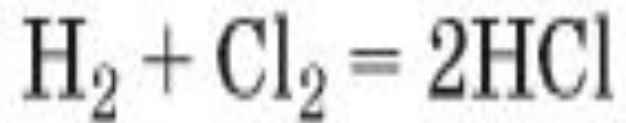


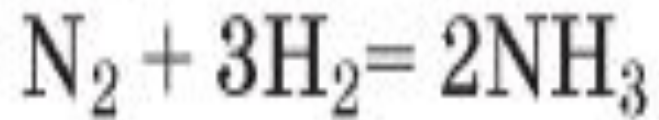
# Сполуки неметалічних елементів з Гідрогеном. Особливості водних розчинів цих сполук, їх застосування.



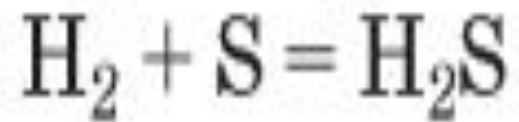
# Утворення сполук неметалічних елементів з Гідрогеном



(гідроген хлорид, або хлороводень)




(гідроген нітрид, або амоніак);



(гідроген сульфід, або сірководень)

# Періодична система хімічних елементів (коротка форма)

Періоди	Групи елементів										VIII		<a href="http://vkurok.ru/">http://vkurok.ru/</a>	
	I	II	III	IV	V	VI	VII							
1	<b>H</b> 1 1,00794 Гідроген										<b>He</b> 2 4,00 Гелій	Порядковий номер Назва елемента систематична 		
2	<b>Li</b> 3 6,94 Літій	<b>Be</b> 4 9,01 Берилій	<b>B</b> 5 10,81 Бор	<b>C</b> 6 12,01 Карбон	<b>N</b> 7 14,00 Нітроген	<b>O</b> 8 15,99 Оксиген	<b>F</b> 9 18,99 Флуор	<b>Ne</b> 10 20,18 Неон						
3	<b>Na</b> 11 22,99 Натрій	<b>Mg</b> 12 24,30 Магній	<b>Al</b> 13 26,98 Алюміній	<b>Si</b> 14 28,08 Силіцій	<b>P</b> 15 30,97 Фосфор	<b>S</b> 16 32,06 Сульфур	<b>Cl</b> 17 34,453 Хлор	<b>Ar</b> 18 39,95 Аргон						
4	<b>K</b> 19 39,09 Калій	<b>Ca</b> 20 40,08 Кальцій	21 <b>Sc</b> 44,95 Скандій	22 <b>Ti</b> 47,88 Титан	23 <b>V</b> 50,94 Ванадій	24 <b>Cr</b> 51,99 Хром	25 <b>Mn</b> 54,94 Манган	26 <b>Fe</b> 55,85 Ферум	27 <b>Co</b> 58,93 Кобальт	28 <b>Ni</b> 58,69 Нікол				
	29 <b>Cu</b> 63,54 Купрум	30 <b>Zn</b> 65,39 Цинк	<b>Ga</b> 31 69,72 Галій	<b>Ge</b> 32 72,59 Германій	<b>As</b> 33 74,92 Арсен	<b>Se</b> 34 78,96 Селен	<b>Br</b> 35 79,90 Бром	<b>Kr</b> 36 83,80 Криптон						
5	<b>Rb</b> 37 85,46 Рубідій	<b>Sr</b> 38 87,62 Стронцій	39 <b>Y</b> 88,90 Ітрій	40 <b>Zr</b> 91,22 Цирконій	41 <b>Nb</b> 92,90 Ніобій	42 <b>Mo</b> 95,94 Молибден	43 <b>Tc</b> (99) Технецій	44 <b>Ru</b> 101,07 Рутеній	45 <b>Rh</b> 102,90 Родій	46 <b>Pd</b> 106,42 Паладій				
	47 <b>Ag</b> 107,87 Аргентум	48 <b>Cd</b> 112,41 Кадмій	<b>In</b> 49 114,82 Індій	<b>Sn</b> 50 118,71 Станум	<b>Sb</b> 51 121,75 Стибій	<b>Te</b> 52 127,60 Телур	<b>I</b> 53 126,90 Іод	<b>Xe</b> 54 131,29 Ксенон						
6	<b>Cs</b> 55 132,90 Цезій	<b>Ba</b> 56 137,33 Барій	57 <b>*La</b> 138,90 Лантан	72 <b>Hf</b> 178,49 Гафній	73 <b>Ta</b> 180,95 Тантал	74 <b>W</b> 183,85 Вольфрам	75 <b>Re</b> 186,21 Реній	76 <b>Os</b> 190,21 Осмій	77 <b>Ir</b> 192,22 Іридій	78 <b>Pt</b> 195,08 Платина				
	79 <b>Au</b> 196,97 Аурум	80 <b>Hg</b> 200,59 Меркурій	<b>Tl</b> 81 204,38 Талій	<b>Pb</b> 82 207,20 Плюмбум	<b>Bi</b> 83 208,98 Бісмут	<b>Po</b> 84 (209) Полоній	<b>At</b> 85 (210) Астат	<b>Rn</b> 86 (222) Радон						
7	<b>Fr</b> 87 (223) Францій	<b>Ra</b> 88 226,02 Радій	89 <b>**Ac</b> (227) Актиній	104 <b>Rf</b> (261) Резерфордій	105 <b>Db</b> (262) Дубній	106 <b>Sg</b> (263) Сиборгій	107 <b>Bh</b> (262) Борій	108 <b>Hs</b> (265) Гасій	109 <b>Mt</b> (266) Майтнерій	110 <b>Uun</b> Унуннілій				
Вищі оксиди	<b>R<sub>2</sub>O</b>	<b>RO</b>	<b>R<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>RO<sub>2</sub></b>	<b>R<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>RO<sub>3</sub></b>	<b>R<sub>2</sub>O<sub>7</sub></b>	<b>RO<sub>4</sub></b>						
Леткі водневі сполуки				<b>RH<sub>4</sub></b>	<b>RH<sub>3</sub></b>	<b>H<sub>2</sub>R</b>	<b>HR</b>							
* **	58 <b>Ce</b> 140,12 Церій	59 <b>Pr</b> 140,90 Празеодим	60 <b>Nd</b> 144,24 Неодим	61 <b>Pm</b> (147) Прометій	62 <b>Sm</b> 150,36 Самарій	63 <b>Eu</b> 151,96 Європій	64 <b>Gd</b> 157,25 Гадоліній	65 <b>Tb</b> 158,92 Тербій	66 <b>Dy</b> 162,50 Диспрозій	67 <b>Ho</b> 164,93 Гольмій	68 <b>Er</b> 167,26 Ербій	69 <b>Tm</b> 168,93 Тулій	70 <b>Yb</b> 173,04 Ітербій	71 <b>Lu</b> 174,96 Лютецій
	90 <b>Th</b> 232,04 Торій	91 <b>Pa</b> (231) Протактиній	92 <b>U</b> 238,03 Уран	93 <b>Np</b> (237) Нептуній	94 <b>Pu</b> (244) Плутоній	95 <b>Am</b> (243) Америцій	96 <b>Cm</b> (247) Кюрій	97 <b>Bk</b> (247) Берклій	98 <b>Cf</b> (249) Каліфорній	99 <b>Es</b> (252) Ейнштейній	100 <b>Fm</b> (257) Фермій	101 <b>Md</b> (258) Менделєвій	102 <b>No</b> (259) Нобелій	103 <b>Lr</b> (260) Лоуренсій

Загальна формула сполук елементів з Гідрогеном має два варіанти написання —



Періоди	Групи елементів							<a href="http://vkurok.ru/">http://vkurok.ru/</a>
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Леткі водневі сполуки				$RH_4$	$RH_3$	$H_2R$	$HR$	

# 1. Склад і назви сполук неметалічних елементів з Гідрогеном

Періоди	Групи				
	IV	V	VI	VII	VIII
2	<b>C</b> <b>CH<sub>4</sub></b> метан	<b>N</b> <b>NH<sub>3</sub></b> амоніак	<b>O</b> <b>H<sub>2</sub>O</b> вода	<b>F</b> <b>HF</b> фтороводень	<b>Ne</b> —
3	<b>Si</b> <b>SiH<sub>4</sub></b> силан	<b>P</b> <b>PH<sub>3</sub></b> фосфін	<b>S</b> <b>H<sub>2</sub>S</b> сірководень	<b>Cl</b> <b>HCl</b> хлороводень	<b>Ar</b> —
4		<b>As</b> <b>AsH<sub>3</sub></b> арсин	<b>Se</b> <b>H<sub>2</sub>Se</b> селеноводень	<b>Br</b> <b>HBr</b> бромоводень	<b>Kr</b> —
5			<b>Te</b> <b>H<sub>2</sub>Te</b> телуроводень	<b>I</b> <b>HI</b> йодоводень	<b>Xe</b> —

Леткі сполуки неметалічних елементів із Гідрогеном. Кольором позначено кислотно-основний характер їх водних розчинів:

- не виявляють кислотно-основні властивості,
- виявляють основні властивості,
- виявляють кислотні властивості

		Група				
		IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
2 період		<b>BH<sub>3</sub></b> боран	<b>CH<sub>4</sub></b> метан	<b>NH<sub>3</sub></b> амоніак	<b>H<sub>2</sub>O</b> вода	<b>HF</b> гідроген флуорид
3 період			<b>SiH<sub>4</sub></b> силан	<b>PH<sub>3</sub></b> фосфін	<b>H<sub>2</sub>S</b> гідроген сульфід	<b>HCl</b> гідроген хлорид
4 період			<b>GeH<sub>4</sub></b> герман	<b>AsH<sub>3</sub></b> арсин	<b>H<sub>2</sub>Se</b> гідроген селенід	<b>HBr</b> гідроген бромід
	5 період			<b>SbH<sub>3</sub></b> стибін	<b>H<sub>2</sub>Te</b> гідроген телурид	<b>HI</b> гідроген йодид

# Особливості розчинення у воді гідроген хлориду й амоніаку. Сполуки неметалічних елементів із Гідроеном мають молекулярну будову. Галогеноводні та амоніак дуже добре розчиняються у воді.

- ▶ На підставі електронної будови атомів Хлору й Нітрогену, розглянемо електронні та структурні формули продуктів їхньої взаємодії з Гідроеном.
- ▶ Атому Хлору достатньо утворити одну спільну електронну пару з одним атомом Гідроеном, щоб зовнішній енергетичний рівень обох атомів став завершеним:

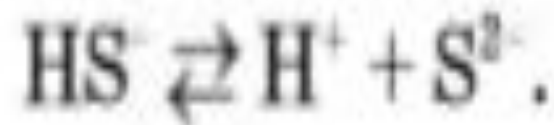
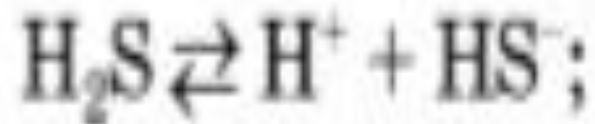
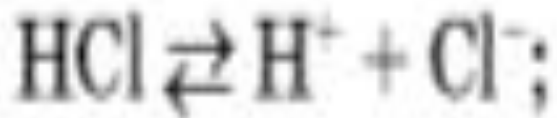


- ▶ Атом Нітрогену за рахунок трьох неспарених електронів зовнішнього енергетичного рівня утворює три спільні електронні пари з трьома атомами Гідроеном, і зовнішній енергетичний рівень кожного з атомів стає завершеним:



- ▶ Вид хімічного зв'язку в обох сполуках — ковалентний полярний. Спільні електронні пари зміщені в бік більш електронегативних атомів Хлору та Нітрогену.

# 1. Хімічні властивості водних розчинів гідроген хлориду і гідроген сульфїду.



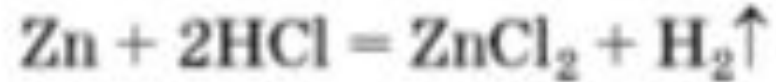
Водний розчин HCl поводитьься як сильна одноосновна кислота (ступінь дисоціації сполуки в розбавленому розчині перевищує 90 %), а розчин H<sub>2</sub>S — як слабка двоосновна кислота.

Хімічні назви цих розчинів — хлоридна кислота, сульфїдна кислота.

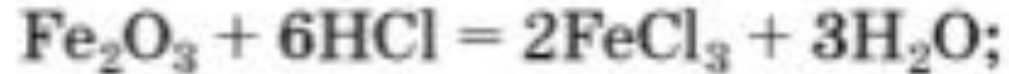


# Хлоридна кислота реагує:

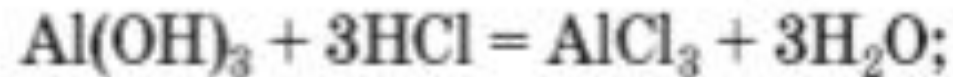
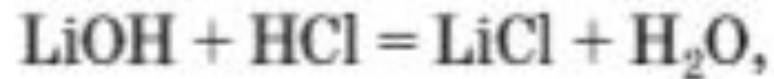
- ▶ з металами з виділенням водню:



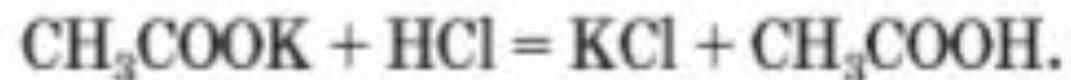
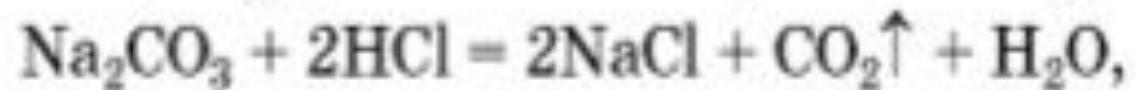
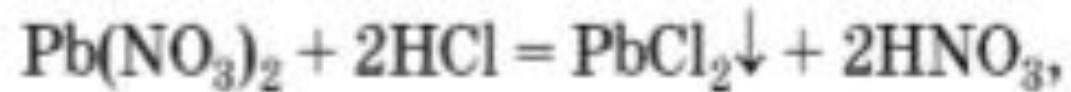
- ▶ з основними та амфотерними оксидами:



- ▶ з основами та амфотерними гідроксидами:



- ▶ із більшістю солей:



# Метали, розміщені в ряду активності праворуч від водню, із кислотами не взаємодіють

## Ряд активності металів

Li K Ba Sr Ca Na Mg Be Al Mn Cr Zn Fe Cd Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>) Bi Cu Ag Hg Pt Au

← хімічна активність металів зростає

## Класифікація кислот за їх силою

HClO<sub>4</sub> HNO<sub>3</sub> HI HBr HCl H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

сильні кислоти

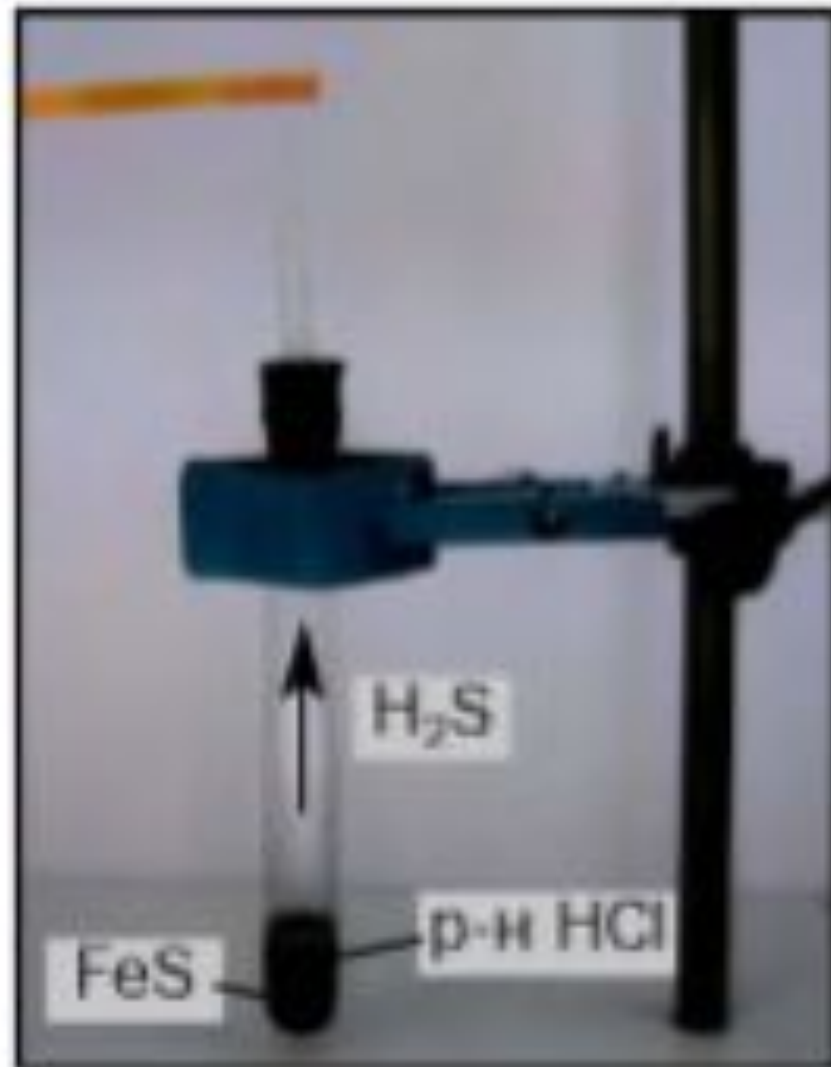
H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> HF HNO<sub>2</sub>

кислоти середньої сили

H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> H<sub>2</sub>S H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>

слабкі кислоти

# Реакція хлоридної кислоти із сіллю.



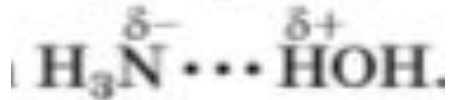
# Реакція сульфідної кислоти із сіллю



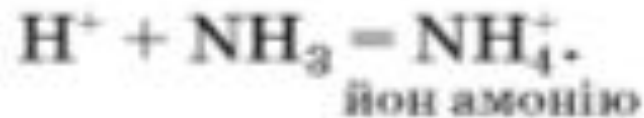
## 2. Хімічні властивості водного розчину амоніаку

▶ Водний розчин амоніаку поводитьься в хімічних реакціях як дуже розбавлений розчин лугу.

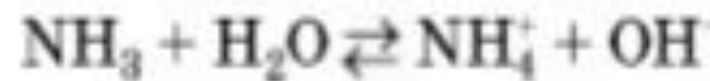
▶ У розчині амоніаку між його молекулами і молекулами води утворюються водневі зв'язки



▶ Частина таких зв'язків спричиняє відокремлення катіонів  $\text{H}^+$  від молекул води, які сполучаються з атомами Нітрогену молекул амоніаку ковалентним зв'язком за донорно-акцепторним механізмом:

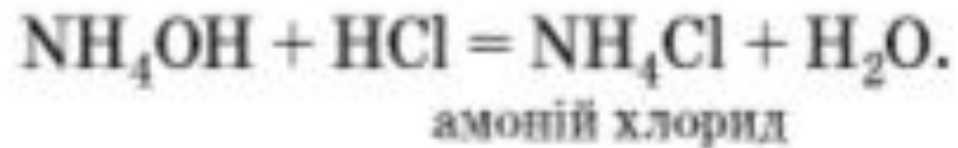


▶ Аніони  $\text{OH}^-$  залишаються в розчині, створюючи в ньому лужне середовище. Реакція амоніаку з водою є оборотною:



- ▶ За звичайних умов перетворення зазнає менше 1 % розчиненого амоніаку. Частина газу постійно виділяється з розчину і зумовлює його характерний запах.
- ▶ Розчин амоніаку іноді називають розчином амонійної основи. Її формулу правильно записувати так:  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

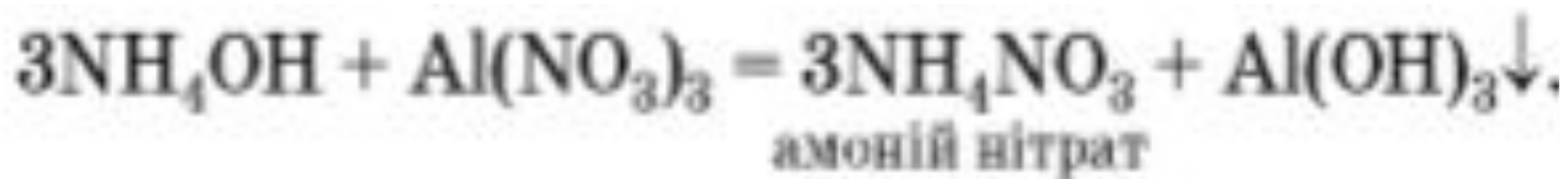
- ▶ Однак у хімічних рівняннях використовуватимемо іншу формулу —  $\text{NH}_4\text{OH}$ .
- ▶ Цей запис указує на схожість водного розчину амоніаку з розчинами лугів за хімічними властивостями. Крім формули  $\text{NH}_4\text{OH}$ , вживають і назву гіпотетичної сполуки — амоній гідроксид.
- ▶ Завдяки основним властивостям розчин амоніаку взаємодіє майже з усіма кислотами. Це — реакції нейтралізації, у результаті яких утворюються солі амонію:



- ▶ Амоніак може взаємодіяти з хлороводнем і за відсутності води. Часто виконують відповідний дослід, відомий під назвою «**Дим без вогню**». Одну скляну паличку занурюють у концентрований розчин амоніаку, іншу — в концентровану хлоридну кислоту. Потім палички зближують. З'являється білий дим. Його утворюють дуже дрібні кристалики амоній хлориду — продукту реакції між газами (амоніак і хлороводень постійно виділяються із крапель розчинів, які залишилися на паличках):



- ▶ Такий самий ефект можна спостерігати, якщо поставити склянки із вказаними розчинами поряд.
- ▶ Амоніак у водному розчині взаємодіє з багатьма солями. Реакції відбуваються з утворенням нерозчинної у воді основи або амфотерного гідроксиду:



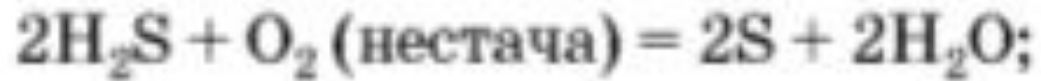
# Дослід «Дим без вогню»:



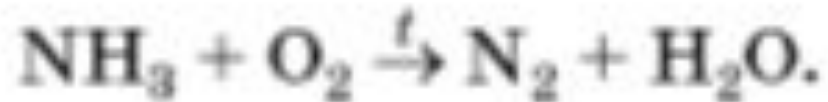


# 3. Реакції сірководню й амоніаку з киснем

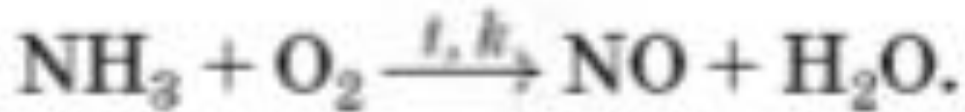
- ▶ Сполуки неметалічних елементів з Гідрогеном (крім галогеноводнів) здатні горіти на повітрі або в атмосфері кисню. Це — окисно-відновні реакції. Вам відомо, що при горінні вуглеводнів залежно від кількості кисню можуть утворюватися вуглець, чадний або вуглекислий газ. Аналогічна особливість притаманна горінню сірководню:



- ▶ Амоніак горить в атмосфері кисню (але не на повітрі) з утворенням азоту і водяної пари:



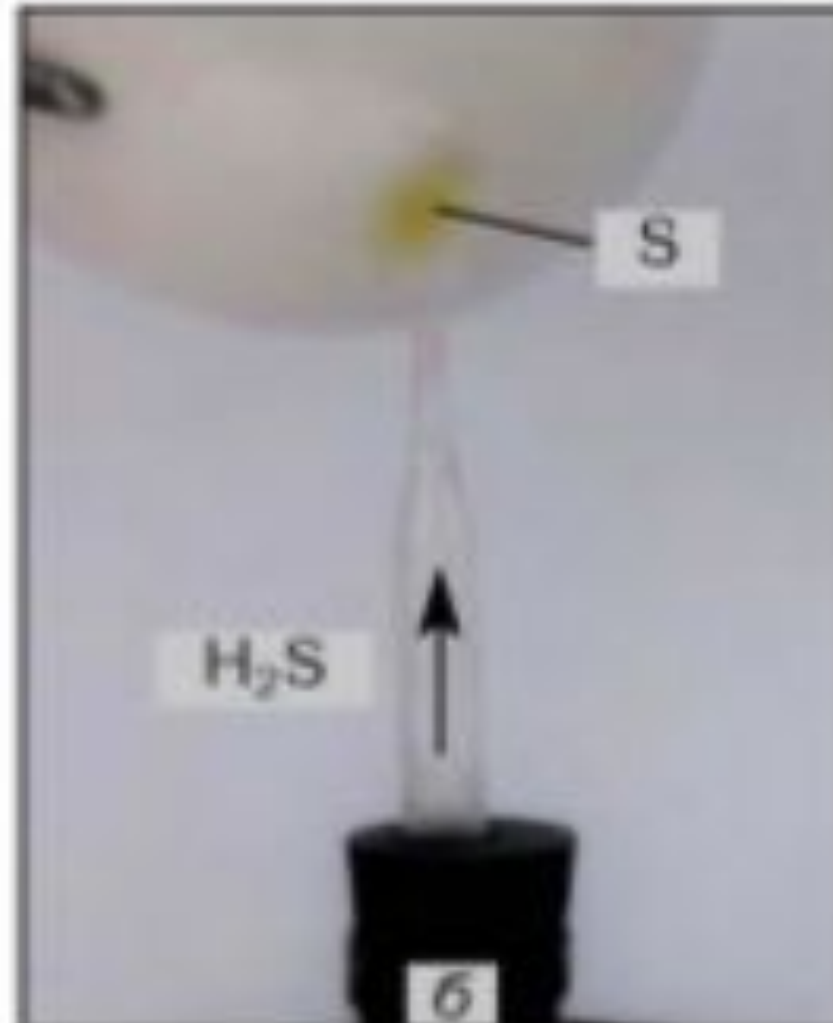
- ▶ Якщо реакція відбувається за наявності каталізатора (платини), то замість азоту утворюється нітроген(II) оксид:



# Горіння сірководню:

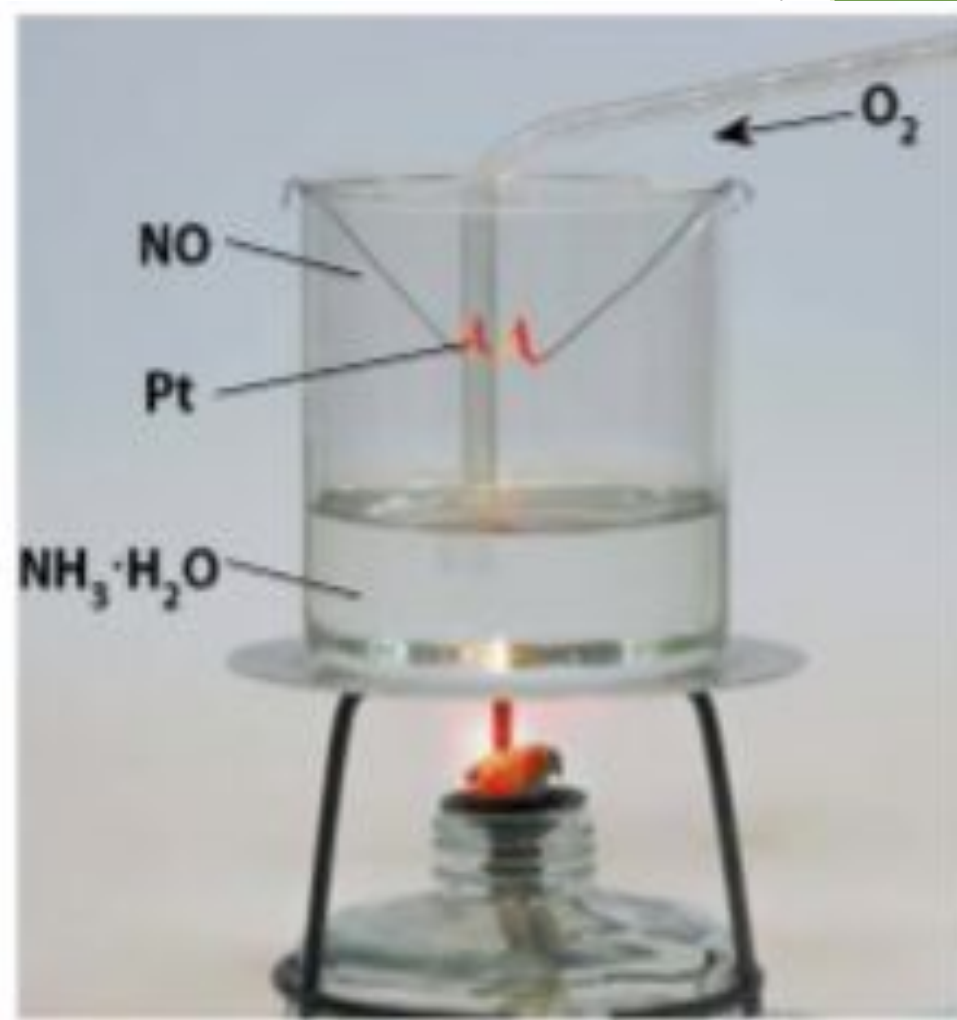
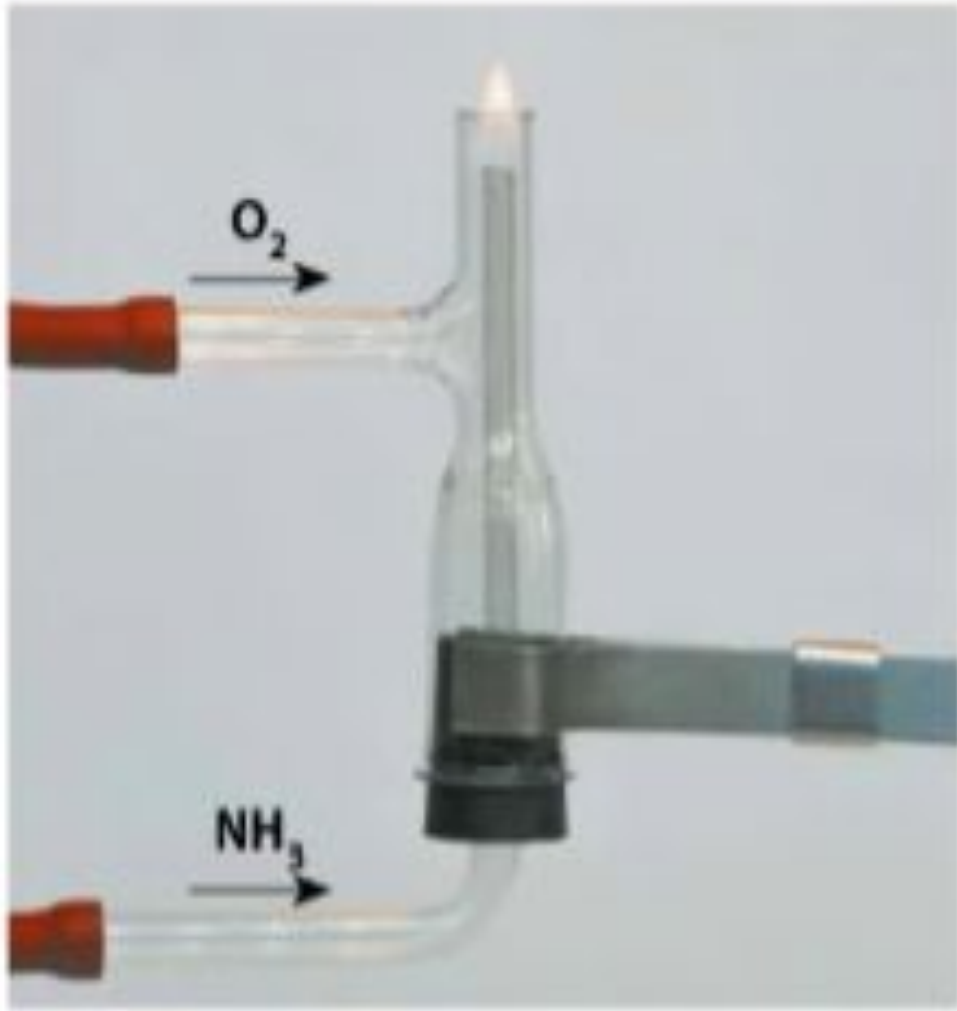
а — за достатнього доступу повітря;

б — за нестачі повітря.



# Горіння амоніаку у збагаченому киснем повітрі

## Окиснення амоніаку за наявності каталізатора



# 4. Застосування гідроген хлориду, амоніаку та гідроген сульфїду

Застосування гідроген хлориду і хлоридної кислоти

Виробництво хлоровмісних органічних речовин

Очищення поверхні металів від продуктів корозії

Виробництво хлоридів

**ГІДРОГЕН ХЛОРИД,  
ХЛОРИДНА КИСЛОТА**

Переробка руд

Здійснення гідролізу целюлози

Добування хлору в лабораторії

## Застосування амоніаку



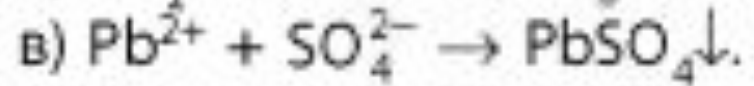
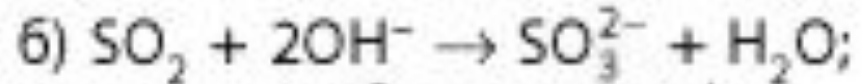
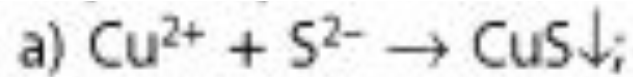
- ▶ Гідроген сульфід - дуже токсична сполука, що обмежує його застосування.
- ▶ В аналітичній хімії його та сульфідну кислоту використовують для осадження важких металів, сульфідів яких малорозчинні.
- ▶ У медицині - у складі природних і штучних сірководневих ванн, а також деяких мінеральних вод.
- ▶ Також його застосовують для добування сульфатної кислоти, сірки, сульфідів.



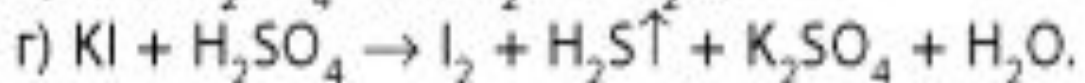
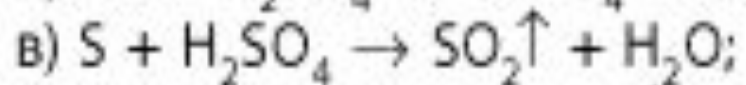
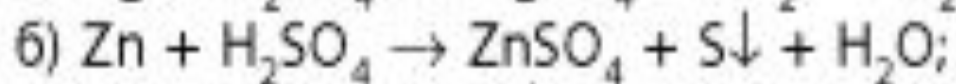
▶ Головним лікувальним чинником курорту «Синяк» (Закарпаття) є Синяцька сірководнева вода, синюватий відтінок якої й зумовив назву санаторію

- ▶ 1. Поясніть, чому хлоридна і сульфідна кислоти істотно різняться за силою.
- ▶ 2. У розчині гідроген хлориду на кожну молекулу сполуки припадає 14 йонів. Обчисліть ступінь дисоціації гідроген хлориду в цьому розчині.
- ▶ 3. Напишіть рівняння таких реакцій:  
а)  $\text{HCl} + \text{Al} \rightarrow$   
 $\text{HCl} + \text{ZnO} \rightarrow$   
б)  $\text{HCl} + \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow$   
 $\text{HCl} + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow$
- ▶ 4. Чому молекула амоніаку сполучається з катіоном Гідрогену?
- ▶ 5. Складіть молекулярні та йонно-молекулярні рівняння реакцій між водними розчинами: а) сірководню і барій гідроксиду; б) амоніаку і ферум(III) сульфату.
- ▶ 6. Яку масу 10 %-го розчину хлороводню потрібно взяти для реакції з магній оксидом масою 4г?
- ▶ 7. Який об'єм газу (н. у.) виділиться під час взаємодії достатньої кількості хлоридної кислоти з кальцій карбонатом масою 10 г?
- ▶ 8. Обчисліть об'єм розчину амоніаку з масовою часткою  $\text{NH}_3$  10 % і густиною  $0,96\text{г/см}^3$ , необхідний для осадження 26 г алюміній гідроксиду з розчину солі Алюмінію.
- ▶ 9. Який об'єм амоніаку теоретично можна одержати з водню об'ємом 6 л та азоту об'ємом 3 л?

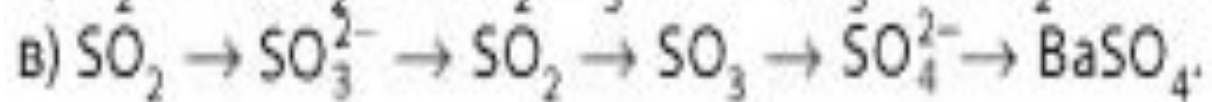
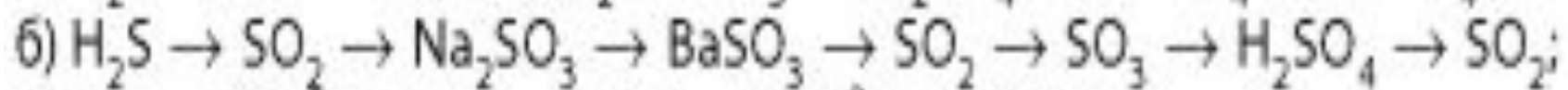
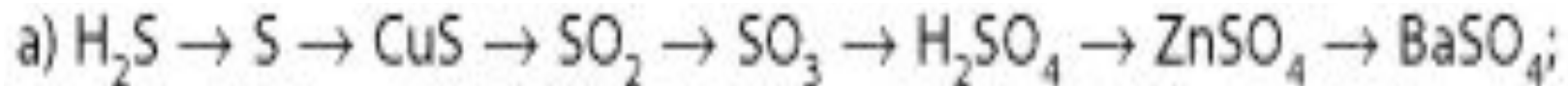
► 10. Складіть рівняння реакцій, що відповідають скороченим йонно-молекулярним рівнянням:



► 11. Доберіть коефіцієнти методом електронного балансу:



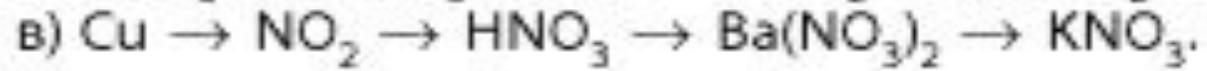
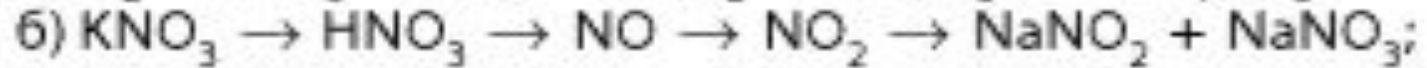
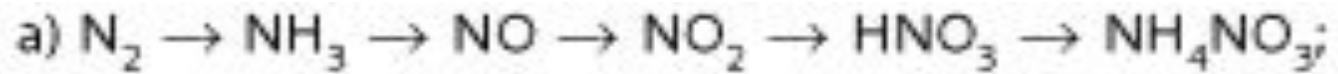
► 12. Складіть рівняння реакцій для здійснення перетворень:



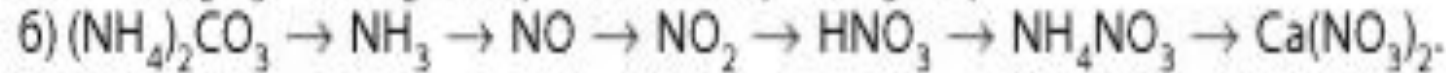
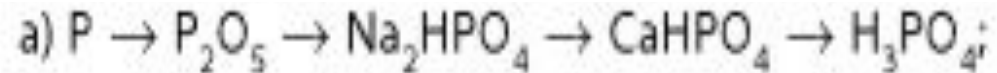


- ▶ 13. Обчисліть об'єм нітроген(II) оксиду, який можна одержати шляхом каталітичного окиснення амоніаку об'ємом 100 л. Який об'єм кисню при цьому витратиться?
- ▶ 14. Який об'єм амоніаку (н. у.) потрібний для приготування його розчину масою 50 г із масовою часткою амоніаку 25 %?
- ▶ 15. Обчисліть об'єм амоніаку (н. у.), що утвориться під час нагрівання кальцій гідроксиду масою 9,2 г з амоній хлоридом масою 10,7 г.
- ▶ 16. Обчисліть масу натрій нітрату, що можна одержати нейтралізацією розчину натрій гідроксиду масою 200 г із масовою часткою лугу 4% нітратною кислотою.
- ▶ 17. Сплав золота зі сріблом називають електрум. Зразок такого сплаву масою 1,5 г обробили концентрованою нітратною кислотою. При цьому виділився нітроген(IV) оксид об'ємом 89,6 мл (н. у.). Обчисліть масову частку золота в цьому зразку електруму.
- ▶ 18. Обчисліть масу нітратної кислоти, яку низкою перетворень можна добути з амоніаку об'ємом 5,6 л (н. у.), якщо відносний вихід продукту реакції становить 78%.
- ▶ 19. Змішали розчин нітратної кислоти масою 48 г із розчином калій гідроксиду масою 56 г, де масові частки розчинених речовин дорівнюють 26,25% і 16%, відповідно. Обчисліть маси розчинених речовин в отриманому розчині.

► 20. Запишіть рівняння реакцій для здійснення перетворень:



► 21. Складіть рівняння реакцій для здійснення перетворень:



► 22. Поживну цінність фосфатних добрив прийнято визначати, розраховуючи масову частку  $\text{P}_2\text{O}_5$  у кожному з них. Обчисліть масову частку  $\text{P}_2\text{O}_5$  у преципітаті.

► 23. Порівняйте масову частку Нітрогену в сечовині  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , амоніачній селітрі  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  та натрієвій селітрі  $\text{NaNO}_3$ . Яке з цих добрив має найбільшу поживну цінність для рослин?

► 24. Юним агрономам дали завдання підгодувати яблуню амоніачною селітрою, приготувавши розчин: 1 г солі на 1 л води. Однак амоніачної селітри не було, і вони вирішили замінити її на калійну. Яку масу калійної селітри треба розчинити в 1 л води, щоб одержати розчин із тим самим умістом Нітрогену, що було потрібно?

► 25. Річну норму внесення в ґрунт фосфатних добрив визначають кількістю  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Яка маса преципітату потрібна для обробки поля площею 50 га протягом року, якщо норма внесення фосфатного добрива становить 120 кг  $\text{P}_2\text{O}_5$  на гектар?

# Домашнє завдання

- ▶ § 18, 19,
- ▶ №140, 142 с.112
- ▶ З презентації виписати
  - а) хімічні властивості водних розчинів  $\text{HCl}$  та  $\text{NH}_3$
  - б) застосування  $\text{HCl}$  та  $\text{NH}_3$