів. Хімічна назва оксиду, як вам відомо, складається з назви елемента, який утворив сполуку з Оксигеном, і слова «оксид»:

CaO — кальцій оксид; B₂O₃ — бор оксид.

Якщо елемент утворює кілька оксидів, то в назві кожної сполуки римською цифрою в дужках указують значення його валентності¹:

FeO — ферум(II) оксид; Fe₂O₃ — ферум(III) оксид.

У назві сполуки відмінюється лише друге слово: кальцій оксиду, ферум(II) оксидом.

- Складіть хімічні назви оксидів із формулами MgO, SO₂, P₂O₅.

Деякі оксиди, крім хімічних назв, мають ще й традиційні (тривіальні). Такі назви, наприклад, для сполук CaO і SO₂ — «негашене вапно» і «сірчистий газ».

Цікаво знати

Для води H₂O хімічну назву «гідроген оксид» не використовують.

Поширеність оксидів у природі. Найпоширеніший оксид в атмосфері та гідросфері — вода, а в літосфері — оксид SiO₂. Ця сполука Силіцію утворює мінерал кварц, є складником піску, граніту. У повітрі міститься невелика кількість вуглекислого газу CO₂. Найбільше оксидів трапляється в літосфері. Вони містяться у складі гірських порід, ґрунтів, мінералів (мал. 41). Ферум(III) оксид Fe₂O₃ є головним компонентом більшості залізних руд.

¹ У назві «нітроген(V) оксид» указують числове значення ступеня окиснення Нітрогену, який для сполук N₂O₅ і HNO₃ становить +5. Про це йтиметься в 9 класі.



Кварц SiO_2



Каситерит SnO_2



Куприт Cu_2O

Мал. 41.

Кристали мінералів, що є оксидами

ВИСНОВКИ

Оксид — сполука елемента з Оксигеном. Загальна формула оксидів — E_mO_n .

Оксиди мають хімічні назви, а деякі — ще й тривіальні назви. Перше слово в хімічній назві оксиду є назвою відповідного елемента, а друге слово — «оксид».

Багато оксидів трапляється в природі. Найпоширеніші серед них — вода і силіцій(IV) оксид.



152. Які сполуки називають оксидами? Укажіть серед наведених хімічних формул ті, які відповідають оксидам: PbO , Cl_2O_7 , Na_2O , LiOH , SeO_3 , HClO .
153. Складіть хімічні формули оксидів Арсену (елемент буває три- і п'ятивалентним) і Телуру (значення валентності елемента — 4 і 6).

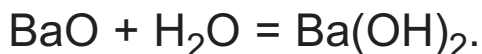
154. Запишіть хімічні формули оксидів, які містять катіони Калію, Барію, Алюмінію.
155. Зобразіть графічні формули молекул оксидів SO_2 та I_2O_5 .
156. Запишіть формули сполук, що мають такі назви:
- а) нітроген(IV) оксид;
 - б) титан(III) оксид;
 - в) берилій оксид;
 - г) манган(VII) оксид.
157. Дайте хімічні назви оксидам SrO , Mn_2O_3 , N_2O .
158. Обчисліть масові частки елементів у сульфур(IV) оксиді та сульфур(VI) оксиді.
159. Визначте масу:
- а) титан(IV) оксиду кількістю речовини 2 моль (усно);
 - б) порції нітроген(II) оксиду, в якій налічується 10^{23} молекул.
160. Учні класу за 45 хвилин уроку видихають разом із повітрям 1,1 кг вуглекислого газу. Обчисліть об'єм, який займає цей газ за нормальних умов.

23 Основи

Матеріал параграфу допоможе вам:

- пригадати склад основ;
- використовувати таблицю розчинності неорганічних сполук у воді;
- закріпити навички зі складання хімічних назв основ.

Склад і формули основ. Вивчаючи хімію в 7 класі, ви дізналися, що деякі оксиди металічних елементів реагують з водою:



Основи
 $M(\text{OH})_n$

Продукти цих реакцій зараховують до класу *основ*; їхній склад відповідає загальній формулі $M(\text{OH})_n$. Основами є всі сполуки, що мають формулу $M\text{OH}$, більшість сполук із формулою $M(\text{OH})_2$ і декілька з формулою $M(\text{OH})_3$.

Усі основи — йонні речовини.

Основа — сполука, яка складається з катіонів металічного елемента M^{n+} і гідроксид-аніонів OH^- .

Кожна основа походить від певного оксиду. Такі оксиди називають *основними*. Заряд йона металічного елемента в основі та оксиді один і той самий. Багато основних оксидів не взаємодіють із водою; відповідні основи добувають, здійснюючи інші реакції.

- Напишіть формулу основи, якій відповідає оксид V_2O_3 .

Деякі сполуки, що мають загальну формулу $M(\text{OH})_n$, не зараховують до основ, оскільки вони виявляють хімічні властивості, притаманні як основам, так і кислотам. Ці сполуки називають амфотерними гідроксидами; про них ітиметься в § 30.

Основи, утворені лужними і лужноземельними елементами, розчиняються у воді. Їхня загальна назва —

луги. Магній гідроксид до лугів не належить. Інші основи є нерозчинними.

Отримати інформацію про здатність неорганічних сполук розчинятися у воді можна з таблиці розчинності (форзац II). Наводимо її фрагмент:

Аніон	Катіони									
	Na ⁺	K ⁺	Ag ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Ba ²⁺	Mn ²⁺	Hg ²⁺	Ni ²⁺	Fe ²⁺
OH ⁻	р	р	—	м	м	р	н	—	н	н

Літера «р» у клітинці, яка відповідає певній сполуці, свідчить про те, що речовина добре розчиняється у воді. Літерою «м» позначено сполуки з малою розчинністю, а літерою «н» — майже нерозчинні сполуки. Риска в клітинці означає, що речовини не існує (її не добуто). Такі риси є в клітинках для гідроксидів AgOH і Hg(OH)₂ (відповідні оксиди Ag₂O і HgO відомі).

Назви основ. Хімічні назви основ, як і оксидів, складаються із двох слів. Першим словом є назва елемента, який утворює основу, а другим — слово «гідроксид». Наприклад, сполуку з формулою NaOH називають «натрій гідроксид», а сполуку Mg(OH)₂ — «магній гідроксид». У назвах основ відмінюється лише друге слово: натрій гідроксиду, магній гідроксидом.

Якщо металічний елемент утворює катіони з різними зарядами, то в назві основи вказують значення заряду катіона після назви елемента римською цифрою (в дужках без відступу і знака «+»):

Cr(OH)₂ — хром(II) гідроксид.

► Назвіть основи, які мають формули KOH , $\text{Fe}(\text{OH})_2$.

Луги, які набули найширшого використання, крім хімічних назв, мають ще й традиційні (тривіальні):

NaOH — їдкий натр;

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ — гашене вапно.

Назва першої сполуки пов'язана з тим, що натрій гідроксид та його розчини руйнують різні матеріали, спричиняють «хімічні» опіки на шкірі. Другу сполуку називають за способом її добування — «гасіння» вапна (реакція між кальцій оксидом, або негашеним вапном, і водою).

Лугів і нерозчинних основ, на відміну від оксидів, у природі немає.

ВИСНОВКИ

Основи — сполуки металічних елементів із загальною формулою $M(\text{OH})_n$.

Усі основи є йонними речовинами. Вони складаються з катіонів металічних елементів M^{n+} і гідроксид-аніонів OH^- .

Основи, які розчиняються у воді, називають лугами.

Хімічна назва основи складається з назви металічного елемента і слова «гідроксид».

Для кожної основи існує відповідний (основний) оксид. В обох сполуках заряд йона металічного елемента один і той самий.

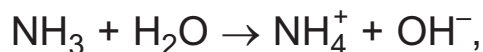


161. Які сполуки називають основами? Запишіть загальну формулу основ, які містять двозарядні катіони. Що таке луги?
162. Складіть формули цезій гідроксиду, титан(III) гідроксиду.
163. Напишіть формули основ, що відповідають оксидам із такими формулами: K_2O , VO , La_2O_3 .
164. Яка кількість речовини кожного йона міститься в 1 моль основ $NaOH$, $Fe(OH)_2$?
165. Обчисліть масу 0,2 моль літій гідроксиду. (Усно.)
166. Скільки катіонів і аніонів міститься (усно):
- а) в 0,1 моль калій гідроксиду;
 - б) в 1/2 моль магній гідроксиду?
- Назвіть масу кожного йона в цих порціях основ.
167. У порції якої сполуки — барій гідроксиду кількістю речовини 3 моль чи калій гідроксиду кількістю речовини 4 моль — міститься більше йонів? Відповідь поясніть.

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

Незвичайна основа

Газ амоніак NH_3 дуже добре розчиняється у воді. Цей розчин (його побутова назва — нашатирний спирт) містить невеликі кількості йонів амонію NH_4^+ та гідроксид-іонів OH^- і за хімічними властивостями нагадує розбавлений розчин лугу. Хімічне перетворення, що відбувається під час розчинення амоніаку у воді, описують схемою



а для відповідної сполуки, яка отримала назву «амонійна основа», використовують формулу NH_4OH . Виділити сполуку з розчину не вдається, оскільки вона розкладається на амоніак і воду (водяну пару).

24 Кислоти

Матеріал параграфу допоможе вам:

- класифікувати кислоти за певними ознаками;
- визначати валентність кислототворного елемента в кислоті;
- складати графічні формули молекул кислот;
- давати назви кислотам;
- дізнатися про поширеність кислот у природі.

Склад і формули кислот. Майже всі оксиди неметалічних елементів взаємодіють з водою¹. Продуктами цих реакцій є кислоти:

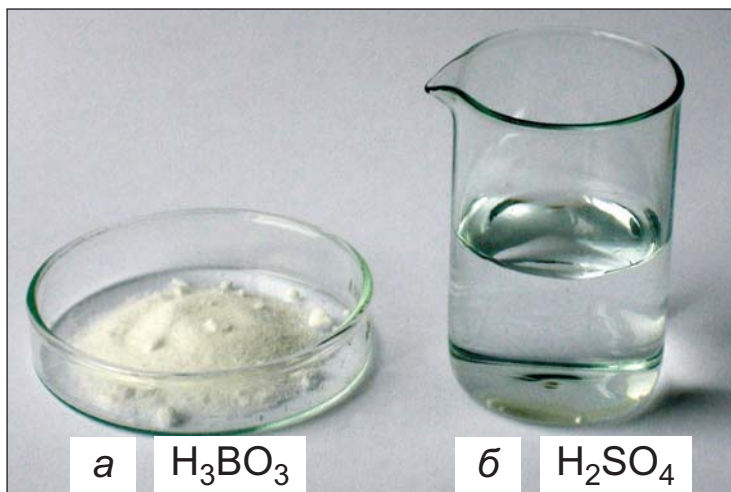


Оксиди, від яких походять кислоти, називають *кислотними*.

Кислоти, що є похідними оксидів, об'єднують у групу *оксигеновмісних* кислот (мал. 42). Їхня загальна формула — H_mEO_n .

До кислот також зараховують водні розчини сполук неметалічних елементів VI і VII груп періодичної системи з Гідрогеном — HF, HCl, H₂S та ін. Кислоти, утворені сполуками неметалічних елементів з Гідрогеном, називають *безоксигеновими*; вони мають загальну формулу H_nE .

¹ Один із винятків — оксид SiO₂.

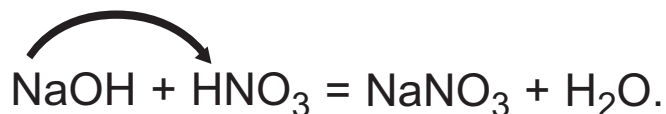
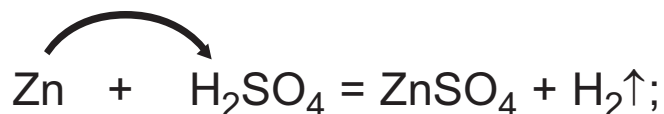


Мал. 42.
Кислоти:
а — ортобо-
 ратна (борна);
б — сульфат-
 на (сірчана)

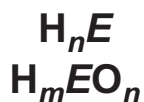
Усі кислоти — молекулярні речовини. У молекулі будь-якої кислоти міститься один або кілька атомів Гідрогену.

Кислоти — сполуки, молекули яких містять атоми Гідрогену, здатні під час хімічних реакцій заміщуватись на атоми (йони) металічних елементів.

Приклади відповідних реакцій:



Кислоти

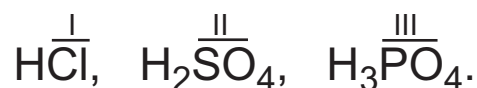


Зважаючи на кількість здатних до заміщення атомів Гідрогену, всі кислоти поділяють на *одноосновні* (наприклад, HCl, HNO₃), *двоосновні* (H₂S, H₂SO₄), *триосновні* (H₃PO₄).¹

¹ Існують кислоти, у молекулах яких заміщення всіх атомів Гідрогену неможливе.

Частину молекули кислоти (атом або групу атомів), сполучену з атомом (атомами) Гідрогену, називають *кислотним залишком*.

За кількістю атомів Гідрогену в молекулі кислоти визначають валентність кислотного залишку. Якщо в молекулі кислоти один атом Гідрогену, кислотний залишок одновалентний, якщо два атоми — залишок двовалентний і т. д.:



Отже, поняття «валентність» використовують не лише щодо атома, а й щодо групи сполучених атомів.

- Які значення валентності кислотних залишків у кислотах HNO_3 і H_2S ?

Хімічний елемент, що утворює кислоту, називають *кислототворним*. Покажемо, як можна обчислити значення його валентності в оксигеновмісній кислоті. Для прикладу візьмемо сполуку H_2SO_4 . Запишемо над символами Гідрогену й Оксигену значення валентності цих елементів:



Кількість одиниць валентності для 4-х атомів Оксигену становить $2 \cdot 4 = 8$, а для 2-х атомів Гідрогену — $1 \cdot 2 = 2$. Значення валентності атома Сульфуру розраховуємо, віднявши від першого числа друге: $8 - 2 = 6$. Отриманий результат укажемо над символом елемента:



Знаючи валентність кислототворного елемента в кислоті, можна легко визначити оксид, від якого вона походить. Наприклад, кислоті H_2SO_4 відповідає оксид SO_3 ; у ньому Сульфур також шестивалентний.

Цікаво знати

Оксиди Хлору, які відповідають кислотам HClO_2 і HClO_3 , не відомі.

- Визначте валентність Фосфору в кислоті H_3PO_4 і складіть формулу відповідного оксиду.

Для кислот використовують не лише хімічні формули, а й графічні. Необхідно враховувати, що кислототворні атоми в молекулах майже всіх оксигеновмісних кислот сполучені ковалентним зв'язком лише з атомами Оксигену.

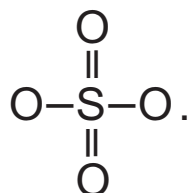
ВПРАВА. Скласти графічну формулу молекули кислоти H_2SO_4 .

Розв'язання

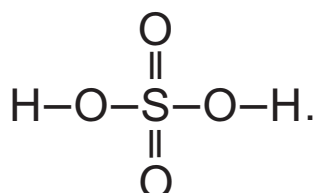
1-й спосіб. Сульфур у кислоті H_2SO_4 шестивалентний. Записуємо навколо кислототворного атома 6 рисок:



Цими рисками (одинацями валентності) сполучаємо атом Сульфуру з чотирма двовалентними атомами Оксигену. Двом атомам «виділяємо» по дві риси, а для двох інших залишається по одній:



До лівого і правого атомів Оксигену додаємо по одній рисці й дописуємо по атому Гідрогену:



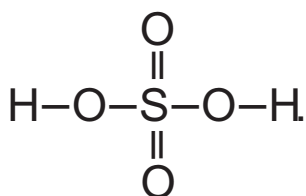
2-й спосіб. Оскільки кислота H_2SO_4 є двооснóвною, в її хімічній формулі виокремлюємо дві групи атомів OH :



Гідроксильна група одновалентна: $-\text{O}-\text{H}$. З'єднуємо рисою кожну таку групу з атомом Сульфору:



Кожний із двох атомів Оксигену, що залишилися, сполучаємо з атомом Сульфору двома рисками:



- Складіть графічну формулу молекули кислоти H_3PO_4 .

Назви кислот. Кислоти мають хімічні й тривіальні назви (табл. 7).

Назва кислоти складається із двох слів. Друге слово в усіх назвах — «кислота».

Найважливіші кислоти

Формула	Назва*	
	хімічна	тривіальна
HF	Фторидна	Фтороводнева, плавикова
HCl	Хлоридна	Хлороводнева, соляна ¹
H ₂ S	Сульфідна	Сірководнева
HNO ₂	Нітритна	Азотиста
HNO ₃	Нітратна	Азотна
H ₂ CO ₃	Карбонатна	Вугільна
H ₂ SiO ₃	Метасилікатна	Кремнієва
H ₂ SO ₃	Сульфітна	Сірчиста
H ₂ SO ₄	Сульфатна	Сірчана
H ₃ PO ₄	Ортофосфатна	Фосфорна

* Наведено перші слова назв.

Перше слово хімічної назви кислоти походить від назви кислототворного елемента (хлоридна кислота — сполука Хлору). У цьому слові в разі безоксигенової кислоти міститься суфікс «ід» або «ид»: H₂S — сульфідна кислота. У хімічних назвах оксигеновмісних кислот суфікси інші. Якщо кислототворний елемент виявляє у сполуці свою найвищу валентність, обирають суфікс

¹ Кислоту названо соляною, оскільки раніше її добували із солі NaCl.

«ат» ($\text{H}_2\overset{\text{VI}}{\text{S}}\text{O}_4$ — сульфатна кислота), а якщо нижчу — «іт» або «ит» ($\text{H}_2\overset{\text{IV}}{\text{S}}\text{O}_3$ — сульфїтна кислота). Хімічні назви кислот H_2SiO_3 і H_3PO_4 містять ще й префікси «мета», «орто» (табл. 7).

Тривіальні назви більшості кислот походять від назв простих речовин або сполук елементів із Гідрогеном.

Поширеність кислот у природі. На нашій планеті трапляється чимало кислот. Карбонатна кислота утворюється в результаті розчинення у природній воді вуглекислого газу CO_2 . Під час вивержень вулканів в атмосферу надходять сірководень H_2S і сірчистий газ SO_2 . Перша сполука, розчиняючись у воді, утворює сульфідну кислоту, а друга, реагуючи з водою, — сульфїтну. Шлунковий сік містить хлоридну кислоту.

Рослинний і тваринний світ багатий на кислоти, які належать до органічних сполук. Лимонна, яблучна, щавлева кислоти містяться в деяких фруктах, ягодах, овочах (мал. 43), мурашина кислота — в мурахах



Мал. 43.
Природні джерела
органічних кислот

(тому їхні укуси досить відчутні), кропиві. Коли скисають молоко й вино, утворюються, відповідно, молочна й оцтова кислоти. Молочна кислота також є у квашеній капусті, силосі для худоби, організмах тварин, людини.

ВИСНОВКИ

Кислота — сполука, молекула якої містить один або кілька атомів Гідрогену, що можуть під час реакцій заміщуватися на атоми (йони) металічного елемента.

Розрізняють безоксигенові кислоти (загальна формула H_nE) та оксигеновмісні ($H_mE O_n$). За кількістю здатних до заміщення атомів Гідрогену в молекулі кислоти поділяють на одноосновні, двоосновні, триосновні.

Для оксигеновмісної кислоти існує відповідний (кислотний) оксид. В обох сполуках кислототворний елемент виявляє одне й те саме значення валентності.

Кислоти мають хімічні й тривіальні назви.

Кислоти поширені в природі.



168. Наведіть означення кислоти. Що таке кислотний залишок?

169. У формулах кислот H_2Te , HNO_2 , H_3AsO_4 підкресліть кислотні залишки і вкажіть їхню валентність.

170. За якими ознаками класифікують кислоти?

171. Запишіть формули кислот HClO_3 , HBr , H_2TeO_3 , HF , HNO_2 , H_2Se , H_3AsO_4 у відповідні стовпчики таблиці:

Кислоти				
оксигено- вмісні	без- оксигенові	одно- основні	дво- основні	три- основні

172. Складіть графічні формули молекул кислот HI , HClO , H_2TeO_3 .

173. Зобразіть графічні формули молекул кислот HIO_3 і H_2TeO_4 , попередньо виокремивши в хімічних формулах гідроксильні групи. Які значення валентності виявляють кислототворні елементи в цих сполуках? Запишіть хімічні формули відповідних оксидів Йоду і Телуру.

174. Установіть відповідність:

<i>Формула кислоти</i>	<i>Назва кислоти</i>
1) H_2SeO_3 ;	а) селенідна;
2) H_2Se ;	б) селенатна;
3) H_2SeO_4 ;	в) селенітна.

175. Яка кількість речовини кожного хімічного елемента міститься (усно):

а) в 0,1 моль нітратної кислоти;

б) в 0,5 моль сульфатної кислоти?

176. Взято 6,2 г борної кислоти H_3BO_3 . Визначте кількість речовини кислоти. (Усно.)

177. Обчисліть масові частки хімічних елементів у фторидній кислоті. (Усно.)

178. Існують дві оксигеновмісні кислоти з однаковими значеннями молярних мас — 98 г/моль. Назвіть ці кислоти і напишіть їхні хімічні формули.

25 Солі

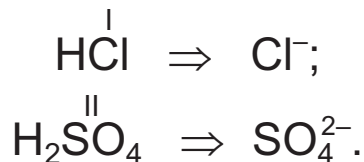
Матеріал параграфу допоможе вам:

- з'ясувати, що таке солі;
- складати формули і хімічні назви солей;
- дізнатися про поширеність солей у природі.

Склад і формули солей. До класу солей належить сполука, яку ми використовуємо щодня. Це — кухонна сіль NaCl. Вам відомо, що вона складається з йонів Na^+ і Cl^- . На дошці ви пишете крейдою CaCO_3 . Її також зараховують до солей. У крейді містяться йони Ca^{2+} і CO_3^{2-} .

Солі — сполуки, складниками яких є катіони металічних елементів та аніони кислотних залишків.

Йон кислотного залишку має негативний заряд, значення якого збігається зі значенням валентності залишку:



Солі, як і кислоти, мають дві загальні формули — $M_m A_n$ і $M_m(\text{EO}_n)_p$. Першій формулі відповідають солі, що містять йони кислотних залишків безоксигенових кислот, а другій — солі, аніони яких походять від

Солі
 $M_m A_n$
 $M_m(\text{EO}_n)_p$

оксигеновмісних кислот. Приклади формул солей: LiF, CaS, NaNO₃, Al₂(SO₄)₃.

Для того щоб скласти формулу солі, потрібно знати заряди катіона й аніона, а також зважати на те, що сполука є електронейтральною. Відповідну вправу розглянуто в § 14. Для з'ясування значень зарядів йонів можна використовувати таблицю розчинності неорганічних сполук (форзац II).

- Складіть формулу солі, яка містить йони Fe³⁺ і NO₃⁻.

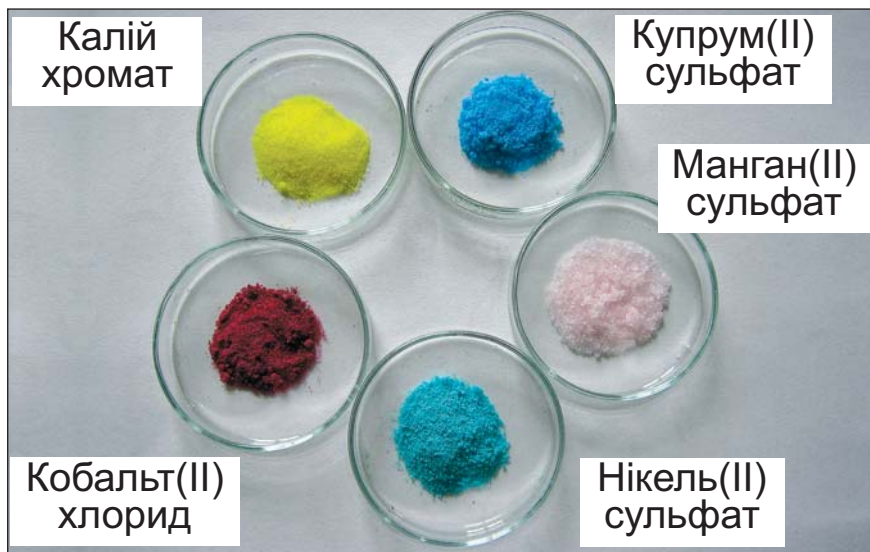
Графічні формули для солей, як і для інших йонних сполук, не використовують.

Назви солей. Кожна сіль має хімічну назву, а деякі солі — ще й тривіальні назви (табл. 8). Хімічна назва солі складається із двох слів. Перше слово є назвою металічного елемента, а друге походить від хімічної назви відповідної кислоти. Якщо металічний елемент утворює катіони з різними зарядами, то значення

Таблиця 8

Формули та назви солей

Формула	Назва	
	хімічна	тривіальна
KNO ₃	Калій нітрат	Калійна селітра
K ₂ CO ₃	Калій карбонат	Пóташ
CaF ₂	Кальцій фторид	Флюорит (мінерал)
FeCl ₂	Ферум(II) хлорид	—
Fe ₂ (SO ₄) ₃	Ферум(III) сульфат	—



Мал. 44.
Солі¹

заряду вказують після назви елемента римською цифрою в дужках (табл. 8, мал. 44). За відмінками змінюється лише друге слово хімічної назви солі.

- Дайте хімічні назви солям, що мають такі формули: KF , $PbCO_3$, $Ba_3(PO_4)_2$, $CrCl_3$.

Існують солі, які походять від амонійної основи NH_4OH (с. 13). У їхньому складі є катіони амонію NH_4^+ .

Приклади таких сполук:

NH_4Cl — амоній хлорид;

$(NH_4)_2SO_4$ — амоній сульфат;

NH_4NO_3 — амоній нітрат.

Дві останні сполуки застосовують як добрива.

Поширеність солей у природі. У земній корі міститься багато солей (мал. 45). Більшість цих сполук — силікати. Серед них є й дорогоцінні камені: блакитний

¹ У кристалах цих солей, за винятком калій хромату, містяться молекули води.



PbCrO_4



ZnS



BaSO_4

Мал. 45.

Кристали мінералів, що є солями

топаз (алюміній силікат), золотистий циркон (цирконій силікат), безбарвний фенакіт (берилій силікат) тощо.

Існує багато покладів натрій хлориду NaCl (кам'яна сіль), калій хлориду KCl (сильвін), кальцій карбонату CaCO_3 (крейда, вапняк, мармур). Ця сполука Кальцію становить основу черепашок, коралів, яєчної шкаралупи (мал. 46). Сульфіди ZnS , Cu_2S , PbS та інші є рудами — сировиною для виробництва металів.

Різні солі містяться в розчиненому стані в гідросфері. У морській воді переважають хлориди Натрію і Магнію, а у прісній — солі Кальцію і Магнію (здебільшого карбонатної та сульфатної кислот).



Мал. 46.

Кальцій карбонат у живій природі

ВИСНОВКИ

Сіль — йонна сполука, у складі якої містяться катіони металічного елемента й аніони кислотного залишку. Склад солей відповідає загальним формулам M_mA_n і $M_m(EO_n)_p$.

Кожна сіль має хімічну назву, а деякі солі — ще й тривіальні назви.

Солі дуже поширені в природі.



179. Які сполуки називають солями? Чим солі схожі за складом з основами і чим відрізняються від них?
180. Складіть формули солей, утворених такими йонами: Li^+ , Mg^{2+} , NO_3^- , CO_3^{2-} .
181. Запишіть у відповідні клітинки поданої нижче таблиці формули йонів, які містяться в солях $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, BaBr_2 , K_3PO_4 , Na_2S :

Катіони		Аніони	
одно-зарядні	багато-зарядні	одно-зарядні	багато-зарядні

182. Дайте назви солям, що мають такі формули: NaBr , Al_2S_3 , Li_2SO_4 , CaSO_3 .
183. Складіть формули цезій йодиду, алюміній фториду, хром(III) сульфату, літій ортофосфату.
184. Однакова чи різна кількість речовини аніонів міститься в 20 г CaCO_3 і в 20 г CaBr_2 ? (Усно.)
185. У порції натрій сульфату міститься 0,5 моль SO_4^{2-} -йонів. Визначте кількість речовини і масу йонів Натрію в цій порції сполуки. (Усно.)

186. Де міститься найбільша сумарна кількість йонів — в 1 моль алюміній сульфату, 2 моль ферум(III) нітрату, 3 моль барій хлориду чи 4 моль літій фториду?
187. Для дослідів узяли однакові маси ферум(III) ортофосфату, натрій хлориду та кальцій карбонату. Зіставте сумарні кількості йонів у цих порціях солей та виберіть правильну відповідь:
- а) найбільше йонів у порції ферум(III) ортофосфату;
 - б) найбільше йонів у порції натрій хлориду;
 - в) найбільше йонів у порції кальцій карбонату;
 - г) у взятих порціях солей однакова кількість йонів.

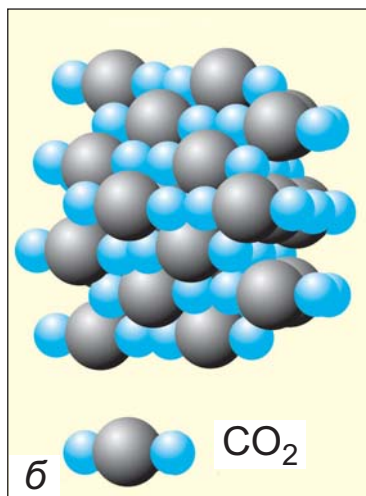
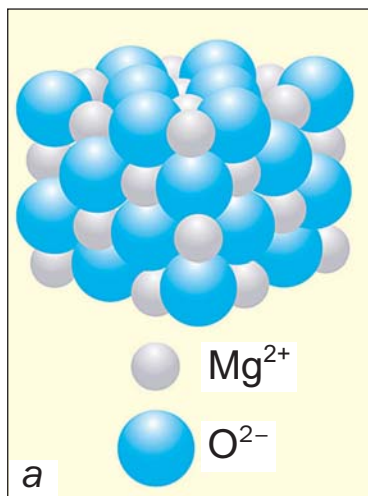
26 Будова, властивості та використання оксидів

Матеріал параграфу допоможе вам:

- з'ясувати, як залежать фізичні властивості оксидів від їхньої будови;
- засвоїти хімічні властивості основних і кислотних оксидів;
- зрозуміти, що таке реакція обміну;
- дізнатися про сфери застосування оксидів.

Будова та фізичні властивості оксидів. Фізичні властивості оксидів, як і інших речовин, залежать від того, з яких частинок вони складаються — атомів, молекул чи йонів.

Оснóвні оксиди мають йонну будову (мал. 47, а). Протилежно заряджені йони сильно притягуються



Мал. 47.
Моделі будови:
а — магній
оксиду;
б — карбон(IV)
оксиду у
твердому стані

один до одного. Тому ці оксиди за звичайних умов є твердими речовинами, плавляться за високої температури (табл. 9). Більшість йонних оксидів не розчиняється у воді, а інші, розчиняючись, реагують із нею.

Майже всі кислотні оксиди складаються з молекул (мал. 47, б). Оскільки притягання між молекулами слабе, температури плавлення (табл. 9) і кипіння цих сполук невисокі, а їхній агрегатний стан за звичайних умов різний. Чимало кислотних оксидів є леткими, розчинними у воді (під час їх розчинення відбуваються хімічні реакції), деякі мають запах.

Цікаво знати

За звичайних умов оксиди H_2O , SO_3 , Cl_2O_7 , Mn_2O_7 є рідинами.

Силіцій(IV) оксид SiO_2 і кілька інших оксидів мають атомну будову. Це тверді речовини з високими температурами плавлення (табл. 9) і кипіння. Вони не розчиняються у воді.

Хімічні властивості оксидів. Здатність оксиду до взаємодії з іншими речовинами залежить від

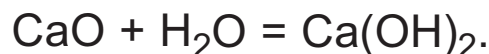
Будова і температури плавлення деяких оксидів

Хімічна формула	Будова оксиду	Температура плавлення, °С
CaO	Йонна	2613
Li ₂ O		1438
H ₂ O	Молекулярна	0
SO ₂		-75
SiO ₂	Атомна	1710

його типу. Розглянемо хімічні перетворення, реагентами в яких є основні та кислотні оксиди. Ви вже знаєте, що основними називають оксиди, які відповідають основам, а кислотними — ті, що відповідають кислотам.

Реакції за участю основних оксидів

Реакції з водою. Вам відомо, що серед основних оксидів лише сполуки лужних і лужноземельних елементів взаємодіють із водою, утворюючи основи (луги). Така реакція відбувається, наприклад, коли змішують негашене вапно CaO і воду:

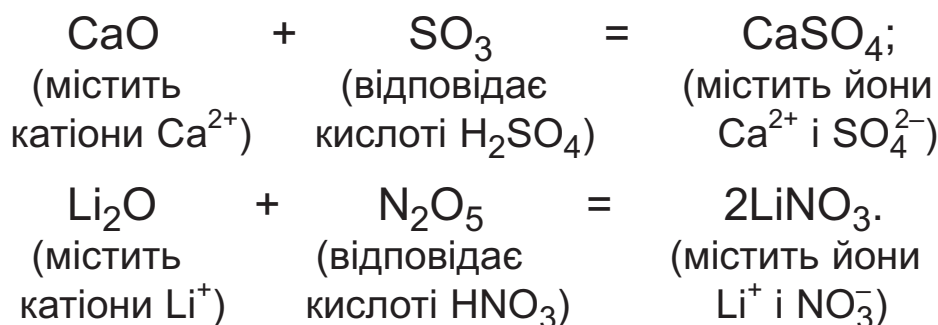


Вивести формулу її продукту (основи) можна, зважаючи на заряди катіона металічного елемента і гідроксид-аніона.

► Складіть рівняння реакції літій оксиду з водою.

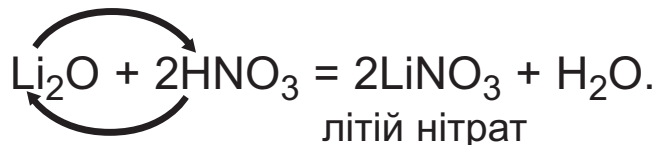
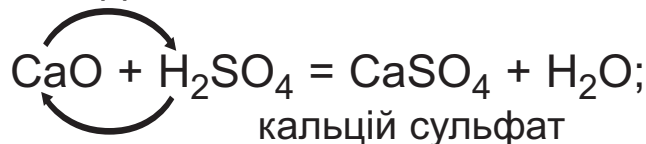
Реакції з кислотними оксидами. Оснóвні оксиди взаємодіють зі сполуками протилежного хімічного характеру, тобто такими, які мають кислотні властивості. Серед них — кислотні оксиди.

Продуктом реакції між оснóвним і кислотним оксидами є сіль. Вона складається з катіонів металічного елемента, що містилися в оснóвному оксиді, та аніонів залишку кислоти, яка походить від кислотного оксиду. Приклади хімічних рівнянь:



- Складіть рівняння реакції кальцій оксиду з нітроген(V) оксидом.

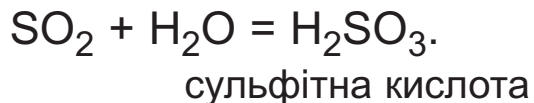
Реакції з кислотами. Оснóвні оксиди взаємодіють не лише з кислотними оксидами, а й із кислотами з утворенням солей і води:



Реакції, під час яких сполуки обмінюються своїми складниками, називають реакціями обміну.

Реакції за участю кислотних оксидів

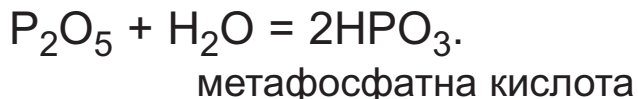
Реакції з водою. Майже всі кислотні оксиди взаємодіють з водою (виняток — оксид SiO_2) з утворенням оксигеновмісних кислот:



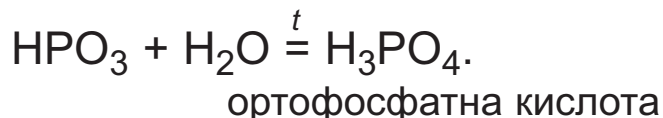
Формули кислот — продуктів реакцій кислотних оксидів із водою — виводять, складаючи разом усі атоми, наявні у формулах реагентів.

- Складіть рівняння реакції нітроген(V) оксиду з водою.

Взаємодія фосфор(V) оксиду з водою має певні особливості. За звичайних умов відбувається реакція



Її продукт під час нагрівання перетворюється на іншу кислоту:

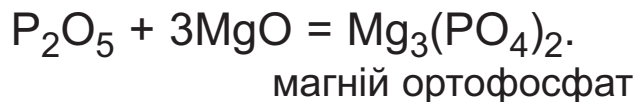


Часто записують «сумарне» хімічне рівняння:

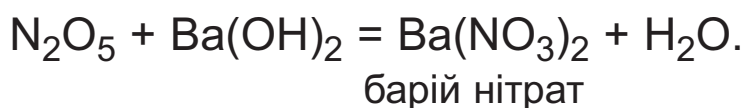
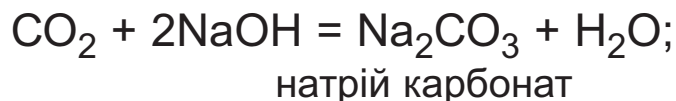


Реакції з оснóвними оксидами. Кислотні оксиди взаємодіють зі сполуками протилежного хімічного характеру — оснóвними оксидами та основами.

Про реакції між кислотними й основними оксидами йшлося вище. Наводимо рівняння ще однієї реакції за участю оксиду P_2O_5 :



Реакції з основами. Кислотні оксиди взаємодіють з основами з утворенням солей і води:



Кожна сіль походить від кислоти, яка відповідає кислотному оксиду.

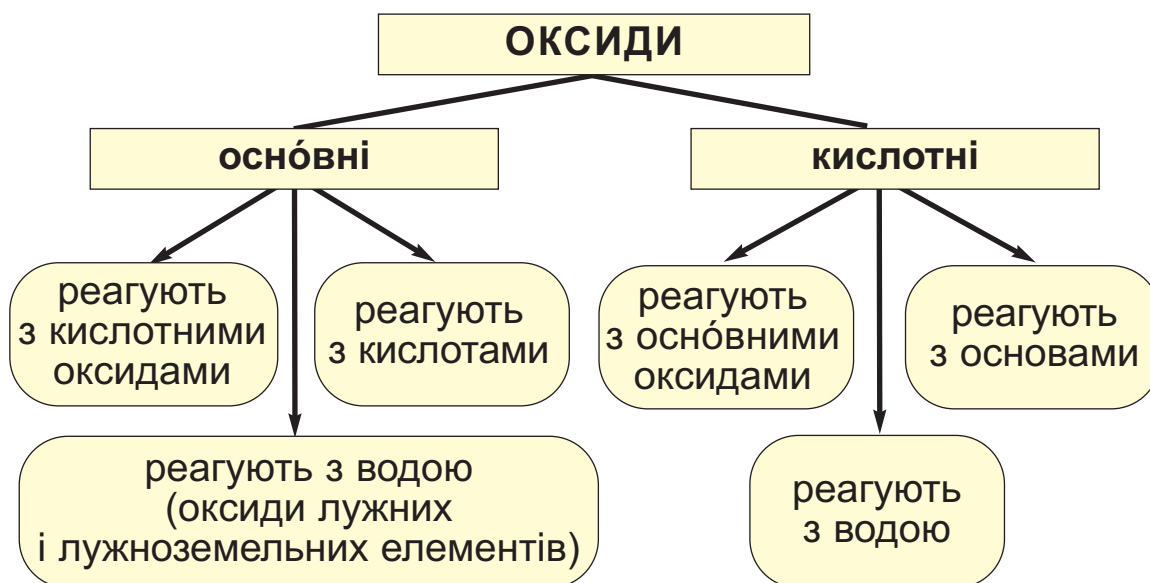
- Складіть рівняння реакції між сульфур(IV) оксидом і кальцій гідроксидом.

Викладений матеріал узагальнює схема 7.

Чимало оксидів металічних елементів виявляють і основні, і кислотні властивості. Реакції за участю цих сполук розглянуто в § 30.

Використання оксидів. На практиці застосовують десятки оксидів. Кожен із вас знає, що найбільш уживаний оксид — вода. Із залізних руд (вони містять оксиди Феруму) добувають залізо. Кварц SiO_2 є сировиною для виробництва кварцового скла, яке, на відміну від звичайного, пропускає ультрафіолетові промені (під кварцовою лампою можна засмагати, як під сонцем). Пісок, що складається переважно з оксиду SiO_2 , використовують у виробництві скла, кераміки, а також, як і негашене

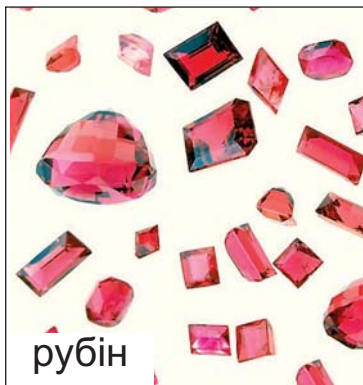
Хімічні властивості оксидів



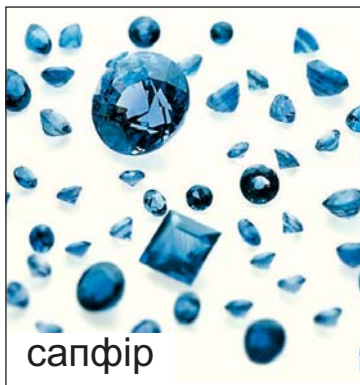
вапно CaO , у будівництві. Чимало оксидів використовують як реагенти на хімічних заводах. Кристали корунду Al_2O_3 мають високу твердість. Порошок цієї сполуки використовують як абразивний матеріал для обробки металевих, керамічних та інших поверхонь. Деякі оксиди є основою фарб: Fe_2O_3 — коричневої, Cr_2O_3 — зеленої, TiO_2 або ZnO — білої. Забарвлені природні та штучні кристали алюміній оксиду — рубін (містить домішку Cr_2O_3), сапфір (містить домішки оксидів Феруму і Титану), а також силіцій(IV) оксиду — аметист (містить домішки оксидів Феруму) — використовують для виробництва ювелірних прикрас (мал. 48).

ВИСНОВКИ

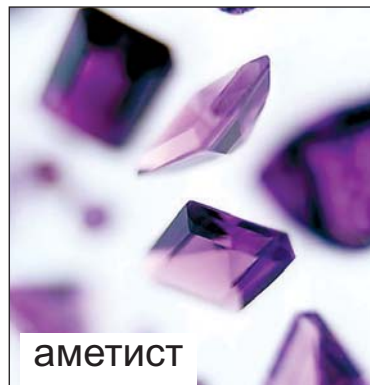
Оснóвні оксиди мають йонну будову. Вони є твердими речовинами, більшість із них не розчи-



рубін



сапфір



аметист

Мал. 48.
Дорогоцінне каміння

няється у воді. Оснóвні оксиди взаємодіють із кислотними оксидами, кислотами, а з водою реагують лише оксиди лужних і лужноземельних елементів.

Кислотні оксиди складаються з молекул. Ці сполуки перебувають у різних агрегатних станах, мають невисокі температури плавлення і кипіння, розчиняються у воді, деякі мають запах. Кислотні оксиди реагують з водою, оснóвними оксидами, основами.

Реакції, під час яких сполуки обмінюються своїми складниками, називають реакціями обміну.

Багато оксидів набули широкого використання в різних сферах.

?

188. Яка зі сполук — Cl_2O чи Li_2O — за звичайних умов є газом і має запах? Поясніть свій вибір.

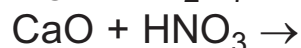
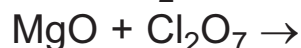
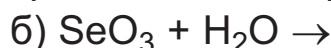
189. Серед наведених оксидів укажіть йонні речовини: P_2O_3 , Cl_2O_7 , K_2O , BaO , SO_3 .

190. Розмістіть формули оксидів Li_2O , Cu_2O , Cl_2O_7 , MgO , SiO_2 , FeO і SO_2 у відповідні клітинки таблиці:

Оксиди	
основні	кислотні

191. Назвіть усі основні оксиди, які реагують із водою. Запишіть два загальних рівняння таких реакцій, позначивши оксиди формулами M_2O і MO .

192. Допишіть схеми реакцій і перетворіть їх на хімічні рівняння:



193. Визначте, з якими речовинами правого стовпчика може реагувати кожна речовина лівого стовпчика, і наведіть відповідні хімічні рівняння:

барій оксид

нітратна кислота

фосфор(V) оксид

калій гідроксид

карбон(IV) оксид

кальцій оксид

бромідна кислота

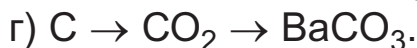
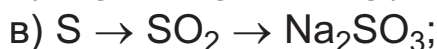
194. Складіть рівняння реакцій, під час яких утворюється літій ортофосфат, якщо реагентами є:

а) два оксиди;

в) оксид і основа.

б) оксид і кислота;

195. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі послідовні перетворення:



196. За матеріалами з інтернету підготуйте повідомлення про застосування вуглекислого газу.

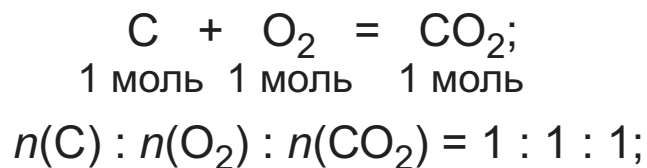
27 Розрахунки за хімічними рівняннями

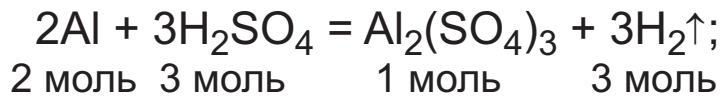
Матеріал параграфа допоможе вам:

- обчислювати кількості речовини, маси та об'єми реагентів і продуктів реакцій за хімічними рівняннями;
- розширити навички з розв'язування розрахункових задач.

У середні віки алхіміки не знали, що за допомогою обчислень можна наперед дізнатися, яка маса речовини має реагувати чи утворитися. Вони брали для експериментів довільні порції реагентів і за їхніми залишками визначали масу кожної речовини, що прореагувала. Нині розрахунки не лише мас реагентів і продуктів реакцій, а й об'ємів газів виконують за хімічними рівняннями. Для цього використовують значення відносних атомних, молекулярних мас або молярних мас. Завдяки таким розрахункам хіміки, інженери-технологи можуть цілеспрямовано здійснювати хімічні перетворення, добувати продукти реакцій у необхідній кількості, уникати надлишку речовин-реагентів.

У цьому параграфі розглянуто розв'язування задач із використанням хімічних рівнянь. Зауважимо, що коефіцієнти в рівняннях указують на співвідношення кількостей речовини реагентів і продуктів реакцій:





$$n(\text{Al}) : n(\text{H}_2\text{SO}_4) : n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) : n(\text{H}_2) = 2 : 3 : 1 : 3.$$

ЗАДАЧА 1. Обчислити кількість речовини літій гідроксиду, що утворюється під час реакції 4 моль літій оксиду з достатньою кількістю води.

Дано:

$$n(\text{Li}_2\text{O}) = 4 \text{ моль}$$

$$n(\text{LiOH}) \text{ — ?}$$

Розв'язання

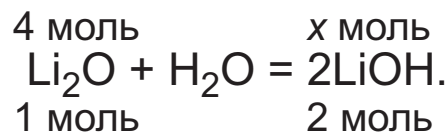
1. Складаємо хімічне рівняння:



За рівнянням реакції із певної кількості речовини літій оксиду утворюється вдвічі більша кількість речовини літій гідроксиду.

2. Готуємо запис для складання пропорції.

Указуємо під формулами сполук Li_2O і LiOH їхні кількості речовини згідно з коефіцієнтами в хімічному рівнянні (1 моль і 2 моль відповідно), а над формулами — наведено в умові задачі кількість речовини оксиду (4 моль) і невідому кількість речовини гідроксиду (x моль):



3. Розраховуємо кількість речовини літій гідроксиду.

Складаємо пропорцію й розв'язуємо її:
за рівнянням реакції
з 1 моль Li_2O утворюється 2 моль LiOH ,
за умовою задачі

$$\text{із 4 моль } \text{Li}_2\text{O} \quad \text{—} \quad x \text{ моль } \text{LiOH};$$
$$\frac{1}{4} = \frac{2}{x}; \quad x = n(\text{LiOH}) = \frac{4 \cdot 2}{1} = 8 \text{ (моль)}.$$

Відповідь: $n(\text{LiOH}) = 8$ моль.

ЗАДАЧА 2. Розрахувати масу вуглекислого газу, що про-
реагує із 28 г кальцій оксиду.

Дано:

$$m(\text{CaO}) = 28 \text{ г}$$

$$m(\text{CO}_2) \text{ — ?}$$

Розв'язання

1-й спосіб

1. Складаємо хімічне рівняння:



Згідно з рівнянням, реагують однакові
кількості речовини оксидів, наприклад
1 моль CaO і 1 моль CO_2 .

2. Обчислюємо молярні маси речовин,
вказаних в умові задачі:

$$M(\text{CaO}) = 56 \text{ г/моль};$$

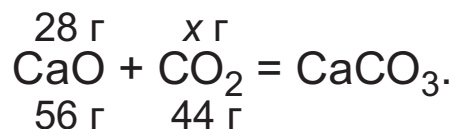
$$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль}.$$

Маса 1 моль CaO становить 56 г, а
1 моль CO_2 — 44 г.

3. Готуємо запис для складання про-
порції.

Записуємо під формулами реагентів
у хімічному рівнянні маси 1 моль кож-
ної сполуки, а над формулами —
відому з умови задачі масу кальцій

оксиду та невідому масу вуглекислого газу:



4. Обчислюємо масу вуглекислого газу.
Складаємо пропорцію й розв'язуємо її:
за рівнянням реакції

56 г CaO реагують із 44 г CO₂,
за умовою задачі

$$28 \text{ г CaO} \quad \text{—} \quad z \text{ г CO}_2;$$
$$\frac{56}{28} = \frac{44}{x}; \quad x = m(\text{CO}_2) = \frac{28 \cdot 44}{56} = 22 \text{ (г)}.$$

2-й спосіб

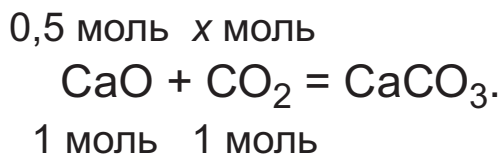
1. Складаємо хімічне рівняння:



2. Розраховуємо кількість речовини кальцій оксиду:

$$n(\text{CaO}) = \frac{m(\text{CaO})}{M(\text{CaO})} = \frac{28 \text{ г}}{56 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль}.$$

3. Записуємо під формулами реагентів у хімічному рівнянні їхні кількості речовини згідно з коефіцієнтами, а над формулами — обчислену кількість речовини кальцій оксиду й невідому кількість речовини вуглекислого газу:



4. Обчислюємо за допомогою пропорції кількість речовини вуглекислого газу:

$$x = n(\text{CO}_2) = \frac{0,5 \cdot 1}{1} = 0,5 \text{ (моль)}.$$

5. Розраховуємо масу вуглекислого газу:

$$\begin{aligned} m(\text{CO}_2) &= n(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) = \\ &= 0,5 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 22 \text{ г.} \end{aligned}$$

Відповідь: $m(\text{CO}_2) = 22 \text{ г.}$

ЗАДАЧА 3. Визначити об'єм сірчистого газу (н. у.), який про-реагує з натрій гідроксидом у разі утворення натрій сульфїту кількістю речовини 0,2 моль.

Дано:

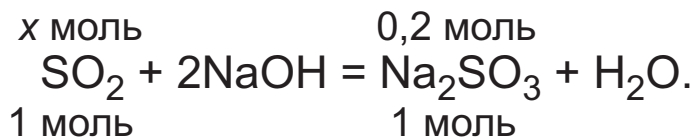
$$\begin{aligned} n(\text{Na}_2\text{SO}_3) &= \\ &= 0,2 \text{ моль} \end{aligned}$$

н. у.

$$V(\text{SO}_2) \text{ — ?}$$

Розв'язання

1. Записуємо хімічне рівняння і готуємо запис для складання пропорції:



2. Визначаємо кількість речовини SO_2 .

Складаємо пропорцію і розв'язуємо її:

із 1 моль SO_2 утворюється 1 моль Na_2SO_3 ,
із x моль SO_2 — 0,2 моль Na_2SO_3 ;

$$x = n(\text{SO}_2) = \frac{1 \cdot 0,2}{1} = 0,2 \text{ (моль)}.$$

3. Обчислюємо об'єм сірчистого газу за нормальних умов:

$$\begin{aligned} V(\text{SO}_2) &= n(\text{SO}_2) \cdot V_M = \\ &= 0,2 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 4,48 \text{ л.} \end{aligned}$$

Відповідь: $V(\text{SO}_2) = 4,48 \text{ л.}$

У деяких задачах ідеться про дві реакції, що відбуваються одночасно. Найчастіше такі задачі розв'язують, складаючи математичне рівняння з одним невідомим.

ЗАДАЧА 4. Після додавання достатньої кількості води до 11,6 г суміші оксидів Літію і Кальцію утворилося 17,0 г суміші гідроксидів. Обчислити маси оксидів у суміші.

Дано:

$m(\text{Li}_2\text{O}, \text{CaO}) = 11,6 \text{ г}$
 $m(\text{LiOH}, \text{Ca(OH)}_2) = 17,0 \text{ г}$

$m(\text{Li}_2\text{O}) — ?$
 $m(\text{CaO}) — ?$

Розв'язання

1. Приймаємо масу літій оксиду за x г.

Тоді:

$$m(\text{CaO}) = m(\text{Li}_2\text{O}, \text{CaO}) - m(\text{Li}_2\text{O}) = 11,6 - x \text{ (г)}.$$

2. Обчислюємо молярні маси оксидів і гідроксидів Літію та Кальцію:

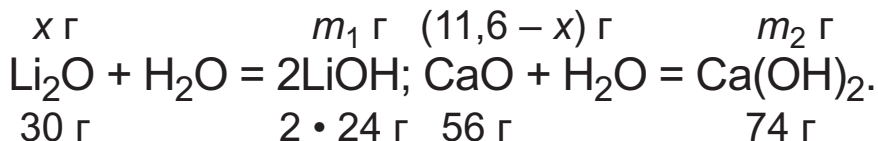
$$M(\text{Li}_2\text{O}) = 30 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{LiOH}) = 24 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{CaO}) = 56 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{Ca(OH)}_2) = 74 \text{ г/моль}.$$

3. Складаємо рівняння реакцій із записами мас реагентів і продуктів, позначивши невідомі маси сполук LiOH і Ca(OH)_2 через m_1 і m_2 відповідно:



4. Записуємо дві пропорції та виводимо математичні вирази для мас гідроксидів:

$$\frac{x}{30} = \frac{m_1}{2 \cdot 24}; \quad \frac{11,6 - x}{56} = \frac{m_2}{74};$$

$$m_1 = m(\text{LiOH}) = \frac{2 \cdot 24x}{30} = 1,6x;$$

$$m_2 = m(\text{Ca(OH)}_2) = \frac{(11,6 - x) \cdot 74}{56} = \\ = 15,3 - 1,32x.$$

5. Обчислюємо маси оксидів:

$$m_1 + m_2 = m(\text{LiOH}) + m(\text{Ca(OH)}_2) = 17,0;$$

$$1,6x + 15,3 - 1,32x = 17,0;$$

$$x = m(\text{Li}_2\text{O}) = 6,07 \text{ (г)};$$

$$m(\text{CaO}) = 11,6 - 6,07 = 5,53 \text{ (г)}.$$

Відповідь: $m(\text{Li}_2\text{O}) = 6,07 \text{ г}; m(\text{CaO}) = 5,53 \text{ г}.$

ВИСНОВКИ

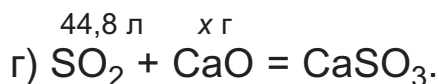
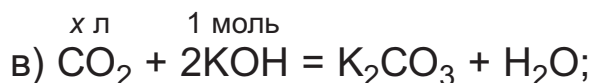
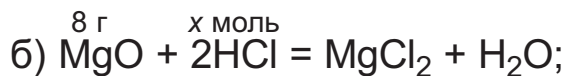
Для того щоб обчислювати маси, кількості речовини реагентів і продуктів реакцій, об'єми газів, що взаємодіють або утворюються, використовують хімічні рівняння.

Розв'язування задач здійснюють складанням пропорцій, а також за формулами, які відображають зв'язок між відповідними фізичними величинами.



197. У наведених записах визначте відповідні значення x (усно):





198. Обчисліть кількість речовини фосфор(V) оксиду, яка утвориться після взаємодії 0,1 моль фосфору з достатньою кількістю кисню.
199. Реакція відбувається за рівнянням $A + 3B = 2B + 3Г$. Які кількості речовини B і $Г$ утворяться, якщо прореагує:
- 0,1 моль A ;
 - 6 моль B ? (Усно.)
200. Яка маса магній оксиду утворилася під час спалювання 12 г магнію? (Усно.)
201. Визначте об'єм сірчистого газу SO_2 (н. у.), який добуто після спалювання 16 г сірки. (Усно.)
202. Обчисліть масу кальцій нітрату, що утворився в результаті взаємодії 50 г 10 %-го розчину нітратної кислоти з кальцій оксидом.
203. Визначте об'єм вуглекислого газу (н. у.), необхідний для повного перетворення 37 г кальцій гідроксиду на кальцій карбонат.
204. Після додавання надлишку води до суміші оксидів Фосфору(V) і Силіцію(IV) утворилося 98 г ортофосфатної кислоти і залишилось 20 г твердої речовини. Обчисліть масу фосфор(V) оксиду та його масову частку в суміші оксидів.
205. Літій оксид масою 20 г додали у воду масою 180 г. Обчисліть масову частку луку в утвореному розчині, якщо оксид повністю прореагував з водою.
206. У результаті реакції 1,52 г суміші сірчистого і вуглекислого газів із барій оксидом утворилося 6,11 г суміші солей. Визначте маси газів у суміші.

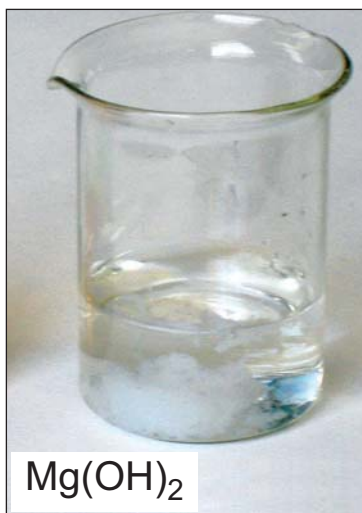
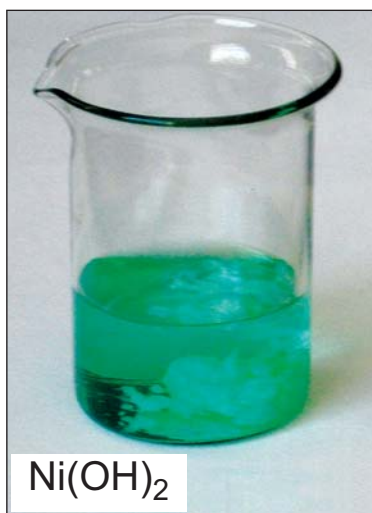
28 Властивості та використання основ

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати фізичні властивості основ;
- засвоїти хімічні властивості основ;
- прогнозувати можливість реакції лугу із сіллю;
- дізнатися про сфери використання лугів.

Фізичні властивості основ. Вам відомо, що кожна основа складається із позитивно заряджених йонів металічного елемента і гідроксид-іонів OH^- . Основи, як і йонні оксиди, за звичайних умов є твердими речовинами. Вони повинні мати досить високі температури плавлення. Однак за помірного нагрівання майже всі основи розкладаються на відповідний оксид і воду. Розплавити можна лише гідроксиди Натрію і Калію (температури плавлення цих сполук становлять, відповідно, 318 і 380 °С).

Більшість основ не розчиняється у воді (мал. 49). Малорозчинними є гідроксиди $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і



Мал. 49.
Осади основ, що утворилися під час хімічних реакцій у розчинах

$\text{Sr}(\text{OH})_2$, а добре розчинними — основи, утворені лужними елементами (Li, Na, K, Rb, Cs), і сполука $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Ви знаєте, що водорозчинні основи називають лугами.

Луги та їхні розчини «роз’їдають» багато матеріалів, милкі на дотик, спричиняють серйозні опіки шкіри, слизових оболонок, сильно вражають очі (мал. 50). Тому натрій гідроксид має тривіальну назву «їдкий натр».

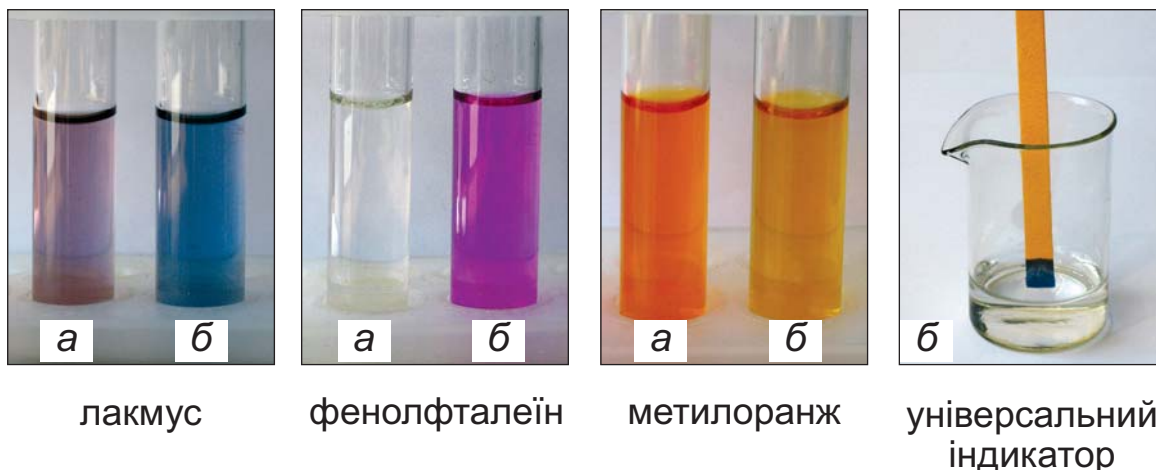


Мал. 50.
Знак небезпеки на етикетці банки з натрій гідроксидом

Працюючи з лугами та їхніми розчинами, будьте особливо обережними. Якщо розчин лугу потрапив на руку, потрібно негайно змити його великою кількістю проточної води і звернутися за допомогою до вчителя або лаборанта. Ви отримаєте розбавлений розчин певної речовини (наприклад, оцтової кислоти), яким обробить шкіру для знешкодження залишків лугу. Після цього руку добре змийте водою.

Хімічні властивості основ. Можливість перебігу реакцій за участю основ залежить від розчинності цих сполук у воді. Луги в хімічних перетвореннях значно активніші за нерозчинні основи, які, наприклад, із солями та деякими кислотами не реагують.

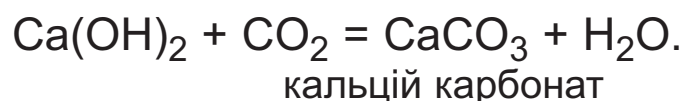
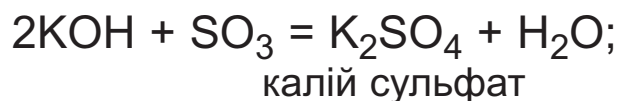
Дія на індикатори. Розчини лугів здатні змінювати забарвлення індикаторів (мал. 51). Відповідні досліди ви виконували в 7 класі. Нерозчинні основи на індикатори не діють.



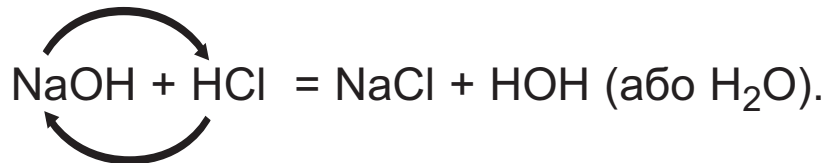
Мал. 51.

Забарвлення індикаторів у воді (а) та розчині лугу (б)

Реакції з кислотними оксидами. Розчинні й нерозчинні основи взаємодіють зі сполуками протилежного характеру, тобто такими, які мають кислотні властивості. Серед цих сполук — кислотні оксиди. Відповідні реакції було розглянуто в § 26. Наводимо додаткові приклади:



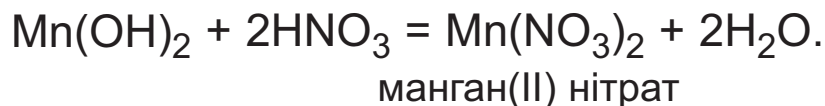
Реакції з кислотами. Під час взаємодії основи з кислотою сполуки обмінюються частинками, з яких вони складаються:



Це — реакція обміну.

З'ясувати, чи залишився луг після додавання певної порції кислоти, можна внесенням у рідину однієї-двох крапель розчину фенолфталеїну. Якщо малиновий колір не з'явиться, луг повністю прореагував із кислотою.

Приклад реакції нерозчинної основи з кислотою:



Реакцію між основою і кислотою називають реакцією нейтралізації.

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 2

Взаємодія лугу з кислотою в розчині

У пробірку з розчином натрій гідроксиду додайте 1—2 краплі розчину фенолфталеїну і додавайте по краплях за допомогою піпетки розбавлений розчин сульфатної кислоти, поки не зникне забарвлення. Вміст пробірки періодично перемішуйте скляною паличкою або струшуванням.

Чому розчин знебарвився?

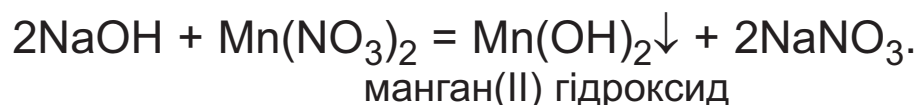
Напишіть відповідне хімічне рівняння.

Реакції лугів із солями. Взаємодія лугу із сіллю є реакцією обміну, яка відбувається в розчині. Продукти такої реакції — інші основа і сіль. *Сіль-реагент має бути розчинною у воді, а нова основа чи сіль — нерозчинною.*

З'ясуємо можливість перебігу реакції між натрій гідроксидом і манган(II) нітратом. Для цього скористаємось таблицею розчинності (наводимо її фрагмент):

Аніони	Катіони							
	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	...	Zn ²⁺	Mn ²⁺	Pb ²⁺	...
OH ⁻	р	р	р		н	н	н	
NO ₃ ⁻	р	р	р		р	р	р	

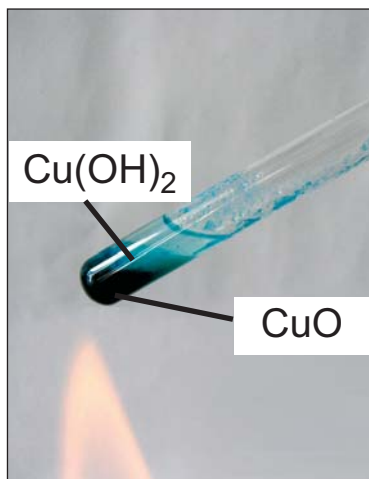
Луг NaOH і сіль Mn(NO₃)₂ розчиняються у воді. Вони обміняються своїми йонами в тому разі, якщо утвориться нерозчинна сполука. Нею є основа Mn(OH)₂, а нова сіль NaNO₃ перебуватиме в розчині. Отже, реакція в розчині між лугом і сіллю Мангану(II) відбувається:



- Чи взаємодіятиме барій гідроксид із калій карбонатом у розчині? У разі позитивної відповіді складіть хімічне рівняння.

Термічний розклад. Майже всі основи (крім гідроксидів Натрію і Калію) під час нагрівання розкладаються на відповідний оксид і воду (мал. 52):

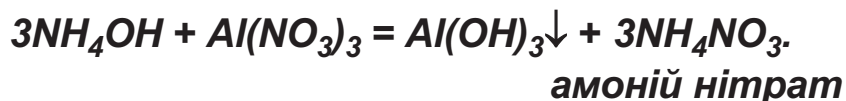
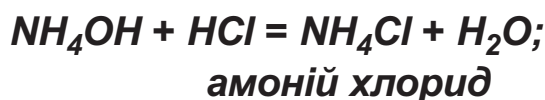
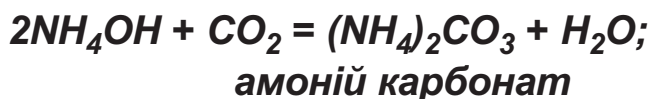




Мал. 52.

Термічний розклад
купрум(II) гідроксиду

Подібно до лугів змінює забарвлення індикаторів водний розчин амоніаку NH_3 (амонійна основа¹). Він взаємодіє з кислотними оксидами, кислотами, солями:

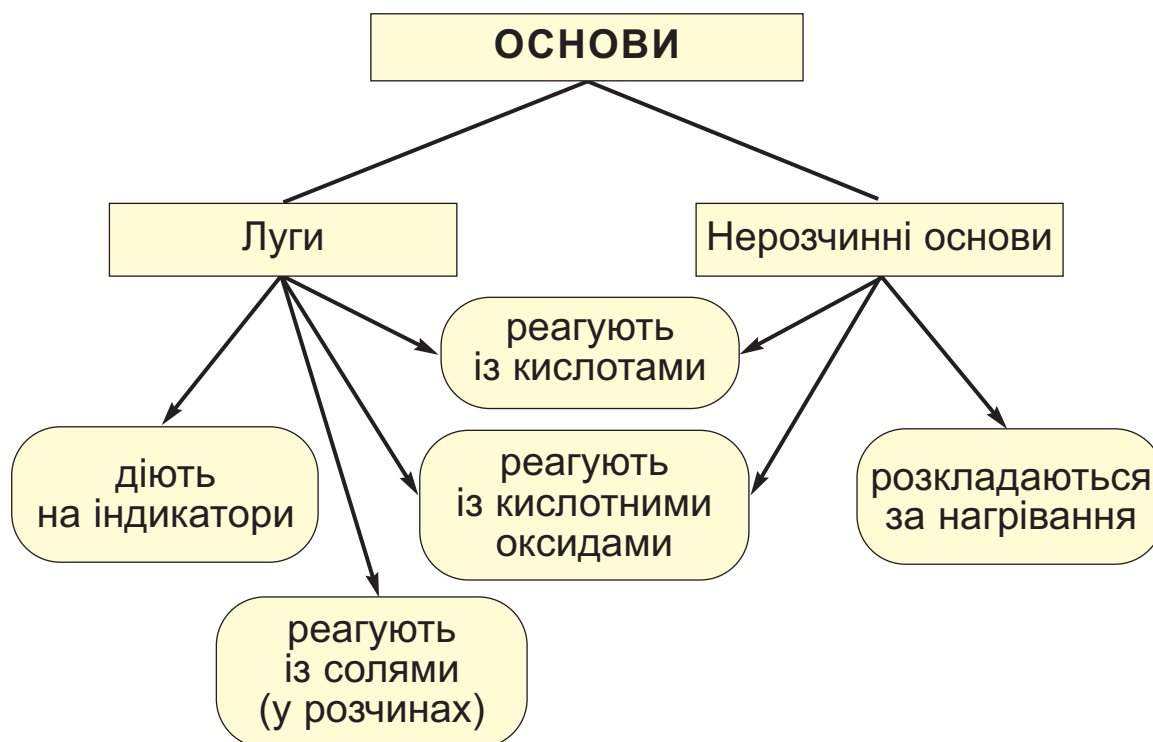


Викладений матеріал підсумовує схема 8.

Використання основ. Широкого застосування серед основ набули лише луги, передусім гідроксиди Кальцію і Натрію. У будівництві як в'язучий матеріал використовують кальцій гідроксид (гашене вапно). Його змішують із піском і водою, а виготовлену суміш наносять на цеглу, штукатурять нею стіни. Внаслідок реакцій гашеного вапна з вуглекислим газом і силіцій(IV) оксидом суміш твердне.

¹ Відомості про цю основу наведено на с. 13 під рубрикою «Для допитливих».

Хімічні властивості основ



► Складіть рівняння цих реакцій.

Кальцій гідроксид також застосовують у цукровій промисловості, сільському господарстві (для усунення надлишкової кислотності ґрунтів), для виготовлення кальцій карбонату — основного складника зубних паст, добування інших речовин. Натрій гідроксид використовують у виробництві мила (здійснюють реакції лугу із жирами), штучних волокон, паперу, ліків, у шкіряній промисловості, для очищення нафти тощо.

Цікаво знати

Магній гідроксид є компонентом деяких медичних препаратів і косметичних засобів.

ВИСНОВКИ

Основи — тверді речовини йонної будови. Більшість основ не розчиняється у воді. Водорозчинні основи (луги) змінюють забарвлення індикаторів.

Основи взаємодіють із кислотними оксидами і кислотами, а луги у розчинах — ще й із солями. Нерозчинні основи розкладаються під час нагрівання на відповідні оксиди і воду.

Реакцію між основою і кислотою називають реакцією нейтралізації.

На практиці використовують переважно гідроксиди Кальцію і Натрію.



207. Охарактеризуйте фізичні властивості основ.
208. Опишіть, як індикатори змінюють забарвлення в розчині за наявності в ньому лугу.
209. Наведіть приклади реакцій обміну, нейтралізації, розкладу за участю основ.
210. Допишіть схеми реакцій і складіть хімічні рівняння:
- | | |
|---|--|
| а) $\text{KOH} + \text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow$ | в) $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{SO}_3 \rightarrow$ |
| $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$ | $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$ |
| б) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ | г) $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$ |
| $\text{LiOH} + \text{NiCl}_2 \rightarrow$ | $\text{Bi}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t}$ |
211. Складіть рівняння реакцій (якщо вони можливі) між основами (лівий стовпчик) і солями (правий стовпчик):
- | | |
|----------------------|------------------|
| калій гідроксид | кальцій карбонат |
| манган(II) гідроксид | ферум(II) нітрат |
| барій гідроксид | натрій сульфат |

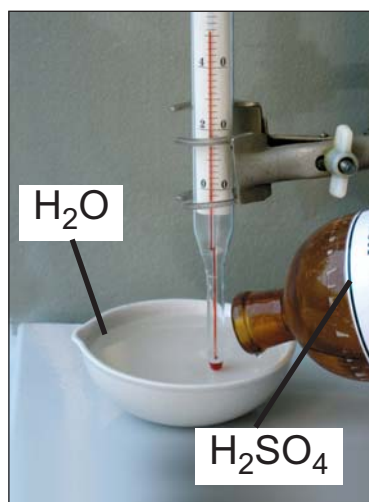
212. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі послідовні перетворення:
- $\text{Li}_2\text{O} \rightarrow \text{LiOH} \rightarrow \text{Li}_2\text{SO}_4$;
 - $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{CaBr}_2$.
213. Відшукайте в інтернеті інформацію про реактив, який називають вапняною водою, і його використання.
214. Визначте кількість речовини магній гідроксиду, яка прореагує із 12,6 г нітратної кислоти.
215. Обчисліть масу ферум(II) гідроксиду, що утворюється внаслідок взаємодії 0,05 моль натрій гідроксиду з достатньою кількістю ферум(II) сульфату.
216. Визначте об'єм сірчистого газу (н. у.), необхідний для повного осадження іонів Барію (у складі нерозчинної солі) із розчину, який містить 34,2 г барій гідроксиду.
217. Обчисліть масу осаду, що утвориться в результаті взаємодії 70 г 4 %-го розчину калій гідроксиду з достатньою кількістю розчину манган(II) хлориду.
218. На нейтралізацію 25,1 г суміші гідроксидів Натрію та Барію витратилося 25,2 г нітратної кислоти. Визначте масову частку натрій гідроксиду в початковій суміші речовин.

29 Властивості та використання кислот

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати фізичні властивості кислот;
- засвоїти хімічні властивості кислот;
- прогнозувати можливість реакції кислоти з металом;
- дізнатися про сфери використання кислот.

Фізичні властивості кислот. Усі кислоти складаються з молекул. Оскільки ці частинки притягуються одна до одної слабо (на відміну від протилежно заряджених іонів в основному оксиді чи основі), то кислоти мають низькі температури плавлення і майже всі за звичайних умов є рідинами. Вони розчиняються у воді (крім кислоти H_2SiO_3), у багатьох випадках — необмежено, тобто змішуються з водою в будь-яких співвідношеннях з утворенням розчинів. Під час розчинення певних кислот виділяється значна кількість теплоти (мал. 53).



Мал. 53.
Розчинення
сульфатної
кислоти у воді

Вам відомо, що безоксигенові кислоти є водними розчинами газів — сполук неметалічних елементів VI і VII груп із Гідрогеном (наприклад, H_2S , HCl). Ці гази виділяються зі своїх розчинів навіть за звичайних умов.

Леткою, тобто такою, що переходить у газуватий стан за помірного нагрівання, є нітратна кислота HNO_3 , а також кілька інших. Леткі кислоти мають запах.

Ортофосфатна кислота H_3PO_4 , ортоборатна (борна) H_3BO_3 , метасилікатна H_2SiO_3 — тверді речовини. Вони, а також сульфатна кислота H_2SO_4 є нелеткими.

Цікаво знати

Метафосфатна кислота складається з молекул $(\text{HPO}_3)_n$ ($n = 3$ і більше).

Карбонатна і сульфїтна кислоти існують лише у водному розчині. Відповідні оксиди взаємодіють із водою неповною мірою, а кислоти, що утворюються, частково розкладаються на оксиди і воду:



Більшість кислот — токсичні речовини. Вони спричиняють серйозні отруєння, опіки шкіри. Тому працювати з кислотами, як і з лугами, потрібно обережно, дотримуючись правил безпеки. Якщо розчин кислоти потрапив на руку, необхідно відразу змити його проточною водою, обробити шкіру розбавленим розчином харчової соди (для знешкодження залишків кислоти) і знову змити водою.

Хімічні властивості кислот. Здатність кислот реагувати з іншими речовинами значною мірою залежить від їхньої активності, стійкості, леткості, розчинності у воді. На це звертатимемо увагу, розглядаючи хімічні властивості кислот.

Кислоти виявляють різну хімічну активність. Дуже активні кислоти називають сильними, а малоактивні — слабкими. Є ще й кілька кислот середньої сили. Приклади сполук кожної групи (див. також форзац II):

HCl	H_2SO_4	HF	H_2SO_3	H_3PO_4	H_2S	H_2SiO_3
сильні кислоти		кислоти середньої сили			слабкі кислоти	

Дія на індикатори. Кислоти у водних розчинах змінюють забарвлення індикаторів (мал. 54), але не всіх і не так, як луги.

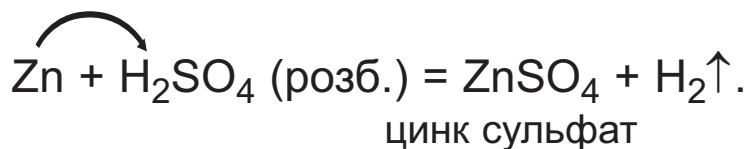
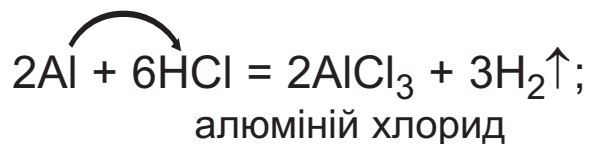


Мал. 54.

Забарвлення індикаторів у воді (а) та розчині кислоти (б)

► Який індикатор не змінюється в розчинах кислот?

Реакції з металами. Усі безоксигенові кислоти, сульфатна кислота (у розбавленому розчині) та деякі інші реагують із металами з виділенням водню й утворенням солей (мал. 55):



Під час таких реакцій атоми металічного елемента, які містяться в простій речовині, заміщують атоми Гідрогену у складній речовині.



Мал. 55.
Реакція хлоридної кислоти
з алюмінієвою монетою
(2 коп. випуску 1992 р.)

Реакцію між простою і складною речовинами, у результаті якої утворюються нові проста і складна речовини, називають **реакцією заміщення**.

Із кислотами взаємодіють не всі метали. Передбачити можливість реакції між металом і кислотою можна за допомогою *ряду активності металів*. Його склав вітчизняний хімік М. М. Бекетов на підставі вивчення багатьох хімічних перетворень. Наводимо цей ряд у сучасному вигляді (див. також форзац II):

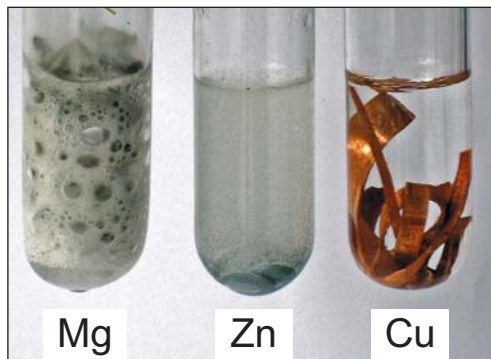
Li K Ba Ca Na Mg Al Mn Cr Zn Fe Cd Ni Sn Pb (H₂) Cu Ag Pt Au



хімічна активність металів зростає

Формула неметалу водню поділяє ряд активності на дві частини. Метали, розміщені в його лівій частині, взаємодіють із хлоридною і розбавленою сульфатною кислотами з виділенням водню, а розміщені праворуч — не реагують із ними (мал. 56):





Мал. 56

Відношення металів до розбавленого розчину сульфатної кислоти

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 3

Взаємодія кислоти з металами

Візьміть дві пробірки. В одну пробірку помістіть стружку заліза чи залізний цвях, у другу — стружку магнію. Дослідіть відношення кожного металу до розбавленої сульфатної кислоти.

Який метал активніше реагує з кислотою? Чи узгоджуються результати досліду із розміщенням заліза і магнію в ряду активності металів?

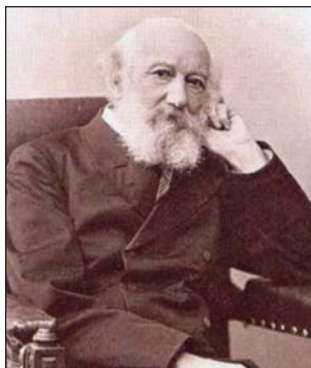
Складіть хімічні рівняння. Зважте на те, що продукт однієї з реакцій — сполука Феруму(II).

Під час взаємодії нітратної кислоти, а також концентрованого розчину сульфатної кислоти¹ з металами замість водню утворюються інші речовини (мал. 57). Такі реакції розглядатимемо в старшій школі.

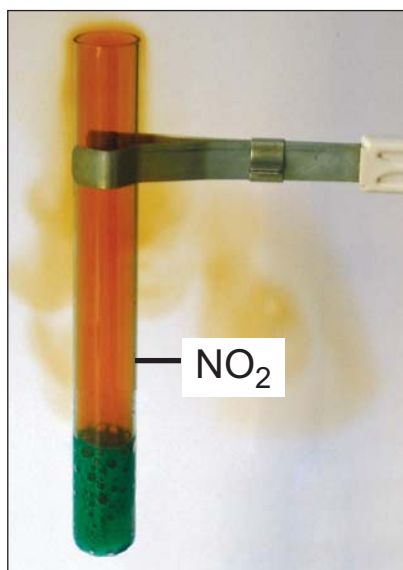
Реакції з основними оксидами та основами. Характерною властивістю всіх кислот є здатність взає-

¹ Концентрований розчин містить значно більше кислоти, ніж води.

Микола Миколайович Бекетов (1827—1911)

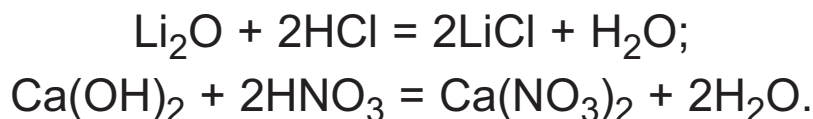


Видатний російський і український хімік, академік Петербурзької академії наук. Дослідив реакції солей у водних розчинах з металами. Запропонував витискувальний ряд, або ряд активності металів (1865). Розробив та описав один із методів добування металів — металотермію. Сприяв становленню фізичної хімії — однієї з найважливіших хімічних наук. Працював професором у Харківському університеті (1855—1887), вперше читав курс лекцій із фізичної хімії як самостійної навчальної дисципліни. Був президентом Російського фізико-хімічного товариства.



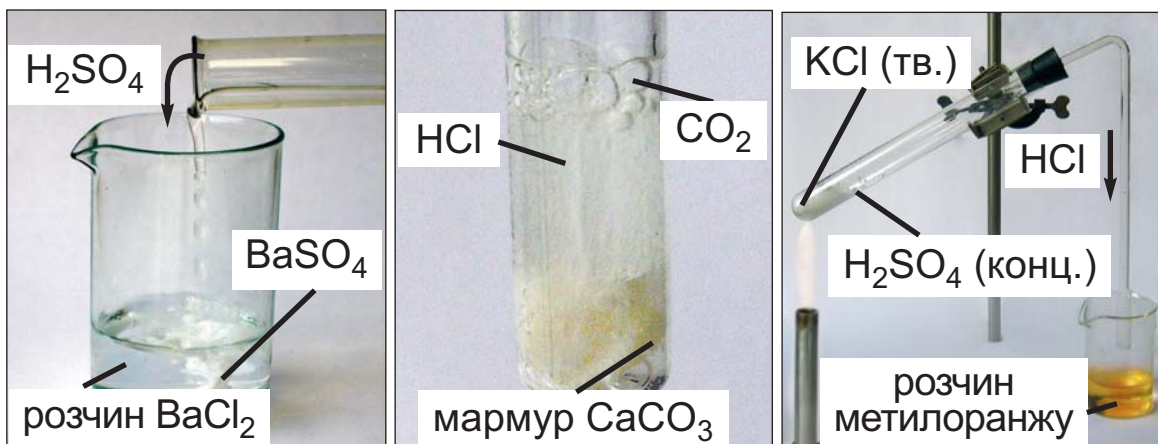
Мал. 57.
Реакція міді з нітратною
кислотою

модіяти зі сполуками з протилежними властивостями — основними оксидами й основами. Продукти кожної реакції — сіль і вода:



Про такі хімічні перетворення йшлося в попередніх параграфах.

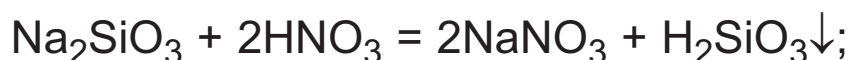
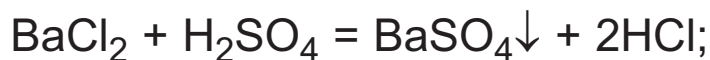
Реакції із солями. Взаємодія кислоти із сіллю є реакцією обміну. Назвемо випадки, коли ці реакції відбуваються (мал. 58):



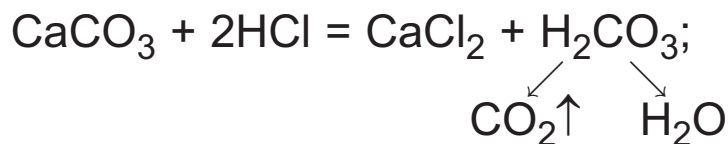
Мал. 58.

Реакції кислот із солями

- продукт хімічного перетворення в розчині — сіль або кислота — є нерозчинним у воді (з'ясовуємо за таблицею розчинності):



- кислота-продукт розкладається з утворенням газу або є леткою чи походить від газуватої сполуки:





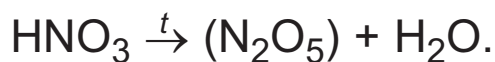
- кислота-реагент є сильною, а кислота, яка утворюється, — слабкою (приклад — передостання реакція).

Термічний розклад оксигеновмісних кислот.

Оксигеновмісні кислоти під час нагрівання, а карбонатна і сульфатна — за звичайних умов розкладаються з утворенням відповідних кислотних оксидів і води:



Продуктами розкладу нітратної кислоти є три речовини — нітроген(IV) оксид, кисень і вода (оксид N_2O_5 , який відповідає нітратній кислоті, надто нестійкий):



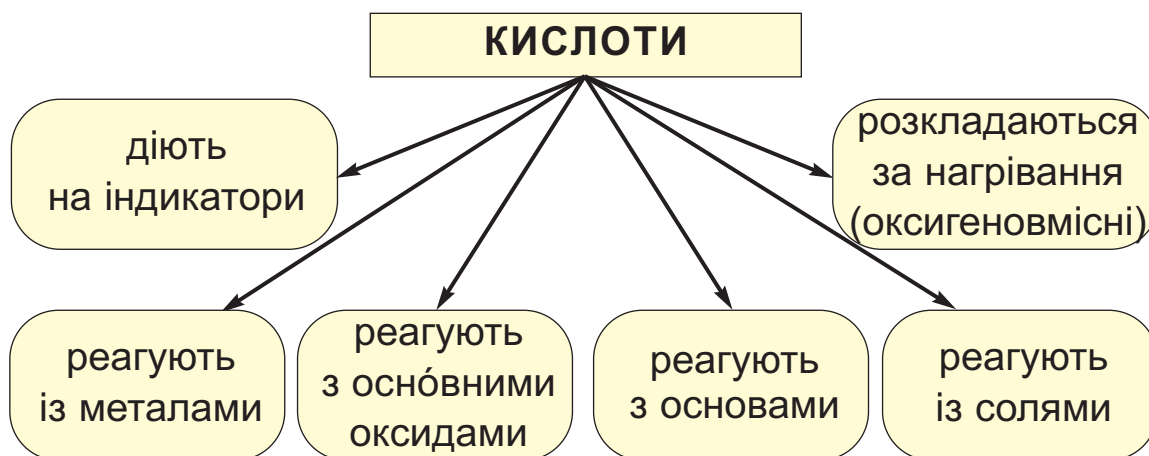
Викладений матеріал підсумовує схема 9.

Використання кислот. Найчастіше застосовують сульфатну, хлоридну, нітратну й ортофосфатну кислоти (табл. 10). Їх добувають на хімічних заводах у великій кількості.

У побуті використовують переважно органічні кислоти: оцтову кислоту CH_3COOH (оцет — її розбавлений водний розчин), лимонну (консервант), аскорбінову (вітамін С). Оцтом або розчином лимонної кислоти видаляють накип із поверхні нагрівальних елементів у пральних машинах, прасках.

¹ Скорочення «тв.» означає «тверда речовина», а «конц.» — «концентрований розчин».

Хімічні властивості кислот



Таблиця 10

Використання кислот

Кислота	Галузі використання
H_2SO_4	Виробництво добрив, інших кислот, солей, вибухових речовин, хімічних волокон, барвників, ліків, очищення нафтопродуктів, у свинцевих акумуляторах
HCl	Виробництво солей, фарб, ліків
HNO_3	Виробництво добрив, вибухових речовин, барвників
H_3PO_4	Виробництво добрив, мийних засобів, засіб проти іржі

ВИСНОВКИ

Кислоти — молекулярні речовини, розчинні у воді. Вони змінюють забарвлення індикаторів, але не так, як луги.

Безоксигенові кислоти і розбавлена сульфатна кислота взаємодіють із більшістю металів з виділенням водню й утворенням солей. Такі реакції є реакціями заміщення. Можливість їхнього перебігу визначають за допомогою ряду активності металів.

Кислоти реагують з основними оксидами, основами, солями. Оксигеновмісні кислоти розкладаються під час нагрівання.

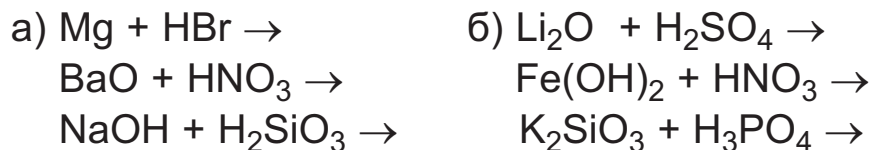
Кислоти широко використовують у різних сферах.



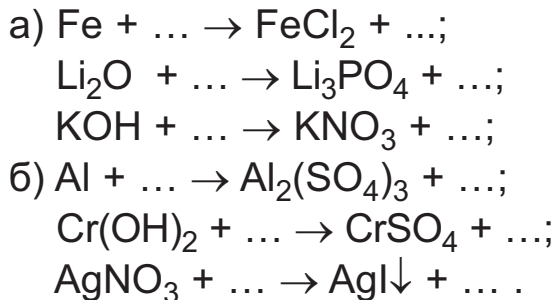
219. Назвіть характерні фізичні властивості кислот. Чим вони зумовлені?

220. Чи можна розрізнити за допомогою лакмусу, фенолфталеїну, універсального індикатора розчини кислоти і лугу? Якщо так, то як саме?

221. Допишіть схеми реакцій і складіть хімічні рівняння:



222. Замість крапок напишіть формули кислот-реагентів, продуктів реакцій і перетворіть схеми на хімічні рівняння:



223. Напишіть рівняння реакцій (якщо вони відбуваються) між розбавленою сульфатною кислотою і такими речовинами:

- а) цинк; г) фторидна кислота;
б) срібло; д) барій гідроксид;
в) карбон(IV) оксид; е) плюмбум(II) нітрат.

224. Для кожного перетворення складіть по два хімічних рівняння:

- а) $\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2$; в) $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$.
б) $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{K}_2\text{S}$;

225. Щоб здійснити реакцію між натрій хлоридом і сульфатною кислотою, до твердої солі додають концентровану кислоту і нагрівають суміш. Поясніть, чому не використовують розчини сполук і для чого необхідне нагрівання.

226. За матеріалами з інтернету підготуйте повідомлення про використання фторидної (плавикової) кислоти.

227. Визначте масу розчину сульфатної кислоти з її масовою часткою 5 %, необхідну для нейтралізації 8 г натрій гідроксиду.

228. У результаті реакції достатньої кількості хлоридної кислоти із 10 г суміші порошків срібла і цинку виділилося 0,7 л водню (н. у.). Обчисліть масову частку срібла в суміші.

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Дія розчинів деяких речовин на соки овочів

Соки столового буряка, червоноголової капусти містять забарвлені речовини, що є індикаторами. Пропонуємо вам дослідити дію лимонного соку, розчинів оцтової кислоти (оцту), харчової соди та господарського мила на сік одного із овочів.

Із подрібненого буряка або капусти приготуйте 10—20 мл соку, вилийте його у склянку зі 100 мл води і перемішайте суміш. Розподіліть рідину (однаковими об'ємами) у п'ять

склянок. Приготуйте також розчини соди і мила об'ємами 30—40 мл.

В одну склянку з розбавленим овочевим соком додайте чайну ложку лимонного соку, у другу — таку саму порцію оцту, в третю — розчину соди, а в четверту — розчину мила. Вміст п'ятої склянки слугуватиме для порівняння забарвлень.

Що спостерігаєте? У яких розчинах виявлено кислоту, луг¹?

Результати експерименту запишіть у зошит.

30 Амфотерні оксиди та гідроксиди

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати, які сполуки називають амфотерними;
- зрозуміти хімічний характер амфотерних оксидів і гідроксидів;
- скласти формули продуктів реакцій амфотерних сполук із оксидами, кислотами, основами.

Амфотерні сполуки. Існують оксиди, які виявляють властивості, притаманні як основним, так і кислотним оксидам. До них належать, наприклад, згадані в § 11 сполуки BeO і Al_2O_3 . Ці оксиди, а також відповідні гідроксиди $\text{Be}(\text{OH})_2$ і $\text{Al}(\text{OH})_3$ взаємодіють не лише з кислотами, а й із лугами.

¹ Луг є продуктом реакцій соди і мила з водою.

Здатність сполуки виявляти оснóвні та кислотні властивості називають *амфотерністю*¹, а саму сполуку — *амфотерною*.

Наводимо формули найважливіших амфотерних сполук:

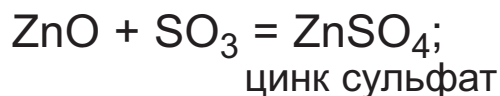
<i>Оксиди</i>	\Leftrightarrow	<i>Гідроксиди</i>
ZnO		Zn(OH) ₂
PbO		Pb(OH) ₂
SnO		Sn(OH) ₂
Al ₂ O ₃		Al(OH) ₃
Cr ₂ O ₃		Cr(OH) ₃
Fe ₂ O ₃		Fe(OH) ₃

За будовою і фізичними властивостями амфотерні оксиди подібні до оснóвних оксидів. Вони складаються з йонів, мають високі температури плавлення. Жодний амфотерний оксид не розчиняється у воді.

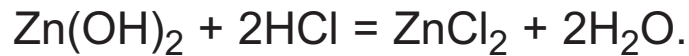
Амфотерні гідроксиди також є нерозчинними; під час нагрівання вони не плавляться, а зазнають розкладу.

Хімічні властивості амфотерних оксидів і гідроксидів. Амфотерні сполуки взаємодіють із кислотними та оснóвними оксидами, кислотами, лугами.

У реакціях із кислотними оксидами та кислотами амфотерні оксиди і гідроксиди виявляють *оснóвні властивості*:



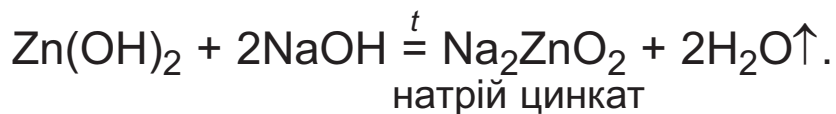
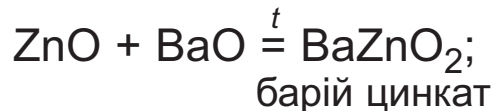
¹ Термін походить від грецького слова *amphoterous* — і той, і інший.



цинк хлорид

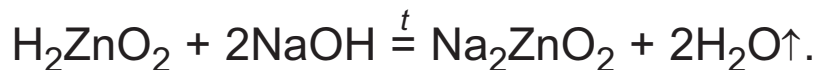
Продукти таких реакцій (солі) містять катіони металічного елемента (Zn^{2+}).

Під час взаємодії з основними оксидами і лугами амфотерні сполуки виявляють *кислотні властивості*:

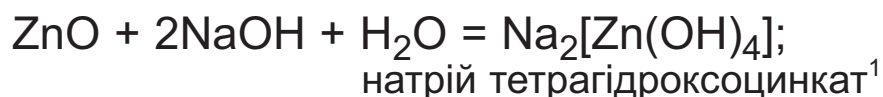


У цьому випадку утворюються солі, в яких атоми металічного елемента містяться в аніонах (ZnO_2^{2-}).

Останнє рівняння відповідає реакції за участю лугу, а не його розчину. Для того щоб формула солі була вам зрозумілою, змінимо порядок запису елементів у формулі цинк гідроксиду на загальноприйнятий для кислот:



Амфотерні оксиди і гідроксиди реагують також із водними розчинами лугів за звичайних умов:



Квадратними дужками в хімічних формулах виокремлено аніон солі Zn(OH)_4^{2-} .

¹ Префікс «тетра» (в перекладі з грецької — чотири) вказує на кількість гідроксильних груп в аніоні солі.

Формулу продукту двох останніх реакцій можна отримати, замінивши у формулі Na_2ZnO_2 два дво-валентні атоми Оксигену на чотири одновалентні гідроксильні групи:

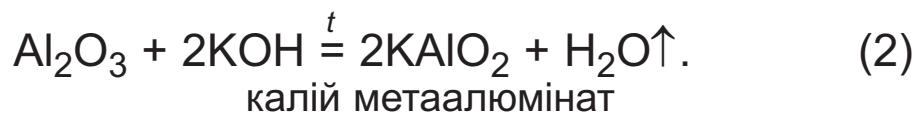


Якщо з основним оксидом або лугом реагує амфотерна сполука тривалентного елемента, то можливі два варіанти взаємодії речовин.

Розглянемо реакції між алюміній оксидом і калій гідроксидом. Продуктом однієї реакції між цими сполуками є сіль, яка походить від алюміній гідроксиду $\text{Al}(\text{OH})_3$ як кислоти (H_3AlO_3):



Продукт іншої реакції — сіль простішого складу. Виведемо її формулу, з'ясувавши спочатку формулу відповідної «кислоти» (насправді — амфотерної сполуки). Для цього складаємо разом усі атоми, наявні у формулах алюміній оксиду Al_2O_3 і води H_2O . В отриманій формулі $\text{H}_2\text{Al}_2\text{O}_4$ зменшуємо індекси вдвічі (HAlO_2) і замінюємо символ Гідрогену на символ Калію: KAlO_2 . Відповідне хімічне рівняння:

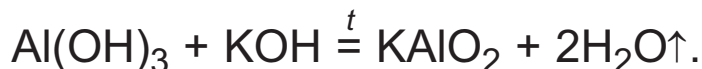
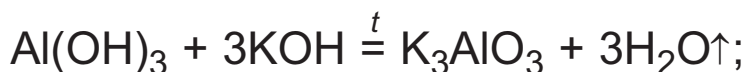


Зіставивши коефіцієнти перед формулами реагентів у рівняннях (1) і (2), бачимо, що ортоалюмінат утворюється внаслідок додавання до алюміній оксиду втричі більшої кількості лугу.

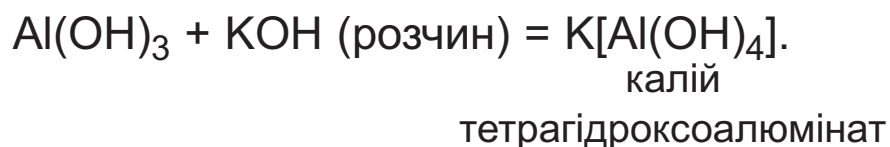
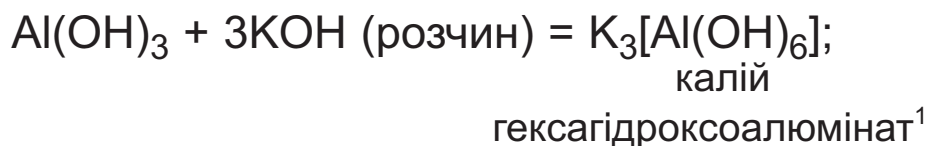
Цікаво знати

Сполука HAlO_2 , формулу якої часто записують як $\text{AlO}(\text{OH})$, трапляється в природі й утворює кілька мінералів.

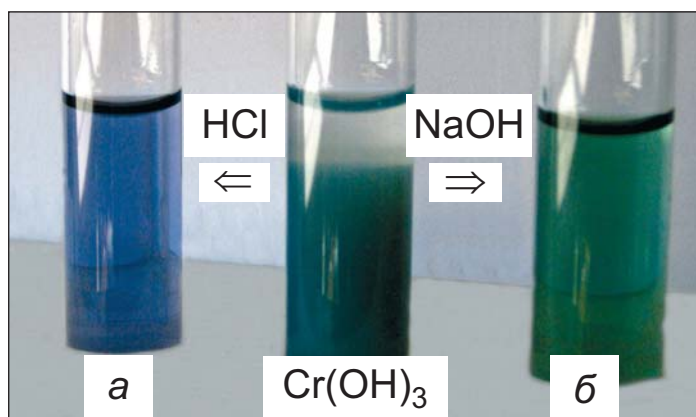
Такі самі солі є продуктами реакцій за участю алюміній гідроксиду:



Якщо алюміній гідроксид реагує з водним розчином лугу, то утворюються солі, в яких аніони містять гідроксильні групи (реакції відбуваються за звичайних умов):



На малюнку 59 показано результат досліду, який засвідчує амфотерність хром(III) гідроксиду $\text{Cr}(\text{OH})_3$.

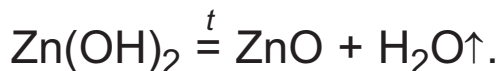


Мал. 59.
Результат взаємодії хром(III) гідроксиду:
а — із кислотою;
б — із розчином лугу

¹ Префікс «гекса» (в перекладі з грецької — шість) указує на кількість гідроксильних груп в аніоні солі.

- ▶ Складіть рівняння реакцій хром(III) гідроксиду з хлоридною кислотою і розчином натрій гідроксиду.

Під час нагрівання амфотерні гідроксиди, як і нерозчинні основи, розкладаються на відповідні оксиди і воду:

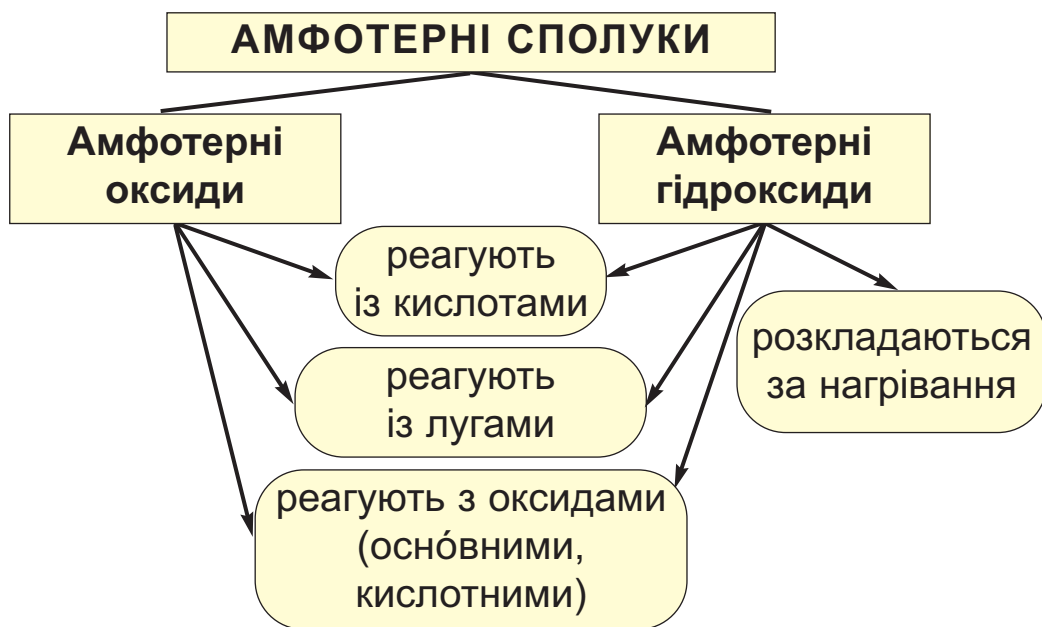


- ▶ Напишіть рівняння реакції термічного розкладу алюміній гідроксиду.

Матеріал, викладений у параграфі, узагальнює схема 10.

Схема 10

Хімічні властивості амфотерних сполук



ВИСНОВКИ

Деякі оксиди та гідроксиди металічних елементів виявляють як оснóвні, так і кислотні властивості. Їх називають амфотерними сполуками.

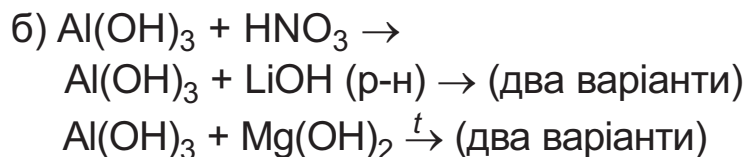
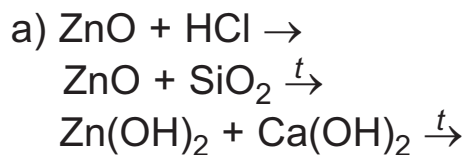
За фізичними властивостями амфотерні оксиди подібні до оснóвних оксидів, а амфотерні гідроксиди — до нерозчинних основ.

Амфотерні сполуки взаємодіють із кислотами і лугами, з кислотними та оснóвними оксидами. Амфотерні гідроксиди під час нагрівання розкладаються.

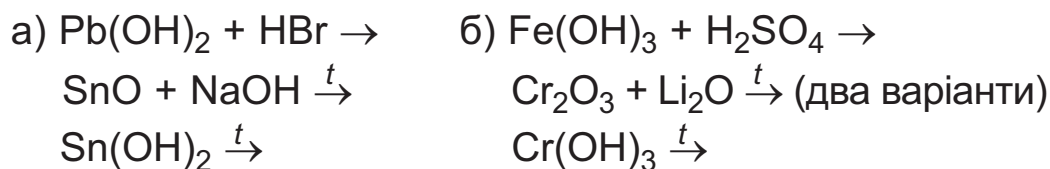


229. Які сполуки називають амфотерними? Назвіть два-три елементи, що утворюють такі сполуки.

230. Укажіть формули продуктів перетворень за участю сполук Цинку й Алюмінію та перетворіть схеми реакцій на хімічні рівняння:



231. Допишіть схеми реакцій і складіть хімічні рівняння:



232. Напишіть рівняння реакцій берилій оксиду з барій гідроксидом під час нагрівання та розчином цієї основи.

233. Як би ви розпізнали білі порошки гідроксидів Магнію та Цинку, використавши відмінності в хімічних властивостях цих сполук?

234. Амфотерний гідроксид має молярну масу 103 г/моль. Назвіть цю сполуку.

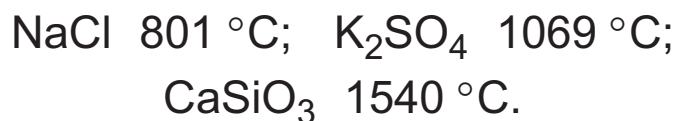
235. Визначте масу ферум(III) оксиду, яка містить стільки йонів, скільки молекул перебуває в 11 г карбон(IV) оксиду.
236. Під час термічного розкладу 39 г алюміній гідроксиду утворилося 20 г алюміній оксиду. Чи повністю розклалася сполука?
237. Обчисліть масу плюмбум(II) оксиду, яка прореагує із 200 г розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 10 %.

31 Властивості та використання солей

Матеріал параграфа допоможе вам:

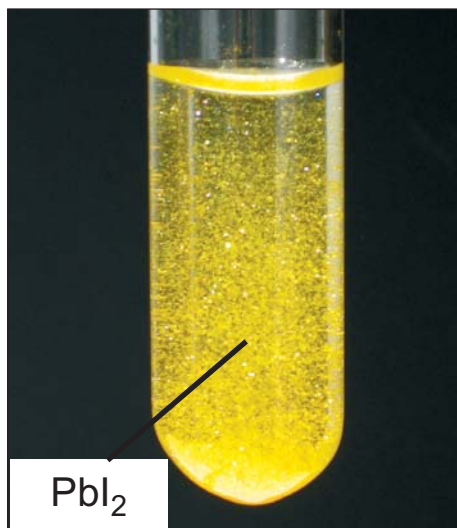
- з'ясувати фізичні властивості солей;
- засвоїти хімічні властивості солей;
- прогнозувати можливість реакції солі з металом;
- дізнатися про сфери використання солей.

Фізичні властивості солей. Солі, як і інші йонні сполуки, за звичайних умов є кристалічними речовинами. Вони здебільшого мають високі температури плавлення:



Частина солей розчиняється у воді, деякі є малорозчинними (мал. 60), решта — нерозчинні. Відповідну інформацію подано в таблиці розчинності (форзац II).

Серед розчинних солей натрій хлорид має солоний смак, магній сульфат — гіркий. Солі Плюмбуму і Бери-



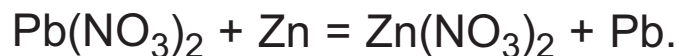
Мал. 60.
Осад пльмбум(II) йодиду,
що утворився після
охолодження гарячого
розчину сполуки

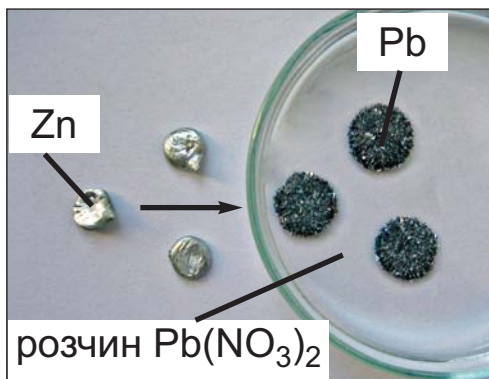
лію солодкі, проте надзвичайно отруйні. Виявляючи смак різних солей, деякі алхіміки, напевно, поплатилися за це життям.

Солі по-різному впливають на рослини, тварин, людину. Серед них є сполуки, що містять необхідні для рослин хімічні елементи, передусім Нітроген, Фосфор, Калій. Їх застосовують як добрива. Кухонну сіль ми щоденно вживаємо разом із їжею, щоб поповнити її запаси в організмі (ця сполука постійно виводиться з організму разом із потом і сечею).

Хімічні властивості солей. Солі беруть участь у різних реакціях із простими і складними речовинами.

Реакції з металами. Сіль у водному розчині може взаємодіяти з металом з утворенням нової солі та іншого металу (мал. 61). Часто кажуть, що один метал «витісняє» інший із солі. Це — реакція заміщення. Вона відбувається, якщо метал-реагент активніший за метал-продукт, тобто перебуває в ряду активності зліва від нього (форзац II):





Мал. 61.

Результат реакції між розчином плюмбум(II) нітрату і цинком

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 4

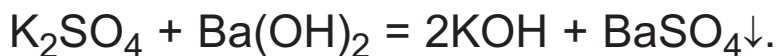
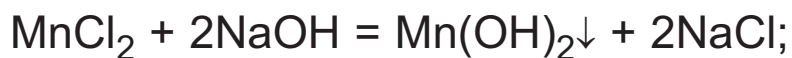
Взаємодія металу із сіллю в розчині

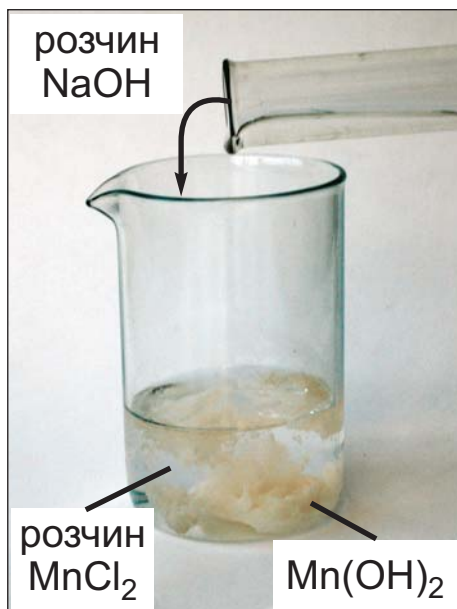
У пробірку помістіть стружку заліза або залізний цвях і налейте 1—2 мл розчину купрум(II) сульфату. Що відбувається на поверхні металу? Чи змінюється з часом колір розчину?

Складіть рівняння реакції. Візьміть до уваги, що один із її продуктів — сполука Феруму(II).

Реакції з лугами. Вивчаючи хімічні властивості лугів, ви дізналися про реакції цих сполук із солями. Солі також взаємодіють з кислотами, одна з одною. Всі згадані реакції належать до реакцій обміну.

Взаємодія між сіллю і лугом відбувається лише в розчині (нерозчинні солі з лугами не реагують). Вона можлива, якщо один із її продуктів — основа чи сіль — не розчиняється у воді (мал. 62):





Мал. 62.
Реакція між манган(II)
хлоридом і натрій
гідроксидом у розчині

Для прогнозування можливості таких реакцій використовують таблицю розчинності.

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 5

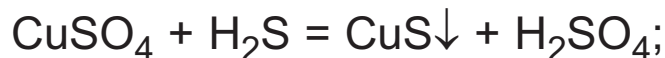
Взаємодія солі з лугом у розчині

Налийте в пробірку 1—2 мл розчину купрум(II) сульфату і, перемішуючи його, додайте кілька крапель розчину натрій гідроксиду. Що спостерігаєте? Яка сполука осаджується?

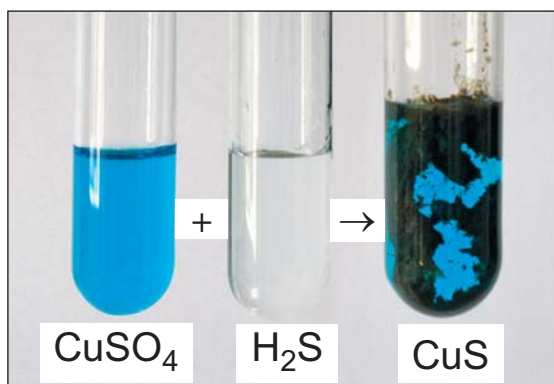
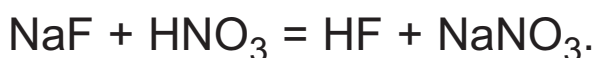
Якщо до розчину купрум(II) сульфату додати стільки розчину лугу, скільки потрібно для повного перетворення солі на купрум(II) гідроксид, то після відстоювання розчин над осадом буде безбарвним. Він міститиме лише натрій сульфат (йони Na^+ і SO_4^{2-}).

Складіть рівняння реакції.

Реакції з кислотами. Сіль (як розчинна, так і нерозчинна) може взаємодіяти з кислотою з утворенням нової солі та іншої кислоти. Такі реакції часто відбуваються з виділенням осаду (мал. 63) або газу



а іноді не супроводжуються зовнішніми ефектами:



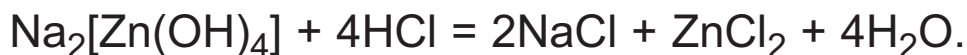
Мал. 63.
Реакція між купрум(II) сульфатом і сульфідною кислотою в розчині

Про випадки, в яких реакція між сіллю і кислотою є можливою, йдеться в § 29.

Солі, що утворилися в результаті взаємодії амфотерних сполук із лугами, також реагують з кислотами. Якщо кількість кислоти невелика, одним із продуктів реакції є амфотерний гідроксид

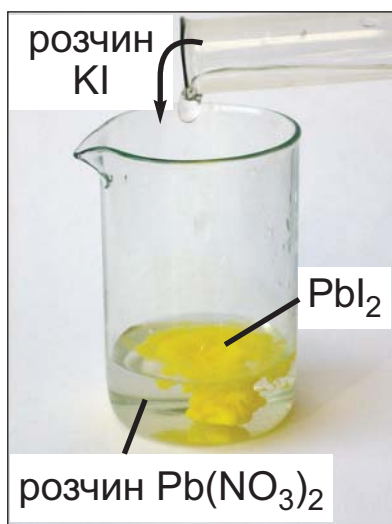
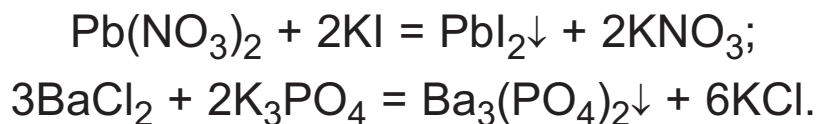


а в разі її надлишку утворюються дві солі:



- Складіть рівняння двох реакцій за участю сполуки $\text{K}[\text{Cr}(\text{OH})_4]$ і нітратної кислоти.

Реакції з іншими солями. Взаємодія між двома солями відбувається лише в розчині (реагенти мають бути розчинними у воді) з утворенням двох нових солей. Реакція можлива, якщо один із її продуктів є нерозчинним або малорозчинним; він випадає в осад (мал. 64):



Мал. 64.
Реакція між плюмбум(II) нітратом і калій йодидом у розчині

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 6

Реакція між солями в розчині

Налийте в пробірку 1—2 мл розчину натрій карбонату і додайте до нього кілька крапель розчину кальцій хлориду. Що спостерігаєте?

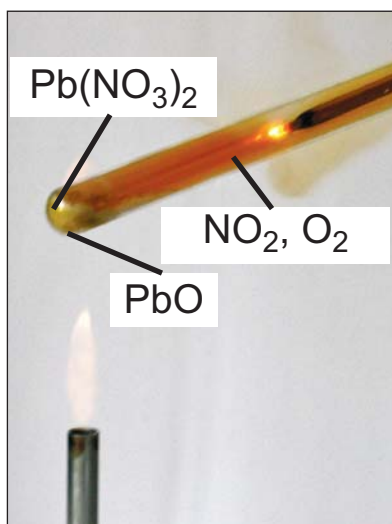
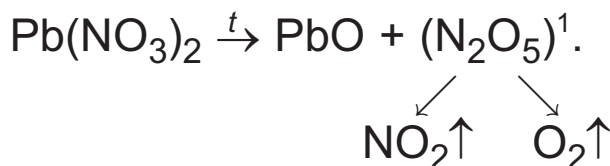
Складіть рівняння реакції.

Термічний розклад оксигеновмісних солей. Солі, утворені газуватими, леткими чи нестійкими кислотни-

ми оксидами, під час нагрівання розкладаються. Продуктами більшості таких хімічних перетворень є два відповідні оксиди:



Нітрати, як і нітратна кислота, походять від нітроген(V) оксиду N_2O_5 . Однак під час нагрівання нітратів цей оксид не утворюється через нестійкість (мал. 65):



Мал. 65.
Термічний розклад
плюмбум(II) нітрату

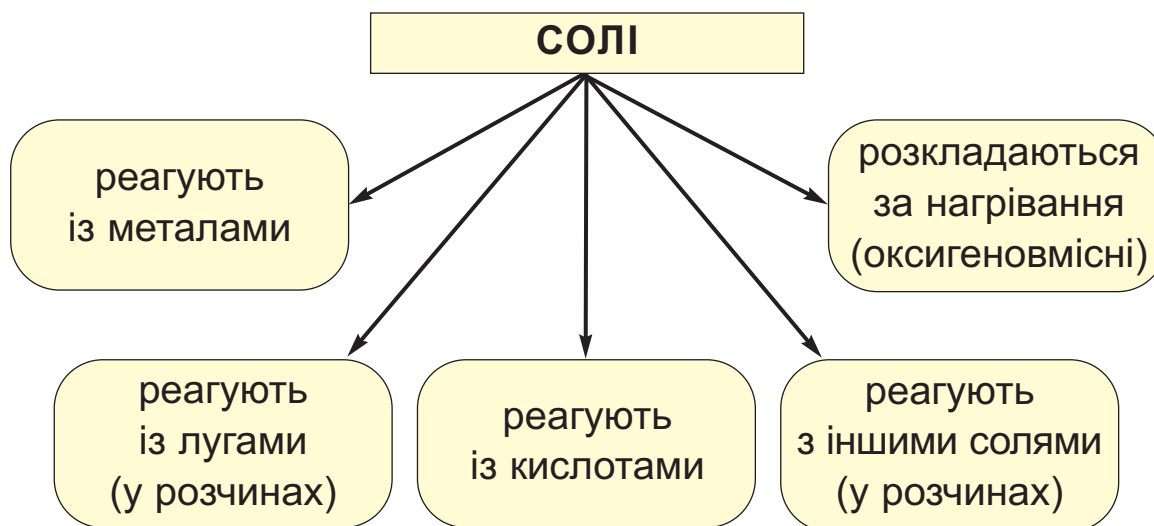
Солі лужних елементів або не розкладаються під час нагрівання (карбонати, сульфати), або їх розклад має певні особливості.

Викладений матеріал підсумовує схема 11.

Використання солей. Багато солей має різноманітне застосування. Натрій хлорид є сировиною в

¹ Так розкладаються нітрати металічних елементів від Магнію до Купруму включно (див. ряд активності металів).

Хімічні властивості солей



хімічній промисловості для добування хлору, хлоридної кислоти, натрій гідроксиду, соди. Ця сполука незамінна під час приготування їжі, консервування. Хлорид, сульфат і нітрат Калію, фосфати Кальцію, деякі інші солі є мінеральними добривами (мал. 66). Кальцій карбонат у вигляді каменю вапняку використовують у будівництві, а на заводах із нього отримують вапно. На основі штучно добутої солі CaCO_3 виготовляють зубну пасту. У школі пишуть на



Мал. 66.
Продукція заводу
мінеральних добрив

дошці крейдою, а це — також кальцій карбонат. Кальцій сульфат (гіпс) застосовують у будівництві та медицині. Простим засобом для миття і чищення посуду, предметів домашнього вжитку є кальцинована сода, або натрій карбонат. Кальциновану соду разом із крейдою або вапняком використовують для виробництва скла.

ВИСНОВКИ

Солі — йонні речовини. Вони мають високі температури плавлення, різну розчинність у воді.

Солі взаємодіють з металами з утворенням іншої солі та іншого металу. Такі реакції відбуваються, якщо метал-реагент активніший за метал-продукт (це визначають за рядом активності металів).

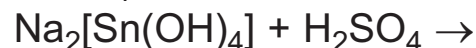
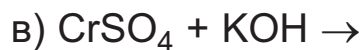
Солі беруть участь у реакціях обміну з лугами, кислотами, іншими солями. Деякі оксигеновмісні солі розкладаються під час нагрівання.

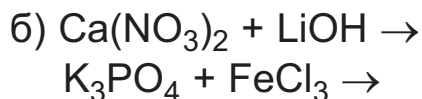
Багато солей використовують на практиці.



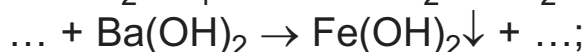
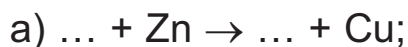
238. Охарактеризуйте фізичні властивості солей. Наведіть приклади розчинних, малорозчинних і нерозчинних у воді солей.

239. Допишіть схеми реакцій і складіть хімічні рівняння:





240. Замість крапок напишіть формули солей і перетворіть схеми реакцій на хімічні рівняння:



241. Складіть рівняння реакцій (якщо вони відбуваються) між такими сполуками:

а) калій силікатом і нітратною кислотою;

б) натрій сульфатом і магній нітратом;

в) купрум(II) хлоридом і барій сульфатом;

г) хром(III) сульфатом і натрій гідроксидом;

д) калій сульфідом і меркурій(II) нітратом.

242. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі послідовні перетворення:



243. Обчисліть максимальну масу ферум(III) фториду, яку можна добути із 4,84 г ферум(III) нітрату. Як би ви здійснили такий експеримент?

244. Чи вистачить 13 г цинкового порошку для повного перетворення 33,1 г плюмбум(II) нітрату на свинець?

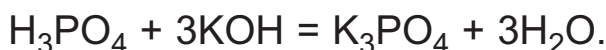
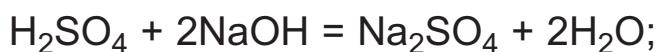
245. Після занурення залізної пластинки у розчин купрум(II) сульфату її маса збільшилася на 0,8 г. Яка маса міді виділилася на пластинці?

246. Обчисліть маси натрій хлориду і 96 %-ї сульфатної кислоти, які потрібні для того, щоб із добутого продукту реакції виготовити 500 г хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 7,3 %.

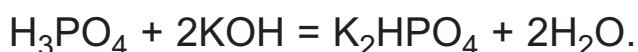
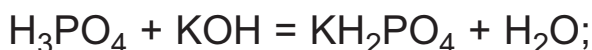
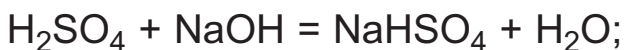
ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

Кислі солі

Ви знаєте, що під час реакції кислоти з лугом атоми Гідрогену кожної молекули кислоти «замінюються» на атоми (точніше — йони) металічного елемента:



А чи можливо, щоб у молекулі багатооснóвної кислоти відбулася заміна лише частини атомів Гідрогену? Так. У результаті відповідних реакцій утворюються так звані *кислі солі*:



Кислі солі $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ і $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ містяться в розчиненому стані у прісній воді. Під час її кип'ятіння сполуки розкладаються



і на стінках посудини утворюється накип — суміш карбонатів CaCO_3 і MgCO_3 .

Кислі солі Кальцію й ортофосфатної кислоти CaHPO_4 і $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ становлять основу фосфорних добрив — преципітату і суперфосфату (мал. 67) відповідно. Кисла сіль Натрію і карбонатної кислоти NaHCO_3 відома кожному; це — питна (харчова) сода (мал. 68).

Приклади хімічних назв кислих солей:

NaHCO_3 — натрій гідрогенкарбонат;

$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ — кальцій дигідрогенортофосфат.



Мал. 67.
Суперфосфат



Мал. 68.
Сода: а — кальцинована (Na_2CO_3); б — питна, або харчова (NaHCO_3)

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

Дослідження властивостей основних класів неорганічних сполук

ВАРІАНТ I

Вивчення хімічних властивостей хлоридної кислоти

ДОСЛІД 1

Дія хлоридної кислоти на індикатор

За допомогою піпетки або скляної палички нанесіть краплю розбавленої хлоридної кислоти на універсальний індикаторний папірець. Як змінюється його забарвлення?

ДОСЛІД 2

Реакція хлоридної кислоти з металом

У пробірку обережно помістіть гранулу цинку і налейте 1 мл розбавленої хлоридної кислоти. Вміст пробірки можна трохи підігріти. Що спостерігаєте?

ДОСЛІД 3

Реакція хлоридної кислоти з оснóвним (амфотерним) оксидом

У пробірку внесіть трохи магній оксиду або ферум(III) оксиду і налейте 1 мл розбавленої хлоридної кислоти. (Для прискорення реакції між амфотерним оксидом і кислотою їхню суміш можна нагріти, але не до кипіння.) Які зміни відбуваються з речовинами?

ДОСЛІД 4

Реакція хлоридної кислоти з лугом

Налійте в пробірку 1 мл розбавленої хлоридної кислоти і додайте 1—2 краплі розчину фенолфталеїну. Доливайте до кислоти по краплях, перемішуючи, розчин натрій гідроксиду до появи малинового забарвлення. Про що свідчить цей ефект?

ДОСЛІД 5

Реакція хлоридної кислоти з нерозчинною основою (амфотерним гідроксидом)

Щоб добути осад магній гідроксиду або ферум(III) гідроксиду, налейте в пробірку 1 мл розчину магній хлориду чи ферум(III) хлориду і додавайте по краплях розчин натрій гідроксиду до появи осаду. Потім у пробірку з осадом гідроксиду додайте 1—2 мл розбавленої хлоридної кислоти. Які зміни відбуваються в пробірці?

ДОСЛІД 6

Реакція хлоридної кислоти із сіллю

Налийте в пробірку 1—2 мл розчину натрій карбонату і додайте 1—2 мл розбавленої хлоридної кислоти. Що спостерігаєте?

ВАРІАНТ II

Вивчення властивостей нікель(II) сульфату

ДОСЛІД 1

Вивчення фізичних властивостей нікель(II) сульфату

Розгляньте видану вам сіль Нікелю та опишіть її. Вкажіть характер часточок сполуки (кристалики, порошок, кусочки довільної форми).

З'ясуйте, чи розчиняється нікель(II) сульфат у воді. Для цього у склянку з водою помістіть невелику порцію сполуки (приблизно 1/4 чайної ложки) і перемішайте суміш склянкою паличкою. Який результат досліду? Чи узгоджується він із даними, наведеними в таблиці розчинності?

Налийте в чотири пробірки по 1—2 мл виготовленого розчину.

ДОСЛІД 2

Реакція нікель(II) сульфату з металом

У пробірку з розчином нікель(II) сульфату обережно помістіть гранулу цинку. Нагрівайте вміст пробірки протягом 1—2 хв., але не до кипіння. Чи змінюється поверхня металу, забарвлення розчину?

ДОСЛІД 3

Реакція нікель(II) сульфату з лугом

У другу пробірку з розчином нікель(II) сульфату додайте такий самий об'єм розчину натрій гідроксиду. Які зміни відбуваються?

ДОСЛІД 4

Реакції нікель(II) сульфату із солями

В одну із двох пробірок із розчином нікель(II) сульфату, які залишилися, додайте розчин натрій карбонату, а в другу — розчин барій хлориду. Що спостерігаєте?

Під час виконання кожного досліду за варіантом I або II записуйте в подану нижче таблицю свої дії, спостереження (фіксуйте розчинення речовини, утворення осаду, виділення газу, наявність чи відсутність у нього запаху, появу чи зміну забарвлення). Після завершення досліду запишіть у таблицю висновки і хімічні рівняння.

Послідовність дій	Спостереження	Висновки
<i>Дослід ...</i>		
...
Рівняння реакції:		



247. Чи відбудеться реакція в досліді 2 кожного варіанта, якщо замість цинку взяти: а) магній; б) срібло? Відповіді обґрунтуйте.

248. Чи відбудеться реакція в досліді 6 (варіант I) або досліді 4 (варіант II), якщо натрій карбонат замінити: а) на кальцій карбонат; б) на натрій нітрат? Відповіді обґрунтуйте.
249. Реакції яких типів ви здійснювали під час виконання практичної роботи?

32 Узагальнення знань про неорганічні речовини

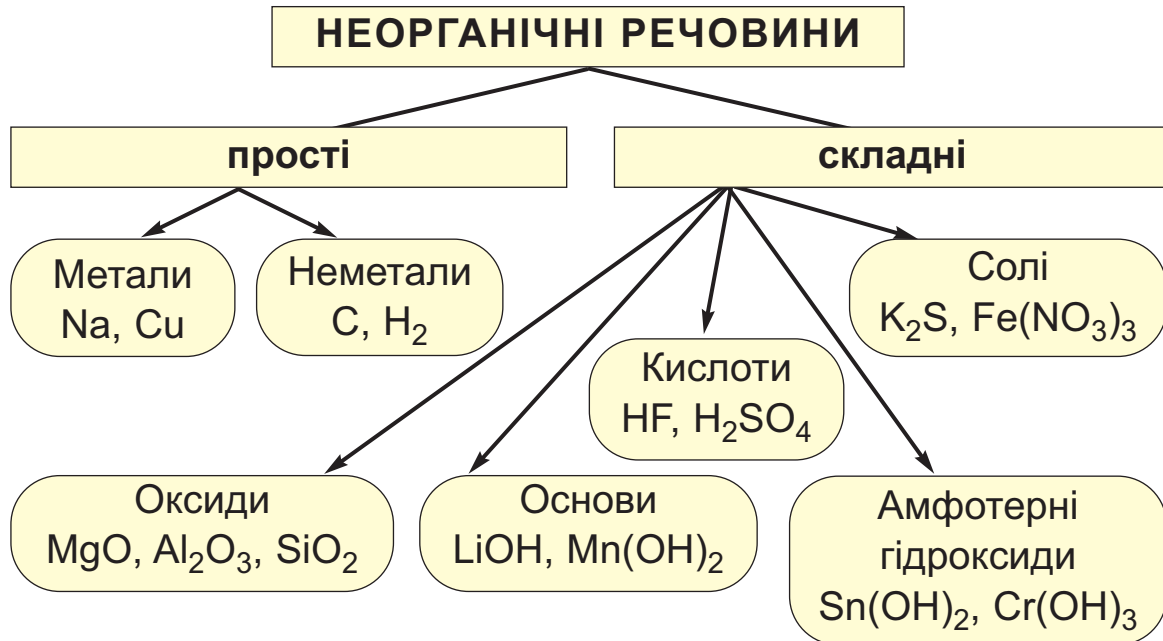
Матеріал параграфу допоможе вам:

- цілісно сприйняти класифікацію неорганічних речовин;
- з'ясувати зв'язок між характером хімічного елемента і типами його сполук;
- переконатися в тому, що сполуки одного класу (однієї групи) мають аналогічну будову.

У цьому параграфі підсумовано інформацію, яку ви отримали про прості речовини, оксиди, основи, кислоти, амфотерні сполуки, солі. Вам відомо, з яких частинок складаються різні неорганічні речовини, а також про типи хімічного зв'язку між цими частинками. Численні факти свідчать про те, що *склад і будова речовин впливають на їхні фізичні та хімічні властивості.*

Класифікація неорганічних речовин. Ви знаєте, що до неорганічних речовин належать прості речовини — метали і неметали, а також значна кількість складних речовин (крім майже всіх сполук Карбону) (схема 12).

Класифікація найважливіших неорганічних речовин

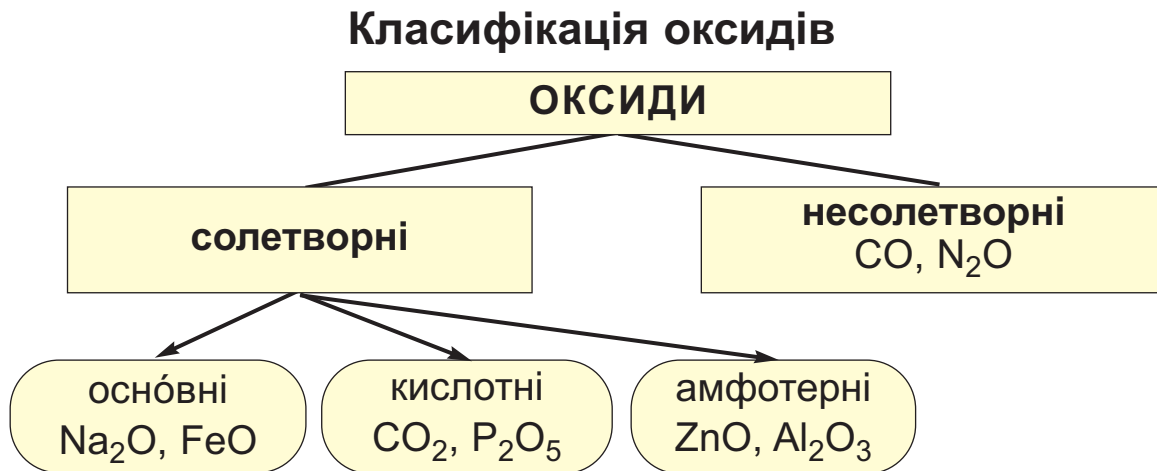


- Які класи (групи) сполук мають загальні формули E_mO_n , $M(OH)_n$, H_nA , $H_mE O_n$, M_mA_n , $M_m(E O_n)_p$?

Оксиди — сполуки елементів з Оксигеном. Існують оснóвні, кислотні й амфотерні оксиди. Вони подібні за складом, однак різняться хімічними властивостями. Їх називають *солетворними оксидами*, тому що ці сполуки перетворюються на солі під час реакцій з кислотами і/або основами, іншими оксидами.

Кілька оксидів (N_2O , NO , CO , SiO , H_2O) не виявляють ні оснóвних, ні кислотних властивостей. Їхня загальна назва — *несолетворні оксиди* (схема 13).

Металічні елементи можуть утворювати не лише оснóвні та амфотерні оксиди, а й кислотні. Сполуки із загальною формулою M_2O є оснóвними оксидами. До оксидів цього типу належить і більшість сполук, склад



яких відповідає формулі MO . Оксиди M_2O_3 і MO_2 переважно є амфотерними, а сполуки M_2O_5 , MO_3 і M_2O_7 належать до кислотних оксидів.

Деякі металічні елементи утворюють оксиди всіх трьох типів. Так, для Хрому відомі основний оксид CrO , амфотерний — Cr_2O_3 і кислотний — CrO_3 . Як бачимо, зі зростанням значення валентності металічного елемента основні властивості його оксидів послаблюються, а кислотні властивості посилюються.

Неметалічні елементи утворюють кислотні й несолетворні оксиди.

Основні та амфотерні оксиди складаються з йонів, а кислотні та несолетворні — з молекул, іноді — з атомів.

Основи — сполуки, утворені катіонами металічних елементів M^{n+} і гідроксид-аніонами OH^- . Основи поділяють на розчинні у воді (їх називають лугами) і нерозчинні. Луги хімічно активніші за нерозчинні основи, які не реагують із солями, деякими слабкими кислотами і кислотними оксидами, а під час нагрівання розкладаються.

Кислоти — сполуки, молекули яких містять один або кілька атомів Гідрогену, здатних під час хімічних реакцій заміщуватися на атоми (йони) металічних елементів. Частину молекули кислоти — атом або групу атомів, що сполучені з атомом (атомами) Гідрогену, — називають кислотним залишком. Кислоти поділяють за складом на безоксигенові (H_nA) та оксигеновмісні (H_mEO_n), за основністю — на одно- і багатоосновні, а за хімічною активністю — на сильні, слабкі й кислоти середньої сили.

Розрізняти луги і кислоти в розчинах допомагають речовини-індикатори.

Цікаво знати

Ортоборатна (борна) кислота є дуже слабкою; в її розчині метилоранж не змінює забарвлення.

Амфотерні гідроксиди — сполуки, подібні до основ за складом, але із двоїстим хімічним характером. Вони взаємодіють з кислотами як основи, а з лугами — як кислоти.

Основні властивості амфотерних гідроксидів виявляються краще, ніж кислотні. Наприклад, ферум(III) гідроксид $Fe(OH)_3$ досить швидко взаємодіє з розчином сильної кислоти, а з розчином лугу реагує повільно й не зазнає повного перетворення.

Основи, амфотерні гідроксиди й оксигеновмісні кислоти іноді об'єднують у групу сполук, загальна назва яких — гідрати оксидів (тобто сполуки оксидів з водою). Використовують також скорочену назву «гідроксиди». Підставою для цього є наявність у формулах сполук гідроксильних груп OH (ці групи у форму-

лах оксигеновмісних кислот можна виокремити:
 $H_2SO_4 \Rightarrow SO_2(OH)_2$.

Солі — сполуки, які складаються з катіонів металічних елементів і аніонів кислотних залишків. Сіль є продуктом реакції між речовиною з оснóвними властивостями і речовиною з кислотними властивостями.

Будова неорганічних речовин. *Прості речовини складаються з атомів або молекул.* Неметали мають атомну або молекулярну будову; атоми в цих речовинах, їхніх молекулах сполучені неполярними ковалентними зв'язками. В інертних газах зв'язки між атомами відсутні.

Метали складаються з атомів, які розміщені в цих речовинах дуже щільно. Електрони легко переходять від одних атомів до інших і зумовлюють у речовині так званий металічний зв'язок. Рухливі електрони надають металам здатність проводити електричний струм, спричиняють особливий («металічний») блиск, високу теплопровідність.

Складні неорганічні речовини мають йонну, молекулярну, іноді — атомну будову. Із йонів складаються оснóвні та амфотерні оксиди, основи, солі.

- ▶ Запишіть формули катіонів і аніонів, які містяться в кожній із таких сполук: K_2O , $Ba(OH)_2$, MgS , $Ca_3(PO_4)_2$, $Na[Al(OH)_4]$.

Кислотні та несолетворні оксиди, а також кислоти мають молекулярну будову. Оскільки в молекулах цих речовин сполучені атоми різних елементів, ковалентні зв'язки в них є здебільшого полярними.

- ▶ Зобразіть графічні формули молекул Cl_2O і HClO_3 і покажіть стрілками в них зміщення спільних електронних пар.

ВИСНОВКИ

До неорганічних речовин належать прості речовини (метали, неметали), а також багато складних речовин, які поділяють на класи. Найважливішими класами неорганічних сполук є оксиди, основи, кислоти, амфотерні гідроксиди, солі.

За хімічними властивостями оксиди поділяють на солетворні та несолетворні, а солетворні оксиди — на оснóвні, кислотні й амфотерні. Серед основ розрізняють розчинні у воді сполуки (луги) і нерозчинні. Кислоти поділяють за складом на оксигеновмісні та безоксигенові, за хімічними властивостями — на однооснóвні й багатооснóвні, а також на сильні, слабкі та кислоти середньої сили.

Прості речовини складаються з атомів або молекул, а складні неорганічні речовини — переважно з молекул або йонів.



250. Запишіть формули оксидів Ag_2O , PbO , BaO , ZnO , Al_2O_3 , I_2O_5 і SO_3 у відповідні стовпчики таблиці:

Оксиди		
оснóвні	амфотерні	кислотні

251. Установіть відповідність:

Формула оксиду

1) MnO ;

2) MnO_2 ;

3) Mn_2O_7 ;

Тип оксиду

а) амфотерний;

б) основний;

в) несолетворний;

г) кислотний.

252. Із яких частинок складаються оксиди Кальцію, Алюмінію, Карбону?

253. Наведіть по одному прикладу кислот, молекули яких містять два, три, чотири, п'ять, шість, сім і вісім атомів. Укажіть основність кожної кислоти.

254. Запишіть хімічні формули двох амфотерних гідроксидів, які мають найменшу молярну масу.

255. Виберіть у наведеному переліку формули солей і поясніть свій вибір: PbI_2 , MgF_2 , CH_4 , Na_2S , ClF .

256. Співвідношення мас Силіцію, Оксигену та Гідрогену в сполуці, утвореній цими елементами, становить 7 : 16 : 1. Виведіть хімічну формулу сполуки. До якого класу неорганічних сполук вона належить і чому?

257. Обчисліть об'єм газу хлороводню, який потрібно розчинити за нормальних умов в 1 л води, щоб виготовити хлоридну кислоту із масовою часткою HCl 20 %.

33 Генетичні зв'язки між неорганічними речовинами

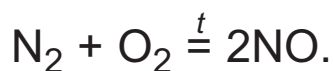
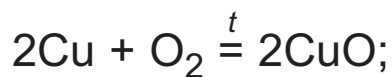
Матеріал параграфа допоможе вам:

- систематизувати хімічні реакції за участю простих речовин;
- з'ясувати можливості взаємоперетворень сполук одного елемента, які належать до різних класів.

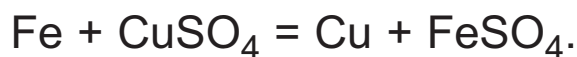
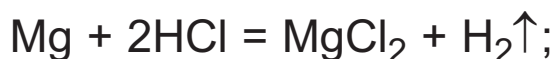
У цьому параграфі зібрано відомості про найважливіші хімічні перетворення за участю простих речовин і неорганічних сполук. Прочитавши його, ви краще зрозумієте зв'язки, які існують між різними речовинами, утвореними одним і тим самим елементом, а також можливості їх добування.

Взаємозв'язки між речовинами, які ґрунтуються на їх походженні та хімічних властивостях, називають *генетичними*¹ зв'язками.

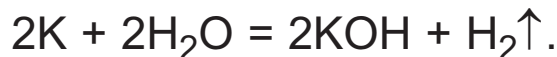
Хімічні перетворення за участю простих речовин. Ви знаєте, що більшість простих речовин — металів, неметалів — реагує з киснем, перетворюючись на оксиди:



Майже всі метали взаємодіють з кислотами і солями; серед продуктів кожної такої реакції є сіль:

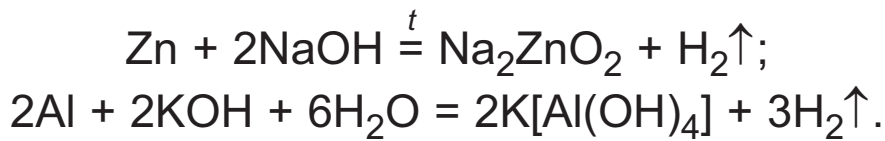


Найактивніші метали реагують з водою з утворенням лугів:

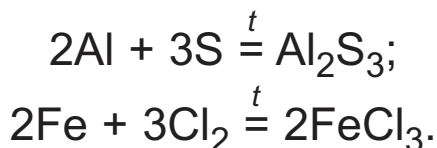


Із лугами взаємодіють метали, утворені елементами, оксиди і гідроксиди яких є амфотерними:

¹ Термін походить від грецького слова *genos* — рід, народження.

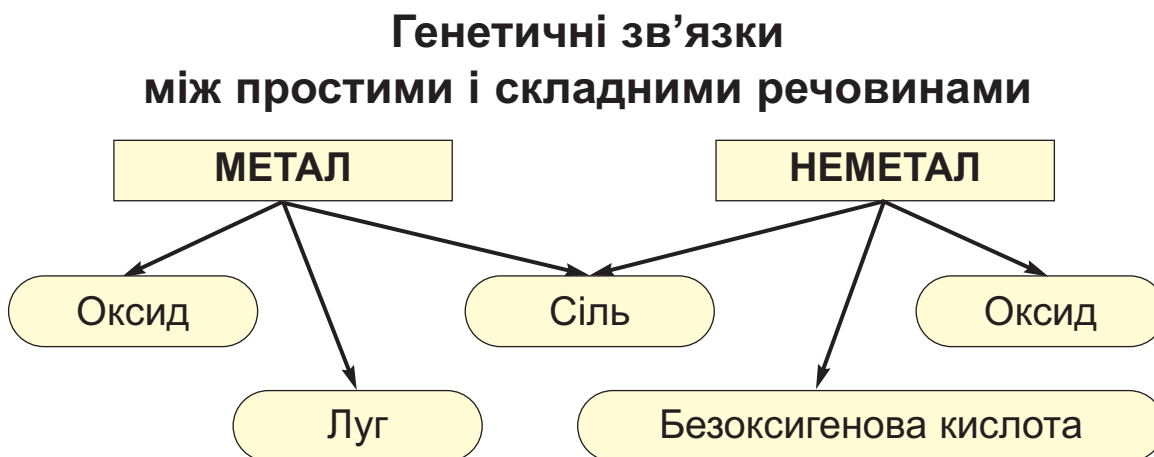


Неметали, які утворені елементами VI та VII груп, реагують із воднем. Розчини продуктів таких реакцій (H_2S , HF та ін.) є безоксигеновими кислотами. Ці неметали також взаємодіють з металами з утворенням солей:



Здатність простих речовин до хімічних перетворень на сполуки різних класів ілюструє схема 14.

Схема 14



Хімічні реакції за участю складних речовин. Неорганічні сполуки здатні до різноманітних взаємоперетворень.

Майже всі кислотні й деякі оснóвні оксиди взаємодіють з водою. У першому випадку утворюються оксигеновмісні кислоти, а в другому — луги.

- Складіть рівняння двох реакцій оксидів з водою, продуктами яких є кислота HMnO_4 і основа $\text{Sr}(\text{OH})_2$.

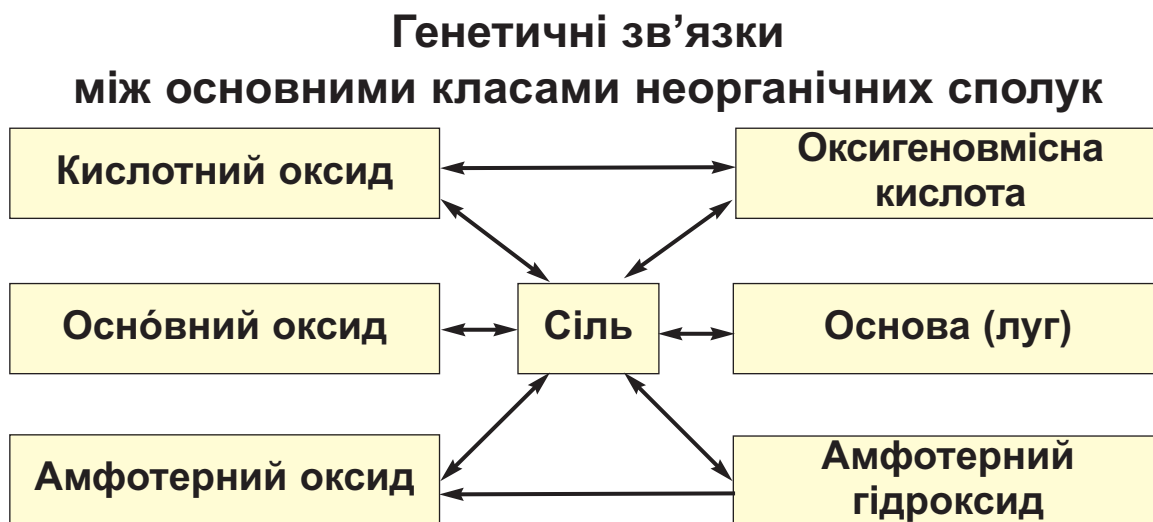
Кожна сполука — оксид, основа, амфотерний гідроксид, кислота — під час певних реакцій перетворюється на відповідну сіль. Нагріванням нерозчинних основ, амфотерних гідроксидів, оксигеновмісних кислот або солей можна добути оксиди.

Варто запам'ятати такі закономірності:

- якщо дві сполуки мають аналогічні властивості (наприклад, два основні оксиди, основний оксид і основа), то вони не взаємодіють одна з одною¹;
- реакції між сполуками із протилежними властивостями майже завжди відбуваються;
- амфотерні сполуки взаємодіють зі сполуками основного і кислотного характеру, але не реагують одна з одною.

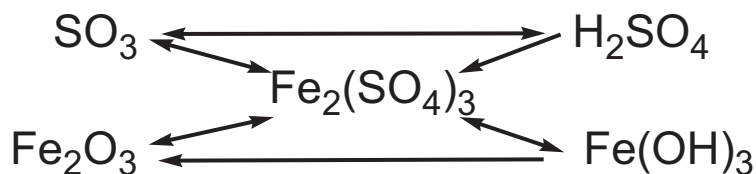
Можливості взаємоперетворень сполук різних класів узагальнює схема 15.

Схема 15



Наводимо схему перетворень сполук металічного і неметалічного елементів — Феруму і Сульфуру:

¹ Солі є винятками.



Використовуючи такі схеми, можна планувати й здійснювати послідовні хімічні перетворення неорганічних сполук. Наприклад, запис



указує на можливість добування кислоти із кислотного оксиду та її використання для добування відповідної солі.

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 7

Розв'язування експериментальної задачі

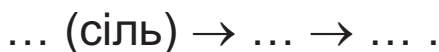
Вам видано розчини калій карбонату, цинк сульфату і калій гідроксиду, розбавлену хлоридну кислоту.

Між якими речовинами відбуватимуться реакції обміну (в розчині)? Складіть відповідні хімічні рівняння.

Здійсніть реакції обміну за участю солей.

Продукти яких реакцій взаємодіятимуть із хлоридною кислотою? Доведіть це експериментально і напишіть хімічні рівняння.

За результатами виконаних експериментів запропонуйте схеми послідовних перетворень сполук Цинку:



Викладений у параграфі матеріал доводить, наскільки важливо у процесі вивчення хімії знати й розуміти генетичні зв'язки між простими речовинами і неорганічними сполуками різних класів — оксидами, основами, кислотами, амфотерними гідроксидами, солями. Способи добування сполук кожного класу узагальнено в Додатку 1 (с. 112—115).

ВИСНОВКИ

Взаємозв'язки між різними речовинами, які ґрунтуються на їхньому походженні та хімічних властивостях, називають генетичними зв'язками.

За допомогою хімічних реакцій за участю простих речовин можна добувати оксиди, солі, луги, безоксигенові кислоти.

Оксиди, основи, амфотерні гідроксиди, кислоти, солі здатні до взаємоперетворень, більшість яких відбувається, якщо реагенти різняться хімічними властивостями.



258. Чи можна схему 15 розширити, додавши несолетворний оксид? Відповідь обґрунтуйте.
259. Напишіть рівняння реакцій, у яких реагентами є лише літій, кисень, вода, а також продукти взаємодії між ними. Складіть схеми відповідних послідовних перетворень.
260. Запишіть кілька схем послідовних перетворень речовин, у яких першою речовиною є певний метал або неметал, другою — сіль, а третьою — основа чи кислота.

261. Чому нижня стрілка на схемі 15 спрямована лише в один бік? Чи можна, маючи амфотерний оксид, добути відповідний амфотерний гідроксид? У разі позитивної відповіді розкажіть, як би ви здійснили такий експеримент.

262. Запишіть хімічні формули речовин у такі схеми перетворень:

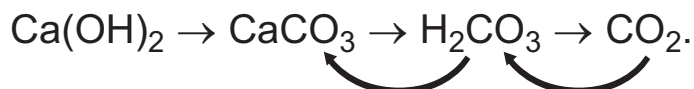
а) оксид → основа → сіль (сполуки Барію);

б) оксид → кислота → сіль (сполуки Фосфору);

в) гідроксид → оксид → сіль (сполуки Алюмінію).

Складіть рівняння відповідних реакцій.

263. Напишіть рівняння реакцій, які відповідають такій схемі перетворень:



Як перетворити кальцій карбонат на кальцій гідроксид за допомогою двох послідовних реакцій?

264. Складіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі послідовні перетворення речовин:

а) $\text{Br}_2 \rightarrow \text{HBr} \rightarrow \text{MgBr}_2 \rightarrow \text{AgBr}$;

б) $\text{Al} \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{Na}_3\text{AlO}_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$;

в) $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{BaSO}_3$;

г) $\text{ZnS} \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Zn(OH)}_2 \rightarrow \text{Zn(NO}_3)_2 \rightarrow \text{ZnCO}_3 \rightarrow \text{ZnO}$;

д) $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuS}$.

265. Доберіть дві солі, які взаємодіють одна з одною в розчині з утворенням двох нерозчинних солей. Запишіть відповідне хімічне рівняння.

266. Натрій масою 1,15 г повністю прореагував із водою, а продукт реакції — із сульфатною кислотою. Обчисліть кількість речовини кислоти, витраченої на нейтралізацію цього продукту.

267. Визначте масу алюміній оксиду, що утвориться під час нагрівання алюміній гідроксиду, добутого за реакцією 21,3 г алюміній нітрату із необхідною кількістю розчину лугу.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

Розв'язування експериментальних задач

ВАРІАНТ I

Здійснення реакцій за схемою хімічних перетворень

У вашому розпорядженні — магній оксид¹, розчини нітратної кислоти і солей Натрію — нітрату, карбонату та ортофосфату.

Завдання. Доберіть реактиви (серед виданих) до схеми перетворень

$\text{MgO} \xrightarrow{1} \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{2} \text{MgCO}_3 \xrightarrow{3} \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{4} \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$
і здійсніть реакції.

ВАРІАНТ II

Складання схеми хімічних перетворень і здійснення реакцій

У вашому розпорядженні — розчини ферум(III) хлориду, натрій гідроксиду, натрій ортофосфату, розбавлена сульфатна кислота.

Завдання. Запропонуйте схему перетворень (дозволяється використовувати лише видані реактиви)



де *A* — ферум(III) хлорид, *B*, *C* і *D* — інші сполуки Феруму, та здійсніть реакції.

Перед виконанням хімічного експерименту за варіантом I або II заповніть таблицю:

¹Учитель може замінити магній оксид магній гідроксидом.

Формули	
речовин у схемі перетворень	реактивів (у порядку їх використання)
... → ... → ... → ... (→ ...) (...)

Під час здійснення реакції обміну додавайте невелику порцію розчину другого реагенту для досягнення необхідного результату. Так можна в деяких дослідах уникнути побічних реакцій між реактивом, який використовуємо, і залишком попереднього.

Ваші дії, спостереження (фіксуйте утворення осаду, його вигляд, виділення газу, наявність чи відсутність у нього запаху, зміну чи появу забарвлення), висновки, а також хімічні рівняння запишіть у таблицю:

Послідовність дій	Спостереження	Висновки
<i>Дослід 1. Здійснення перетворення ... → ...</i>		
...	...	
Рівняння реакції:		
<i>Дослід 2. ...</i>		...



До варіанта I.

268. Який реактив ви не використали в роботі? Чому?

269. Чи зашкодить надлишок реактиву, взятого для здійснення першого перетворення, перебігу другої реакції? Відповідь аргументуйте.

270. Чи можна із магній оксиду добути магній ортофосфат, використавши лише один із виданих реактивів? Чому?

271. Запропонуйте реактиви, за допомогою яких магній оксид можна безпосередньо перетворити на магній ортофосфат. Напишіть відповідні хімічні рівняння.

До варіанта II.

272. Чи можна із ферум(III) хлориду добути сполуку, записану останньою в запропонованій вами схемі перетворень, якщо використати лише один із виданих реактивів? У разі позитивної відповіді напишіть рівняння реакції.

273. Які послідовні перетворення сполук Феруму можна здійснити за відсутності розчину:

- а) натрій ортофосфату;
- б) лугу?

Відповіді подайте у формі таблиці, наведеної першою в тексті практичної роботи.

34 Неорганічні сполуки, довкілля і людина

Матеріал параграфа допоможе вам:

- дізнатися про забруднення природи неорганічними сполуками;
- усвідомити важливість заходів із запобігання надходженню шкідливих речовин у довкілля.

Речовинне забруднення довкілля. До середини XIX ст. людство використовувало переважно природні

речовини і матеріали. Речовини штучного походження добували в невеликих кількостях, обсяги їх споживання були незначними. Довкілля в ті часи майже не зазнавало речовинного забруднення.

Із бурхливим розвитком промисловості, транспорту, сільського господарства почало стрімко зростати добування і використання неіснуючих у природі речовин — металів, мінеральних добрив, різноманітних неорганічних і органічних сполук. Відходи виробництва, надлишки речовин потрапляли в повітря, у річки, водойми, на земну поверхню й негативно впливали на рослини, тварин, здоров'я людей. Нині забруднення нашої планети вважають загрозливим, а деяких її регіонів — навіть катастрофічним.

Забруднення атмосфери газуватими оксидами. Істотної шкоди довкіллю завдають гази SO_2 і NO_2 . Оксид SO_2 утворюється, коли згоряє паливо, що містить домішки сполук Сульфуру. Основне джерело надходження цього газу в атмосферу — теплоелектростанції, які використовують низькосортне вугілля. Оксид NO_2 є продуктом взаємодії з киснем повітря газу NO , що утворюється внаслідок реакції між основними компонентами повітря — азотом і киснем. Ця реакція відбувається в полум'ї під час горіння різних видів палива і пального. Нітроген(IV) оксид також міститься у газових викидах заводів із виробництва нітратної кислоти. Маючи бурий колір, він надає відповідний відтінок цим викидам (мал. 69).

Цікаво знати

Невеликі кількості шкідливих газів SO_2 , H_2S , CO виділяються під час виверження вулканів.



Мал. 69.

Викид газів, що містить оксид NO_2 (так званий «лисячий хвіст»)

Взаємодіючи з атмосферною вологою і киснем, оксиди SO_2 і NO_2 перетворюються на кислоти H_2SO_3 , H_2SO_4 , HNO_2 , HNO_3 . Разом із дощем і снігом ці кислоти потрапляють на земну поверхню й завдають шкоди рослинам, живим організмам, спричиняють руйнування будівель, історичних пам'яток, пришвидшують корозію металів. Крім цього, сульфатна і нітратна кислоти взаємодіють із деякими речовинами літосфери. Внаслідок таких реакцій утворюються розчинні солі, частина яких містить токсичні йони металічних елементів.

Оксиди Нітрогену також взаємодіють із озоном; це призводить до руйнування озонового шару в атмосфері, який захищає живі організми від шкідливих ультрафіолетових променів сонячного світла.

Чадний газ CO , що утворюється під час неповного згоряння різних видів палива і пального за нестачі кисню, є отруйним. Разом із оксидами Сульфуру і Нітрогену він міститься в дуже забрудненому повітрі над мегаполісами, великими промисловими зонами. Такий стан повітря називають смогом. Смог негативно діє на зелені насадження, спричиняє загострення різних хвороб у людей.

Вам відомо, що в атмосфері є невелика кількість вуглекислого газу CO_2 . Він, а також кілька інших газів (серед них — водяна пара) створюють так званий парниковий ефект, тобто затримують частину теплової енергії на Землі. Через невпинне збільшення вмісту вуглекислого газу в повітрі внаслідок розвитку теплоенергетики, автомобільного транспорту в останні десятиліття спостерігається потепління клімату, зменшення льодового покриву в полярних регіонах. Учені не виключають через кілька десятків років підйому рівня Світового океану, що призведе до затоплення багатьох територій, зокрема в Європі.

Забруднення водою і ґрунту лугами та кислотами. Стічні води деяких хімічних виробництв містять луги (найчастіше — натрій гідроксид). Ці сполуки є небезпечними для рослинного і тваринного світу, спричиняють опіки на шкірі, руйнують слизові оболонки.

Шкідливий вплив лугів на довкілля не тривалий. Луг взаємодіє з вуглекислим газом, який є в повітрі, й перетворюється на безпечний карбонат. Аналогічного перетворення зазнає з часом гідроксид $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (теж луг, їдка речовина), що перебуває в контакті з повітрям.

Нерозчинні основи, на відміну від лугів, набули обмеженого використання. Їх добувають у невеликих кількостях, і потрапляння цих сполук у довкілля не призводить до помітних негативних наслідків.

У хімічній технології найчастіше застосовують сульфатну кислоту, рідше — нітратну і хлоридну кислоти. Залишки цих речовин містяться в стічних водах багатьох хімічних заводів, підприємств із переробки

поліметалічних руд. Названі сполуки мають широкий спектр негативної дії на довкілля, живі організми.

Забруднення земної поверхні солями. Частина солей, які використовують у різних сферах, є безпечними. Це певною мірою стосується й мінеральних добрив — хлориду і сульфату Калію, фосфатів, нітратів, солей амонію (про ці сполуки йшлося на с. 21). Однак за надмірного внесення їх у ґрунт відповідні йони потрапляють у продукти землеробства і тваринництва, а також водойми, звідки вода подається в населені пункти. Крім цього, надлишок добрив у воді призводить до посиленого росту водоростей (мал. 70), подальшого їх гниття й відмирання, що негативно впливає на рибу та інших мешканців річок і озер. Аналогічної шкоди флорі та фауні водойм завдають фосфатовмісні мийні засоби, які після використання не розкладаються й надходять у природне середовище.

Особливу увагу спеціалісти звертають на шкідливий вплив солей так званих важких металів на живу природу та організм людини. Правильна назва цих сполук із погляду хімії — солі металічних елементів із великими відносними атомними масами. Серед цих елементів —



Мал. 70.
«Цвітіння» води

Hg, Pb, Cd, Ba, Cu, Zn, Ni та деякі інші. Не випадково, що для питної води встановлено гранично допустимі концентрації катіонів наведених у переліку елементів.

Цікаво знати

Дуже токсичними є солі «легкого» хімічного елемента Берилію.

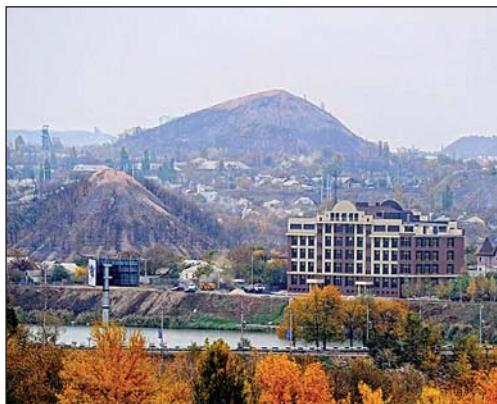
Дія речовин на організм часто залежить від їхньої розчинності у воді та хімічних властивостей. Позначки «Отруйна речовина» містяться на упаковках із розчинними сполуками Барію — гідроксидом, хлоридом, нітратом. Токсичною є й нерозчинна сіль $BaCO_3$, яка, потрапляючи в шлунок, взаємодіє з наявною в ньому хлоридною кислотою й перетворюється на розчинну сіль $BaCl_2$. Інша нерозчинна сіль — барій сульфат $BaSO_4$ — безпечна для організму, оскільки не реагує із хлоридною кислотою. Суміш цієї солі з водою випиває людина перед рентгеноскопичним дослідженням шлунка.

До шкідливих речовин також зараховують розчинні солі, що містять аніони F^- , S^{2-} , CrO_4^{2-} і деякі інші.

Йони F^- у незначній кількості потрібні людині; вони містяться в сполуках Кальцію, які становлять неорганічну основу кісток і зубів. Для запобігання руйнуванню зубів у зубні пасту додають малі кількості сполук Флуору.

Стрімкий розвиток будівництва призводить до накопичення відходів силікатних матеріалів, каменю, залишків бетону. Основу їх становлять силікати та алюмінати. Вони не токсичні, але, потрапляючи на земну поверхню,

заважають її використанню для різних цілей. Так само забруднюють довкілля тверді залишки негорючих оксидів і солей після спалювання вугілля на теплоелектростанціях. Значні площі займають терикони — добута із шахт суміш вугілля і ґрунту, непридатна для застосування як паливо (мал. 71).



Мал. 71.
Терикони

Заходи зі зменшення забруднення довкілля. Останнім часом помітно зростає використання сонячної енергії, а також енергії вітру та земних надр. На заміну двигунам внутрішнього згоряння приходять електричні двигуни; розширюється виробництво електромобілів. Усе це дає змогу покращити стан атмосферного повітря.

На сучасних підприємствах впроваджують ефективні методи очищення газових викидів і рідких стоків. Більшість цих методів передбачає здійснення хімічних реакцій із перетворенням шкідливих речовин на безпечні. Якщо речовина, що міститься у стічній воді, має кислотні властивості, то рідину зазвичай нейтралізують за допомогою вапна або крейди. У лужні стоки додають розчин сульфатної кислоти — найдешевшої серед

кислот. Продукти відповідних реакцій не завдають шкоди довкіллю. Дуже вигідним є змішування кислих і лужних промислових стоків, під час якого відбувається їхня взаємна нейтралізація. Для очищення стічних вод деяких промислових підприємств здійснюють реакції обміну з утворенням нерозчинних сполук токсичних елементів, які відокремлюють фільтруванням.

Тверді відходи гірничодобувної промисловості, теплоелектростанцій, металургійних заводів використовують під час прокладання автошляхів, у виробництві будівельних сумішей, а іноді піддають додатковій переробці.

До охорони довкілля від забруднень має долучитися кожна людина. Рух за збереження природи для наступних поколінь стає невід'ємною частиною прогресивного розвитку людства (мал. 72).



Мал. 72.
Парк

ВИСНОВКИ

Наслідком інтенсивного розвитку промисловості, транспорту, теплоенергетики, сільського господарства є зростаюче забруднення повітря, гідро-

сфери, земної поверхні різними речовинами. Значна їх частина завдає шкоди рослинам, тваринам, організму людини.

Серед заходів, що реалізує людство з метою збереження природного середовища, — використання відновлювальних джерел енергії, впровадження ефективних технологій зі знешкодженням промислових стоків і газових викидів, розвиток виробництва транспортних засобів, які не забруднюють повітря.



274. Вам відомо, що вуглекислий газ взаємодіє з водою з утворенням карбонатної кислоти. Чому цей газ не зараховують до оксидів, які зумовлюють появу кислотних опадів?
275. Як ви вважаєте, чи спричиняють кислотні дощі руйнування мармуру (природний кальцій карбонат) і гіпсу (основа матеріалу — кальцій сульфат)? Відповідь аргументуйте.
276. Назвіть кілька сполук, які здатні взаємодіяти із сірчистим газом і можуть використовуватися для очищення газових викидів від цього оксиду.
277. Визначте масу крейди, яку потрібно взяти для нейтралізації 1 т промислових стічних вод, якщо масова частка в них сульфатної кислоти становить 0,49 %.
278. У якому співвідношенні об'ємів необхідно змішувати кислий та лужний промислові стоки для їх повної взаємної нейтралізації, якщо масова частка хлороводню в одній рідині становить 0,73 %, а масова частка натрій гідроксиду в іншій — 0,16 %? Припустіть, що густини обох рідин такі самі, що й води.

Післямова

Завершився навчальний рік, другий рік вивчення вами хімії. Ми впевнені, що вам було цікаво на уроках із цього предмета.

Будова атома вже не є для вас секретом. Ви дізналися й про те, як і чому сполучаються одна з одною найдрібніші частинки речовин. Читаючи підручник, кожен із вас «зазирнув» усередину кристалів і переконався, що атоми, молекули або йони розміщені в них у певному порядку. Вам також стало відомо, що в хімії порції речовин оцінюють і порівнюють не лише за їхньою масою чи об'ємом, а й за кількістю частинок.

Ви з'ясували, яку інформацію про хімічні елементи містить періодична система, і зрозуміли, наскільки важливо вміти нею користуватися. Періодична система хімічних елементів ілюструє відкритий видатним ученим Д. І. Менделєєвим періодичний закон — основний закон хімії.

У 8 класі ви розширили свої знання про оксиди, основи, кислоти, дізналися про амфотерні гідроксиди і солі. Сподіваємося, що кожний із вас навчився складати формули цих сполук, прогнозувати їхні хімічні властивості, а також розв'язувати розрахункові задачі нових типів.

Матеріал з хімії в 9 класі теж буде цікавим. Ви поглибите свої уявлення про розчини, дізнаєтесь про особливості перебігу хімічних реакцій, ознайомитесь із найважливішими органічними речовинами, зокрема й тими, які є в природі.

Бажаємо вам у наступному навчальному році досягти подальших успіхів у вивченні хімії!

Автори

Додаток 1

Найважливіші способи добування неорганічних сполук

ОКСИДИ

Реагенти	Приклади
Проста речовина і кисень*	$4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3;$ $\text{Si} + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \text{SiO}_2$
Нерозчинна основа (термічний розклад)	$\text{Mg}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t} \text{MgO} + \text{H}_2\text{O}\uparrow$
Амфотерний гідроксид (термічний розклад)	$2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}\uparrow$
Оксигеновмісна сіль (термічний розклад)**	$\text{ZnCO}_3 \xrightarrow{t} \text{ZnO} + \text{CO}_2\uparrow;$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t} \text{PbO} + (\text{N}_2\text{O}_5)$ $\text{NO}_2\uparrow \quad \text{O}_2\uparrow$

* Із киснем не реагують інертні гази, хлор, бром, золото, платина. Продукти реакцій натрію, калію, фтору з киснем не належать до оксидів.

** Не розкладаються солі, утворені нелеткими кислотними оксидами, амфотерними оксидами в ролі кислотних, карбонати і сульфати лужних елементів.

ОСНОВИ

Реагенти	Приклади
Метал (лужний, лужноземельний) і вода	$2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$; $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\uparrow$
Оксид лужного або лужноземельного елемента і вода	$\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{LiOH}$; $\text{BaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ba}(\text{OH})_2$
Сіль і луг (у розчині)*	$\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{KOH}$; $\text{NiCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Ni}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$
Сіль і амоніак у розчині (амонійна основа)*	$\text{FeSO}_4 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

* Реакція відбувається, якщо очікуваний продукт є нерозчинним у воді.

АМФОТЕРНІ ГІДРОКСИДИ

Реагенти	Приклади
Сіль, що містить катіони металічного елемента, і луг* (у розчині)	$\text{BeSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Be}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
Сіль, що містить катіони металічного елемента, і амоніак у розчині (амонійна основа)	$\text{FeCl}_3 + 3\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NH}_4\text{Cl}$
Сіль, що містить металічний елемент у складі аніонів, і кислота* (у розчині)	$\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

* У кількості, розрахованій за хімічним рівнянням.

КИСЛОТИ

Реагенти	Приклади
Неметал, утворений елементом VI або VII групи, і водень (із наступним розчиненням продукту реакції у воді)	$\text{H}_2 + \text{S} \xrightarrow{t} \text{H}_2\text{S};$ $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{t} 2\text{HCl}$
Кислотний оксид* і вода	$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$
Сіль і кислота (у розчині)**	$\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$ $= \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{HCl};$ $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HNO}_3 = 2\text{NaNO}_3 +$ $+ \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow;$ $\text{K}_2\text{S} + 2\text{HCl} = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{S}$

* Крім силіцій(IV) оксиду.

** Реакція відбувається, якщо: а) очікуваний продукт є нерозчинним у воді; б) кислота-продукт є слабкою, а кислота-реагент — сильною. Сильну летку кислоту добувають взаємодією її твердої солі з нелеткою сильною кислотою:



СОЛІ

Реагенти	Приклади
Метал і неметал, утворений елементом VI або VII групи	$2\text{Al} + 3\text{S} \xrightarrow{t} \text{Al}_2\text{S}_3;$ $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{t} 2\text{FeCl}_3$
Метал і кислота (хлоридна або розбавлена сульфатна)*	$\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\uparrow;$ $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{розб.}) = \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$
Метал і сіль (розчин)**	$\text{Fe} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = \text{Cu} + \text{Fe}(\text{NO}_3)_2$

Осно́вний оксид і кислотний (або амфотерний) оксид	$3\text{FeO} + \text{P}_2\text{O}_5 \stackrel{t}{=} \text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$; $\text{CaO} + \text{ZnO} \stackrel{t}{=} \text{CaZnO}_2$
Осно́вний оксид і кислота (або амфотерний гідроксид)	$\text{NiO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Ni}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{MgO} + 2\text{Cr}(\text{OH})_3 \stackrel{t}{=} \text{Mg}(\text{CrO}_2)_2 + 3\text{H}_2\text{O}\uparrow$
Основа і кислотний (або амфотерний) оксид	$\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 = \text{BaSO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$; $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \stackrel{t}{=} \text{Mg}(\text{FeO}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}\uparrow$
Основа і кислота (або амфотерний гідроксид)	$\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$; $3\text{NaOH} (\text{p-n}) + \text{Al}(\text{OH})_3 = \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$
Кислота і амфотерний оксид	$2\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Al}_2\text{O}_3 \stackrel{t}{=} 2\text{AlPO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}\uparrow$
Кислота і амфотерний гідроксид	$2\text{HCl} + \text{Zn}(\text{OH})_2 = \text{ZnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
Сіль і кислота (у розчині) ***	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{PbSO}_4\downarrow + 2\text{HNO}_3$
Сіль і луг (у розчині)****	$\text{CuCl}_2 + 2\text{KOH} = 2\text{KCl} + \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow$
Дві солі (у розчині)****	$\text{Na}_2\text{S} + \text{FeSO}_4 = \text{FeS}\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$

* Реакція відбувається, якщо метал розміщений у ряду активності зліва від водню.

** Реакція відбувається, якщо метал-реагент активніший за очікуваний метал-продукт.

*** Реакція відбувається, якщо: а) очікуваний продукт є нерозчинним у воді; б) кислота-продукт є слабкою, а кислота-реагент — сильною.

**** Реакція відбувається, якщо очікуваний продукт є нерозчинним у воді.

Відповіді до задач і вправ

4 розділ

159. б) $m(\text{NO}) \approx 5$ г.
160. $V(\text{CO}_2) = 560$ л.
167. У барій гідроксиді.
173. Хімічні формули кислот із виокремленими гідроксильними групами: $\text{IO}_2(\text{OH})$, $\text{TeO}_2(\text{OH})_2$.
186. Найбільше йонів — у барій хлориді.
187. б.
192. а) $\text{MgO} + \text{Cl}_2\text{O}_7 = \text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$;
б) $\text{I}_2\text{O}_5 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaIO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.
202. $m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 6,5$ г.
204. $m(\text{P}_2\text{O}_5) = 71$ г; $w(\text{P}_2\text{O}_5) = 78$ %.
205. $w(\text{LiOH}) = 16$ %.
206. $m(\text{SO}_2) = 0,64$ г; $m(\text{CO}_2) = 0,88$ г.
210. а) $2\text{KOH} + \text{N}_2\text{O}_5 = 2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$;
в) $3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$.
211. Можливі 3 реакції.
215. $m(\text{Fe}(\text{OH})_2) = 2,25$ г.
216. $V(\text{SO}_2) = 4,48$ л.
217. $m(\text{осаду}) = 2,225$ г.
218. $w(\text{NaOH}) = 31,9$ %.
223. Можливі 3 реакції.
225. Візьміть до уваги властивості однієї зі сполук, що утворюються.

227. $m(5\% \text{ р-ну } \text{H}_2\text{SO}_4) = 196 \text{ г.}$
228. $w(\text{Ag}) = 79,7\%.$
230. б) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{LiOH} (\text{розчин}) = \text{Li}[\text{Al}(\text{OH})_4];$
 $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{LiOH} (\text{розчин}) = \text{Li}_3[\text{Al}(\text{OH})_6].$
231. а) $\text{SnO} + 2\text{NaOH} \stackrel{t}{=} \text{Na}_2\text{SnO}_2 + \text{H}_2\text{O}\uparrow;$
 б) $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Li}_2\text{O} \stackrel{t}{=} 2\text{LiCrO}_2; \text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{Li}_2\text{O} \stackrel{t}{=} 2\text{Li}_3\text{CrO}_3.$
234. $\text{Cr}(\text{OH})_3.$
235. $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 8 \text{ г.}$
236. Ні.
237. $m(\text{PbO}) = 55,75 \text{ г.}$
241. Відбуваються 3 реакції.
243. $m(\text{FeF}_3) = 2,26 \text{ г.}$
244. Так.
245. $m(\text{Cu}) = 6,4 \text{ г.}$
246. $m(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ г}; m(96\% \text{-ї } \text{H}_2\text{SO}_4) = 51 \text{ г.}$
256. Сполука є кислотою.
257. $V(\text{HCl}) = 153,4 \text{ л.}$
265. Приклад такої реакції:
 $\text{ZnSO}_4 + \text{BaS} = \text{ZnS}\downarrow + \text{BaSO}_4\downarrow.$
266. $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,025 \text{ моль.}$
267. $m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 5,1 \text{ г.}$
274. Зважте на вміст вуглекислого газу в повітрі та хімічну активність карбонатної кислоти.
277. $m(\text{CaCO}_3) = 5 \text{ кг.}$
278. $V(\text{кисл.}) : V(\text{лужн.}) = 1 : 5.$

Словник термінів

Амфотерність — здатність сполуки виявляти як оснóвні, так і кислотні властивості.

Аніон — негативно заряджений йон.

Атом — найменша електронейтральна частинка речовини, яка складається із позитивно зарядженого ядра і негативно заряджених електронів, що рухаються навколо нього.

Безоксигенова кислота — кислота, у молекулі якої немає атомів Оксигену.

Валентні електрони — електрони, які можуть брати участь в утворенні хімічного зв'язку.

Вищий оксид — оксид, у якому елемент виявляє найбільше значення валентності.

Відносна густина газу за іншим газом — відношення маси певного об'єму газу до маси такого самого об'єму іншого газу (за однакових температури і тиску).

Галогени — елементи головної підгрупи VII групи періодичної системи (Флуор, Хлор, Бром, Йод), а також відповідні прості речовини.

Генетичний зв'язок — взаємозв'язок між речовинами, який ґрунтується на їх походженні та хімічних властивостях.

Група (періодичної системи) — стовпчик у періодичній системі.

Електрон — негативно заряджена частинка, складник атома.

Електронегативність — властивість атома елемента зміщувати до себе електронну пару, спільну з атомом іншого елемента.

Електронна формула — запис, який відображає електронну будову атома чи молекули.

Електронний октет — 8-електронна оболонка атома.

Енергетичний рівень — фрагмент сучасної моделі атома, який об'єднує електрони з майже однаковою енергією.

Зовнішні електрони — електрони останнього енергетичного рівня атома.

Індикатор — речовина, яка змінює забарвлення за дії лугу (кислоти).

Інертні елементи — елементи головної підгрупи VIII групи періодичної системи (Гелій, Неон, Аргон, Криптон, Ксенон, Радон). Прості речовини цих елементів називають інертними газами.

Істинна формула — хімічна формула, яка показує реальний склад молекули.

Йонний зв'язок — зв'язок між протилежно зарядженими йонами в речовині.

Катіон — позитивно заряджений йон.

Кислота — сполука, молекула якої містить один або кілька атомів Гідрогену, здатних під час хімічних реакцій заміщуватися на один або кілька атомів (йонів) металічного елемента.

Кислотний залишок — частина молекули кислоти, з якою сполучені атоми Гідрогену.

Кислотний оксид — оксид, який відповідає оксигеновмісній кислоті.

Кислототворний елемент — елемент, який утворює кислоту.

Кількість речовини — фізична величина, яка визначається кількістю атомів, молекул, груп атомів або йонів у певній порції речовини.

Ковалентний зв'язок — зв'язок між атомами, зумовлений існуванням спільних електронних пар.

Кристалічні ґратки — модель будови кристалічної речовини.

Луг — водорозчинна основа.

Лужні елементи — елементи головної підгрупи I групи періодичної системи (Літій, Натрій, Калій, Рубідій, Цезій, Францій). Прості речовини цих елементів називають лужними металами.

Лужноземельні елементи — елементи головної підгрупи II групи періодичної системи (Магній, Кальцій, Стронцій, Барій, Радій). Прості речовини цих елементів називають лужноземельними металами.

Молекула — частинка, яка складається з двох або більшої кількості сполучених атомів.

Моль — одиниця вимірювання кількості речовини; порція речовини, яка містить $6,02 \cdot 10^{23}$ атомів, молекул або наявних у її хімічній формулі груп атомів чи йонів.

Молярна маса — маса 1 моль речовини.

Молярний об'єм — об'єм 1 моль речовини.

Найпростіша формула — хімічна формула, яка відображає співвідношення кількості атомів або йонів у сполуці.

Нейтрон — електронейтральна частинка, складник ядра атома.

Неорганічна хімія — розділ хімічної науки, який охоплює неорганічні речовини.

Неполярний ковалентний зв'язок — ковалентний зв'язок, у якому одна чи кілька спільних електронних пар не зміщені в бік одного з атомів.

Несолетворний оксид — оксид, який не взаємодіє з кислотами, основами й не утворює солей.

Нормальні умови — температура 0 °С і тиск 760 мм рт. ст. (101,3 кПа).

Нуклони — загальна назва частинок (протона і нейтрона), з яких складаються ядра атомів.

Нуклонне число — сумарна кількість протонів і нейтронів в атомі.

Оксигеновмісна кислота — кислота, у молекулі якої містяться атоми Оксигену.

Оксид — сполука елемента з Оксигеном.

Орбіталь — частина простору в атомі, де перебування електрона найбільш імовірне.

Основа — сполука, яка складається з катіонів металічного елемента і гідроксид-аніонів OH^- .

Оснóвний оксид — оксид, який відповідає основі.

Основність — характеристика кислоти, яка визначається кількістю атомів Гідрогену в молекулі, здатних заміщуватися на атоми (йони) металічного елемента.

Період — фрагмент природного ряду елементів від лужного елемента до інертного.

Підгрупа — частина групи періодичної системи.

Підрівень — частина енергетичного рівня з електронами однакової енергії.

Подвійний зв'язок — зв'язок, утворений двома спільними електронними парами.

Полярний ковалентний зв'язок — ковалентний зв'язок, у якому одна чи кілька спільних електронних пар зміщені в бік одного з атомів.

Потрійний зв'язок — зв'язок, утворений трьома спільними електронними парами.

Простий зв'язок — зв'язок, утворений однією спільною електронною парою.

Протон — позитивно заряджена частинка, складник ядра атома.

Протонне число — кількість протонів в атомі.

Радіус атома — відстань від центра ядра до сферичної поверхні, якої «торкаються» орбіталі з електронами останнього енергетичного рівня.

Реакція заміщення — реакція між простою і складною речовинами, в результаті якої утворюються нові проста і складна речовини.

Реакція нейтралізації — реакція між основою та кислотою.

Реакція обміну — реакція між двома сполуками, під час якої вони обмінюються своїми складниками.

Ряд активності металів — ряд, у якому метали розміщені за зменшенням хімічної активності.

Сіль — сполука, що складається з катіонів металічного елемента й аніонів кислотного залишку.

Солетворний оксид — оксид, який взаємодіє з кислотами або/і основами й утворює солі.

Спін — властивість електрона, яку умовно подають як його обертання навколо власної осі.

Стала Авогадро — $6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹.

Сублімація — перетворення твердої речовини під час нагрівання на газ, минаючи рідкий стан.

Хімічний елемент — вид атомів із певним протонним числом (певним зарядом ядра).

Хімічний зв'язок — взаємодія між атомами, молекулами, йонами, завдяки якій частинки утримуються разом.

Предметний покажчик

А

- Амонійна основа 13
- Амфотерні гідроксиди 90
 - добування 113
- Амфотерні сполуки 66
 - властивості 66
- Амфотерність 66

Г

- Генетичні зв'язки 94
- Гідрати оксидів 90
- Гідроксиди 90

К

- Кислоти 14, 15, 90
 - безоксигенові 14
 - використання 61
 - добування 114
 - класифікація 14, 15, 55
 - назви 18, 19
 - оксигеновмісні 14
 - поширеність 20

середньої сили 55

сильні 55

склад 14

слабкі 55

фізичні

властивості 54

хімічні властивості 55

Кислотний залишок 16

Кислототворний

елемент 16

Класифікація неорганічних речовин 87

Л

Луги 11

Н

Неорганічна хімія 3

О

Оксиди 4, 88

будова 28, 29

- використання 33
- вищі 6
- добування 112
- кислотні 14
- класифікація 88
- назви 6
- несолетворні 8
- основні 10
- поширеність 7
- солетворні 88
- фізичні
 - властивості 28
- формули 5
- хімічні властивості 29
- Основи 10, 89
 - використання 50
 - добування 113
 - назви 11
 - фізичні
 - властивості 45
 - формули 10
 - хімічні властивості 46

Р

Реакція

- заміщення 57
- нейтралізації 48
- обміну 31

Ряд активності

- металів 57

С

Солі 23, 91

- використання 78
- добування 114
- кислі 82
- назви 24
- поширеність 25
- фізичні
 - властивості 72
- формули 23
- хімічні
 - властивості 73

Т

Таблиця розчинності 11

Література для учнів

1. Василега М. Д. Цікава хімія / М. Д. Василега. Київ : Рад. шк., 1989. 188 с.
2. Вороненко Т. І. Хімія щодня. Це треба знати кожному / Тетяна Вороненко, Тетяна Іваха. Київ : Шк. світ, 2011. 128 с.
3. Котляр З. В. Хімія елементів / З. В. Котляр, В. М. Котляр. Київ : Вид. дім «Перше вересня», 2016. 224 с.
4. Лєєнсон І. А. Дивовижна хімія / І. А. Лєєнсон. Харків : Ранок, 2011. 176 с.
5. Смаль Ю. Лесеві історії. Експериментуй і дізнавайся / Юля Смаль. Львів : Вид-во Старого Лева, 2019. 136 с.
6. Смаль Ю. Цікава хімія. Життєпис речовин / Юля Смаль. Львів : Вид-во Старого Лева, 2016. 112 с.
7. Яковішин Л. О. Цікаві досліди з хімії: у школі та вдома / Л. О. Яковішин. Севастополь : Біблекс, 2006. 176 с.

Інтернет-сайти, які містять цікавий матеріал з хімії

1. <http://chemistry-chemists.com>
2. <http://www.thoughtco.com/chemistry-4133594>
3. <http://www.elementsinyourlife.org>
4. <https://www.facebook.com/compoundchem>
5. <https://www.webelements.com>
6. <https://www.chemistryworld.com>
7. <https://www.compoundchem.com>

Зміст

4 розділ

Основні класи неорганічних сполук

§ 22. Оксиди	4
§ 23. Основи	9
<i>Для допитливих. Незвичайна основа</i>	13
§ 24. Кислоти	14
§ 25. Солі	23
§ 26. Будова, властивості та використання оксидів...	28
§ 27. Розрахунки за хімічними рівняннями	37
§ 28. Властивості та використання основ	45
§ 29. Властивості та використання кислот.....	53
<i>Домашній експеримент. Дія розчинів деяких речовин на соки овочів</i>	64
§ 30. Амфотерні оксиди та гідроксиди.....	65
§ 31. Властивості та використання солей	72
<i>Для допитливих. Кислі солі</i>	82
Практична робота № 2. Дослідження властивостей основних класів неорганічних сполук	
<i>Варіант I. Вивчення хімічних властивостей хлоридної кислоти</i>	83
<i>Варіант II. Вивчення властивостей нікель(II) сульфату</i>	85

§ 32. Узагальнення знань про неорганічні речовини	87
§ 33. Генетичні зв'язки між неорганічними речовинами	93
Практична робота № 3. Розв'язування експериментальних задач	
<i>Варіант I.</i> Здійснення реакцій за схемою хімічних перетворень	100
<i>Варіант II.</i> Складання схеми хімічних перетворень і здійснення реакцій	100
§ 34. Неорганічні сполуки, довкілля і людина.....	102
Післямова	111
Додаток 1. Найважливіші способи добування неорганічних сполук	112
Відповіді до задач і вправ	116
Словник термінів	118
Предметний покажчик	123
Література для учнів	125
Інтернет-сайти, які містять цікавий матеріал з хімії	125

Навчальне видання

**ПОПЕЛЬ Павло Петрович
КРИКЛЯ Людмила Сергіївна**

ХІМІЯ

**Підручник для осіб з особливими освітніми потребами
(Н 54.1 – Н 54.2)
8 КЛАС
(у 2-х частинах)**

ЧАСТИНА 2

*Рекомендовано
Міністерством освіти і науки України*

**Видано за рахунок державних коштів.
Продаж заборонено**

У підручнику з навчальною метою
використано деякі ілюстративні матеріали з відкритих джерел інтернету

Відповідальна за випуск Г. А. Теремко
Редактор Г. Т. Сенькович
Коректор Т. А. Дічевська
Дизайн-концепція видання,
художнє оформлення палітурки В. М. Штогриня
Комп'ютерна верстка, обробка ілюстрацій,
оригінал-макет Є. М. Байдюка

Формат 84×108/16. Ум. друк. арк. 13,44. Обл.-вид. 3,64
Наклад 1682 прим. Зам.

Видавничий центр «Академія»,
03057, м. Київ, вул. Олександра Довженка 3.
Тел./факс: (044) 456-19-89.
E-mail: academia.book@gmail.com
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 7175 від 02.11.2020 р.

Видруковано у ПрАТ
«Харківська книжкова фабрика “Глобус”
корпоративне підприємство
ДАК Укрвидавполіграфія»
вул. Різдва, 11, м. Харків, 61052.
Свідоцтво серія ДК № 3985 від 22.02.2011 р.

Розчинність основ, кислот, амфотерних гідроксидів і солей у воді (за температури 20—25 °С)

Катіони Аніони	H ⁺	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ag ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Ba ²⁺	Zn ²⁺	Mn ²⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Ni ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺
OH ⁻		р	р	р	—	м	м	р	н	н	н	н	—	н	н	н	н	н
F ⁻	р	м	р	р	р	м	м	м	р	р	м	р	#	р	м	н	м	р
Cl ⁻	р	р	р	р	н	р	р	р	р	р	м	р	р	р	р	р	р	р
Br ⁻	р	р	р	р	н	р	р	р	р	р	м	р	м	р	р	р	р	р
I ⁻	р	р	р	р	н	р	р	р	р	р	м	—	м	р	р	—	р	р
S ²⁻	р	р	р	р	н	#	#	р	н	н	н	н	н	н	н	#	#	#
SO ₃ ²⁻	р	р	р	р	н	р	м	м	р	м	м	—	#	м	м	—	—	—
SO ₄ ²⁻	р	р	р	р	м	р	м	н	р	р	м	р	р	р	р	р	р	р
NO ₃ ⁻	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
PO ₄ ³⁻	р	м	р	р	н	м	н	н	н	м	н	#	#	н	н	н	н	н
CO ₃ ²⁻	р	р	р	р	м	м	н	н	н	н	н	#	—	м	н	—	—	—

Умовні позначення:

«р» — розчинна речовина (розчинність понад 1 г речовини у 100 г води);

«м» — малорозчинна речовина (розчинність від 1 г до 0,001 г у 100 г води);

«н» — практично нерозчинна речовина (розчинність менше 0,001 г у 100 г води);

«—» — речовина не існує;

«#» — речовина існує, але реагує з водою (її розчинність визначити не можна).

Ряд активності металів

Li K Ba Sr Ca Na Mg Be Al Mn Cr Zn Fe Cd Ni Sn Pb (H₂) Bi Cu Ag Hg Pt Au



хімічна активність металів зростає

Класифікація кислот за хімічною активністю

HClO₄ HNO₃ HI HBr HCl H₂SO₄

сильні кислоти

H₂SO₃ H₃PO₄ HF HNO₂

кислоти середньої сили

H₂CO₃ H₂S H₂SiO₃

слабкі кислоти

академія

Хімія.8

ЧАСТИНА 2

КЛАС

