



# Положення неметалів в ПС

❖ Неметали розташовані в основному в правому верхньому куті ПС, умовно обмеженому діагоналлю Бор-Астат.

❖ Загалом відомо 22 неметалічних хімічних елементи

Положення неметалічних елементів у Періодичній системі

Група	а I б	а II б	а III б	а IV б	а V б	а VI б	а VII б	а VIII б	а VIII б	
1	(H)						H 1,0079 1s <sup>1</sup> Гідроген	He 4,0026 1s <sup>2</sup> Гелій		
2	Li 6,941 2s <sup>1</sup> Літій	Be 9,012 2s <sup>2</sup> Берилій	B 10,81 2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup> Бор	C 12,011 2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup> Карбон	N 14,0067 2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup> Нітроген	O 15,999 2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup> Оксиген	F 18,998 2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup> Флуор	Ne 20,179 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> Неон		
3	Na 22,990 3s <sup>1</sup> Натрій	Mg 24,305 3s <sup>2</sup> Магній	Al 26,981 3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup> Алюміній	Si 28,086 3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup> Силіцій	P 30,973 3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup> Фосфор	S 32,06 3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup> Сірка	Cl 35,453 3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup> Хлор	Ar 39,948 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> Аргон		
4	K 39,098 4s <sup>1</sup> Калій	Ca 40,08 4s <sup>2</sup> Кальцій	Sc 44,956 3d <sup>1</sup> 4s <sup>2</sup> Скандій	Ti 47,88 3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup> Титан	V 50,941 3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup> Ванадій	Cr 51,996 3d <sup>5</sup> 4s <sup>1</sup> Хром	Mn 54,938 3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup> Манган	Fe 55,847 3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup> Залізо	Co 58,933 3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup> Кобальт	Ni 58,70 3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup> Нікель
5	Cu 63,546 3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup> Купрум	Zn 65,38 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> Цинк	Ga 69,72 4d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> Галій	Ge 72,59 4d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> Германій	As 74,921 4d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> Арсен	Se 78,96 4d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> Селен	Br 79,904 4d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> Бром	Kr 83,80 4d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> Криптон		
6	Rb 85,468 5s <sup>1</sup> Рубідій	Sr 87,62 5s <sup>2</sup> Стронцій	Y 88,906 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> Йттрій	Zr 91,224 4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup> Цирконій	Nb 92,906 4d <sup>4</sup> 5s <sup>1</sup> Ніобій	Mo 95,94 4d <sup>5</sup> 5s <sup>1</sup> Молибден	Tc 98,906 4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup> Технецій	Xe 131,29 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> Ксенон		
7	Ag 107,868 4d <sup>10</sup> 5s <sup>1</sup> Аргентум	Cd 112,40 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> Кадмій	In 114,818 5s <sup>2</sup> 5p <sup>1</sup> Індій	Sn 118,69 5s <sup>2</sup> 5p <sup>2</sup> Станум	Sb 121,757 5s <sup>2</sup> 5p <sup>3</sup> Снібій	Te 127,60 5s <sup>2</sup> 5p <sup>4</sup> Телур	I 126,905 5s <sup>2</sup> 5p <sup>5</sup> Йод	Xe 131,29 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> Ксенон		
8	Cs 132,905 6s <sup>1</sup> Цезій	Ba 137,34 6s <sup>2</sup> Барій	La 138,905 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> Лантан	Hf 178,49 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup> Гафній	Ta 180,948 5d <sup>3</sup> 6s <sup>2</sup> Тантал	W 183,85 5d <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup> Вольфрам	Re 186,207 5d <sup>5</sup> 6s <sup>2</sup> Реній	Os 190,23 5d <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup> Осній	Ir 192,22 5d <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup> Ірідій	Pt 195,09 5d <sup>9</sup> 6s <sup>1</sup> Платина
9	Au 196,967 5d <sup>10</sup> 6s <sup>1</sup> Аурум	Hg 200,59 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> Меркурій	Tl 204,37 6s <sup>2</sup> 6p <sup>1</sup> Талій	Pb 207,2 6s <sup>2</sup> 6p <sup>2</sup> Плomboм	Bi 208,980 6s <sup>2</sup> 6p <sup>3</sup> Бісмут	Po 209 6s <sup>2</sup> 6p <sup>4</sup> Полоній	At 210 6s <sup>2</sup> 6p <sup>5</sup> Астат	Rn 222 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> Радон		
10	Fr 223 7s <sup>1</sup> Францій	Ra 226,025 7s <sup>2</sup> Радій	Ac 227 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> Актиній							

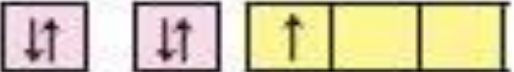


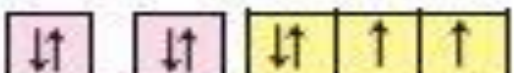
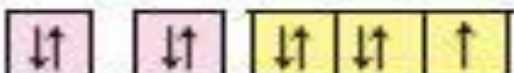
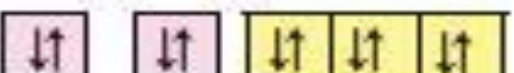
  

* Лантаноїди																	
58	Ce 140,12 4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> Церій	59	Pr 140,908 4f <sup>3</sup> 6s <sup>2</sup> Прометій	60	Nd 144,24 4f <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup> Неодим	61	Pm 144,912 4f <sup>5</sup> 6s <sup>2</sup> Прометій	62	Sm 150,36 4f <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup> Самарій	63	Eu 151,96 4f <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup> Європій	64	Gd 157,25 4f <sup>7</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> Гадоліній	65	Tb 158,925 4f <sup>9</sup> 6s <sup>2</sup> Тербій	66	Dy 162,50 4f <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> Диспрозій
67	Ho 164,93 4f <sup>11</sup> 6s <sup>2</sup> Гольмій	68	Er 167,26 4f <sup>12</sup> 6s <sup>2</sup> Ербій	69	Tm 168,93 4f <sup>13</sup> 6s <sup>2</sup> Тульй	70	Yb 173,04 4f <sup>14</sup> 6s <sup>2</sup> Йттрій	71	Lu 174,967 4f <sup>14</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> Лютецій								

** Актиноїди																			
90	Th 232,038 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> Торій	91	Pa 231 5f <sup>2</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> Протактиній	92	U 238,029 5f <sup>3</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> Уран	93	Np 237 5f <sup>4</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> Нептуній	94	Pu 244 5f <sup>6</sup> 7s <sup>2</sup> Плутоній	95	Am 243 5f <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup> Амерцій	96	Cm 247 5f <sup>7</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> Кюрі	97	Bk 247 5f <sup>7</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> Беркелій	98	Cf 251 5f <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup> Каліфорній	99	Es 252 5f <sup>11</sup> 7s <sup>2</sup> Ейнштейній
100	Fm 257 5f <sup>12</sup> 7s <sup>2</sup> Фермій	101	Md 258 5f <sup>13</sup> 7s <sup>2</sup> Менделєєв	102	No 259 5f <sup>14</sup> 7s <sup>2</sup> Нобелій	103	Lr 260 5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> Лоуренцій												

## Особливості будови атомів неметалів

${}_5\text{B}$	$1s^2 2s^2 2p^1$	
${}_6\text{C}$	$1s^2 2s^2 2p^2$	
${}_7\text{N}$	$1s^2 2s^2 2p^3$	
${}_8\text{O}$	$1s^2 2s^2 2p^4$	
${}_9\text{F}$	$1s^2 2s^2 2p^5$	
${}_{10}\text{Ne}$	$1s^2 2s^2 2p^6$	
		1s    2s    2p

- Атоми неметалічних елементів на зовнішньому енергетичному рівні мають, як правило, від 4 до 8 електронів
- Майже всі вони можуть приєднувати певну кількість електронів і перетворюватися на негативно заряджені йони — аніони

# Неметалічні властивості в ПС зростають зліва направо та знизу вгору. Чому?

- *в періоді* зі збільшенням зарядів атомних ядер зменшується радіус атома й збільшується кількість електронів на зовнішньому енергетичному рівні, а отже, здатність приєднувати електрони зростає.
- *у групі* — радіус атома зменшується знизу вверх, тому здатність приєднувати електрони теж посилюється.



## Особливості будови, властивості. Прості речовини — неметали (з ковалентним неполярним зв'язком)

Немолекулярна будова	Молекулярна будова
<b>C, B, Si та ін.</b>	<b>O<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>, S<sub>8</sub>, P<sub>4</sub></b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- атомні кристалічні ґратки;</li><li>- велика твердість;</li><li>- дуже високі температури плавлення.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- у твердому стані характерні молекулярні кристалічні ґратки;</li><li>- за звичайних умов це — гази, рідини (Br<sub>2</sub>) або тверді речовини (I<sub>2</sub>, P<sub>4</sub>, S<sub>8</sub>);</li><li>- з низькими температурами плавлення.</li></ul>



Силіцій



Бор



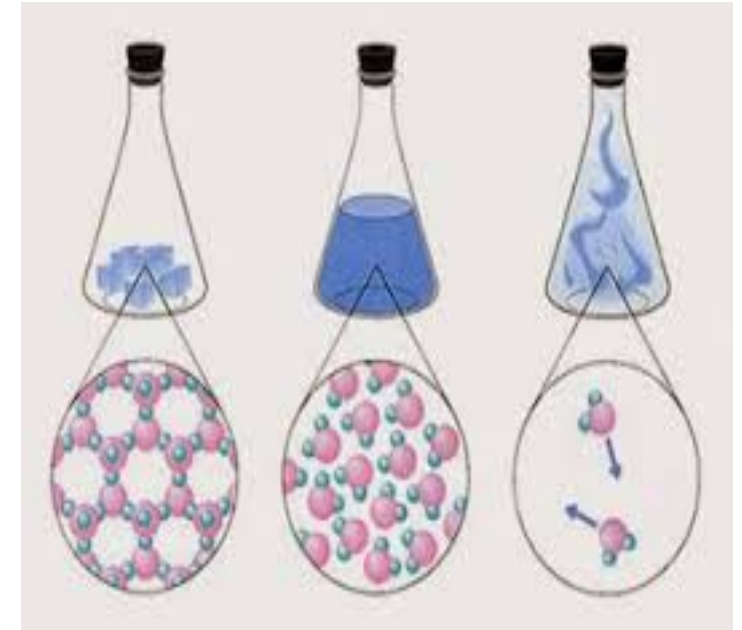
Хлор



Бром

# Загальні фізичні властивості неметалів

- За нормальних умов неметали — водень  $H_2$ , фтор  $F_2$ , хлор  $Cl_2$ , кисень  $O_2$ , озон  $O_3$ , азот  $N_2$  і благородні гази (гелій  $He$ , неон  $Ne$ , аргон  $Ar$ , криптон  $Kr$ , ксенон  $Xe$ , радон  $Rn$ ) — перебувають у **газоподібному** агрегатному стані,
- бром  $Br_2$  — **рідкому**,
- решта неметалів — **тверді** речовини (вуглець, сірка, фосфор)



# Загальні фізичні властивості неметалів

[https://www.youtube.com/watch?v=cAyS8wabNas&ab\\_channel=%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8%22%D0%A0%D0%90%D0%9D%D0%9E%D0%9A%22](https://www.youtube.com/watch?v=cAyS8wabNas&ab_channel=%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8%22%D0%A0%D0%90%D0%9D%D0%9E%D0%9A%22)

- Неметали не мають металічного блиску
- Неметали мають різний колір: йод — фіолетовий, бром — бурий, хлор — жовтозелений, сірка — жовтий, графіт — чорно-сірий. Водень, кисень, азот — безбарвні гази.
- Їм невластива електро- й теплопровідність, але існують і винятки. Так, силіцій *Si* — напівпровідник, а графіт *C* — провідник електричного струму.
- Крихкі
- Розчинність у воді не є їхньою характерною загальною властивістю. Серед газоподібних неметалів немає жодного, який би добре розчинявся у воді
- Багато з них добре розчинні в органічних розчинниках.
- Температури їх плавлення та кипіння мають широкий діапазон. Газоподібні неметали (водень, кисень, азот) киплять за низьких температур (майже  $-200$  °C). Тверда речовина йод при нагріванні сублімується — відразу переходить із твердого стану в газоподібний. Для того щоб розплавити сірку, достатньо температури полум'я спиртівки чи сухого пального, тоді як одна з алотропних модифікацій Карбону — алмаз — має температуру плавлення понад  $3000$  °C.



[https://www.youtube.com/watch?v=cAyS8wabNas&ab\\_channel=%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8%22%D0%A0%D0%90%D0%9D%D0%9E%D0%9A%22](https://www.youtube.com/watch?v=cAyS8wabNas&ab_channel=%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8%22%D0%A0%D0%90%D0%9D%D0%9E%D0%9A%22)

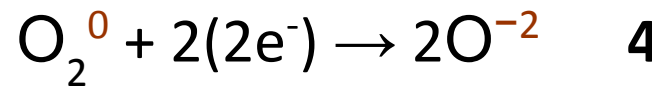
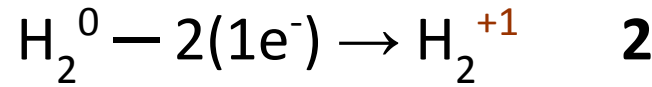
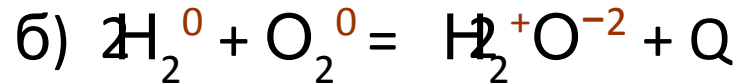
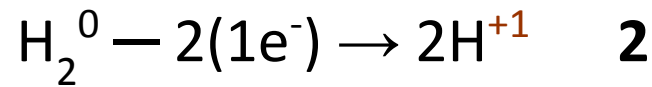
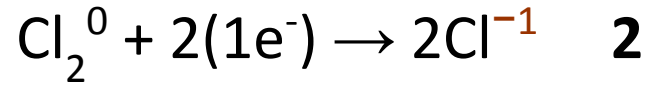
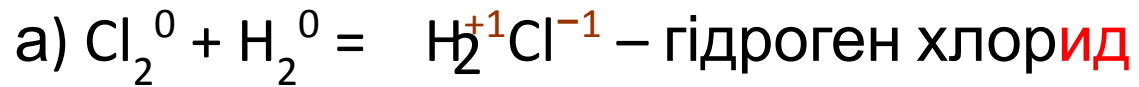
**Що ж таке явище  
адсорбції?**







#### 4. Взаємодія неметалів з воднем:

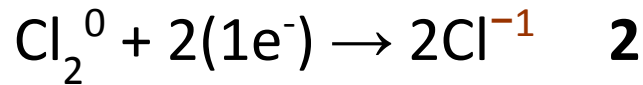
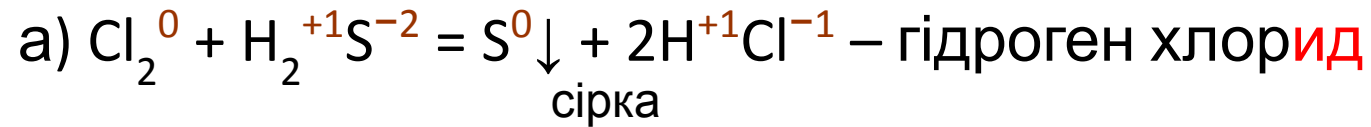


1 одержав – **ОКИСНИК**;  
1 віддав –  
відновник;

2 віддав – відновник;  
1 одержав –  
**ОКИСНИК**;

з воднем –  
**ОКИСНИКИ**

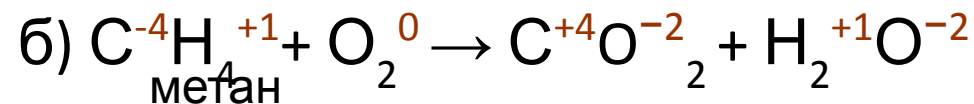
#### 5. Взаємодія неметалів із складними сполуками:



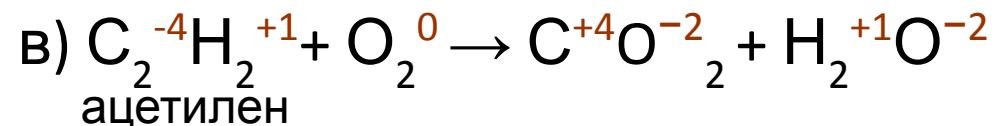
1 одержав –

**ОКИСНИК**;

1 віддав - відновник



**ПОРІВНЯТИ!**



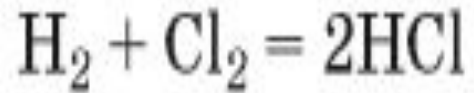
**ПОРІВНЯТИ!**

# Висновок :

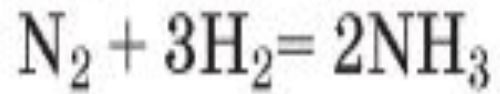
- 1. Неметали, за винятком інертних газів, є досить **хімічно активними простими речовинами**, що взаємодіють із металами, іншими неметалами, зі складними речовинами.
- 2. У **межах одного періоду** зі збільшенням порядкового номера неметалічні властивості хімічних елементів та їх сполук **посилюються**.
- 3. У **межах однієї підгрупи** зі збільшенням порядкового номера неметалічні властивості хімічних елементів та їх сполук **послаблюються**.



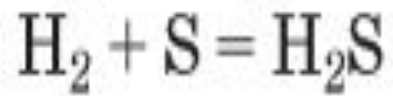
# Утворення сполук неметалічних елементів з Гідрогеном



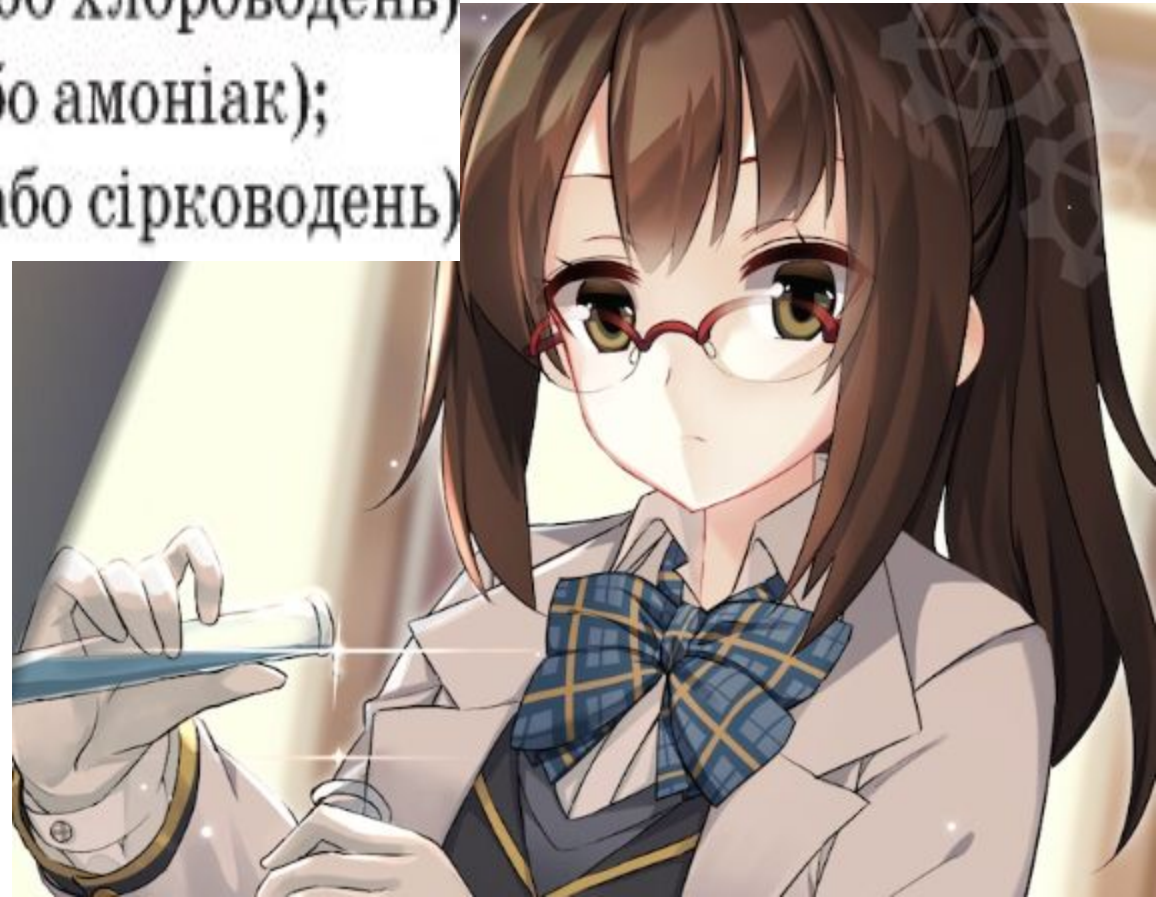
(гідроген хлорид, або хлороводень)



(гідроген нітрид, або амоніак);



(гідроген сульфід, або сірководень)



# Загальна формула сполук елементів з Гідрогеном має два варіанти написання



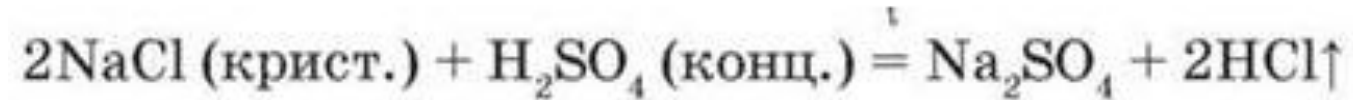
Періоди	Групи елементів							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Леткі водневі сполуки				$\text{RH}_4$	$\text{RH}_3$	$\text{H}_2\text{R}$	$\text{HR}$	

# Склад і назви сполук неметалічних елементів з Гідрогеном

Періоди	Групи				
	IV	V	VI	VII	VIII
2	C $\text{CH}_4$ метан	N $\text{NH}_3$ амоніак	O $\text{H}_2\text{O}$ вода	F $\text{HF}$ фтороводень	Ne —
3	Si $\text{SiH}_4$ силан	P $\text{PH}_3$ фосфін	S $\text{H}_2\text{S}$ сірководень	Cl $\text{HCl}$ хлороводень	Ar —
4		As $\text{AsH}_3$ арсин	Se $\text{H}_2\text{Se}$ селеноводень	Br $\text{HBr}$ бромоводень	Kr —
5			Te $\text{H}_2\text{Te}$ телуроводень	I $\text{HI}$ йодоводень	Xe —

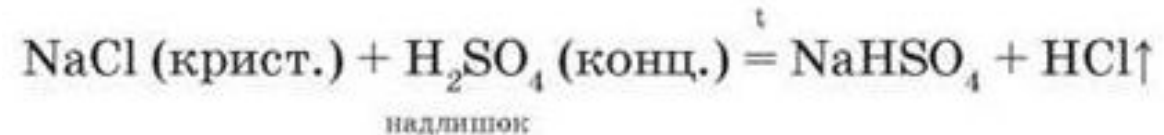
# Методи одержання хлоридної кислоти

1. У лабораторії хлороводень добувають взаємодією кристалічного натрій хлориду з концентрованою сульфатною кислотою при нагріванні:



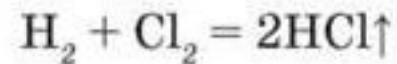
За відсутності води хлороводень виділяється у вигляді газу, і реакція перебігає до кінця.

2. Якщо сульфатну кислоту взяти в надлишку і суміш несильно нагрівати, то утвориться кисла сіль натрій гідрогенсульфат:



Збирають хлороводень витісненням повітря у суху посудину дном донизу.

3. У промисловості хлороводень добувають синтезом, тобто прямим сполученням хлору з воднем:



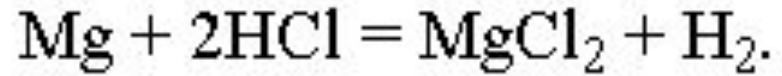


# Хімічні властивості хлоридної

## КИСЛОТИ

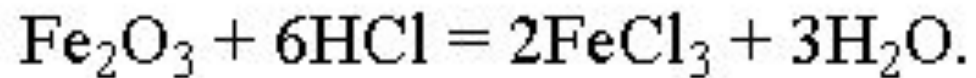
### 1. Взаємодія з металами

Хлоридна кислота взаємодіє з металами, що розміщені в ряду активності ліворуч від водню, наприклад, з магнієм



### 2. Взаємодія з основними і амфотерними оксидами

Хлоридна кислота взаємодіє з основними і амфотерними оксидами, при цьому утворюються солі хлоридної кислоти і вода, наприклад при взаємодії ферум(III) оксиду з хлоридною кислотою утворюється ферум(III) хлорид і вода:

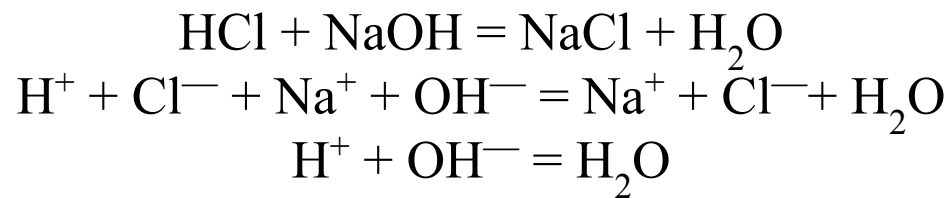


# Хімічні властивості хлоридної

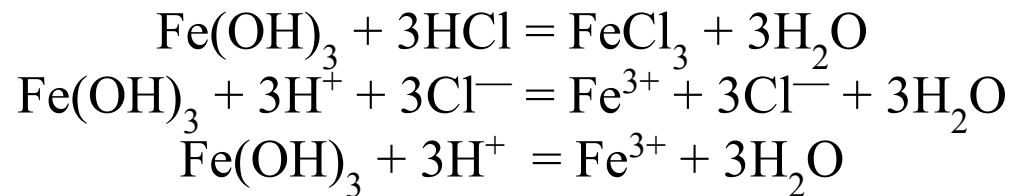
## 3. Взаємодія з основними і амфотерними гідроксидами

### КИСЛОТИ

Наприклад, при додаванні хлоридної кислоти до розчину натрій гідроксиду у присутності фенолфталеїну розчин знебарвлюється, що свідчить про утворення нейтрального середовища, тому що утворюються сіль (натрій хлорид) і вода :



Нерозчинні у воді основні та амфотерні гідроксиди розчиняються у хлоридній кислоті з утворенням солі і води, так, при взаємодії хлоридної кислоти з ферум(III) гідроксидом утворюється ферум(III) хлорид і вода:

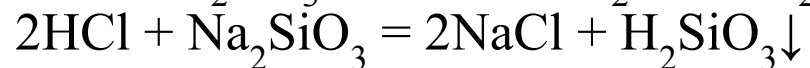


# Хімічні властивості хлоридної

4. Взаємодія з солями слабких кислот

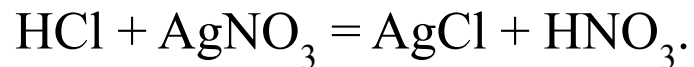
## КИСЛОТИ

Хлоридна кислота — сильний електроліт, тому вона реагує з солями слабких кислот, наприклад, з карбонатами, сульфідами, силікатами:

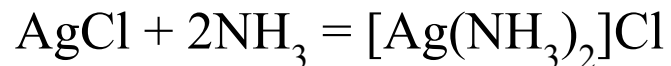


Реакція з розчинними солями аргентуму - якісна реакція на хлоридну кислоту та її солі

Аргентум хлорид — практично нерозчинна сіль, тому при додаванні розчинної солі аргентуму до хлоридної кислоти випадає аргентум хлорид — сирнистий осад білого кольору



Осад аргентум хлориду не розчиняється в кислотах, але легко розчиняється в амоніаці з утворенням комплексної солі



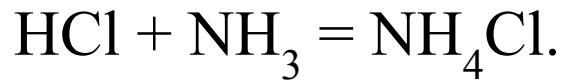


# Хімічні властивості хлоридної

## 5. Взаємодія з амоніаком

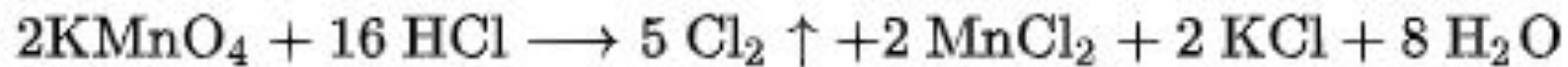
## КИСЛОТИ

При додаванні хлоридної кислоти до амоніаку виділяється білий дим — утворюється сіль (амоній хлорид):



Ця реакція лежить в основі цікавого досліду «Дим без вогню» .

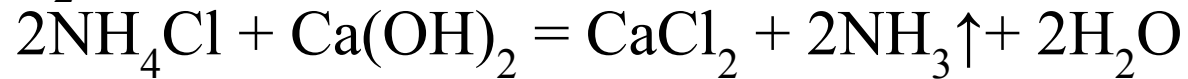
6. Взаємодія з сильними окислювачами (перманганат калію, діоксид марганцю) з виділенням газоподібного хлору:





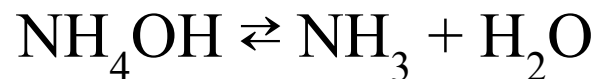
# Методи одержання аміаку

У лабораторії амоніак добувають нагріванням суміші солей амонію з лугами. Найчастіше для цього використовують хлорид амонію  $\text{NH}_4\text{Cl}$  і гашене вапно  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (в надлишку):



Ці речовини ретельно перемішують, вміщають у пробірку або колбу і нагрівають. Реакція з виділенням амоніаку проходить при звичайних умовах, а при нагріванні різко прискорюється.

Добути амоніак можна також нагріваючи нашатирний спирт:



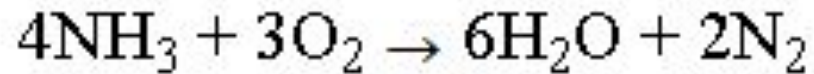
Збирають амоніак у пробірку розміщену вверх дном, оскільки він легший за повітря.



# Хімічні властивості аміаку

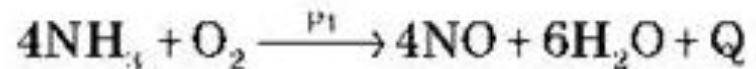
1) Окиснення для молекули амоніаку є мало-характерним, оскільки молекула амоніаку стійка.

а) На повітрі не горить, але в атмосфері кисню згоряє жовтим полум'ям:



Зверніть увагу на те, що суміш амоніаку й кисню внаслідок нагрівання може вибухати!

б) Неповне окиснення в присутності каталізатора (kat — Pt, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>):

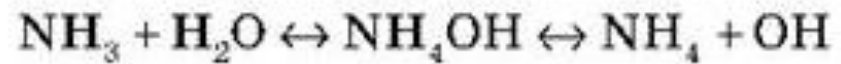




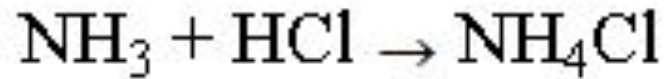
# Хімічні властивості аміаку

2) Для амоніаку характерні реакції приєднання з утворенням іона амонію.

а) Взаємодія з водою:



б) Приєднання кислот:

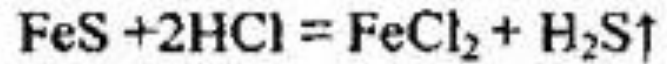


Висновок: розчин амоніаку  $\text{NH}_3$  — основа, оскільки взаємодіє з кислотами, а розчин має лужну реакцію.

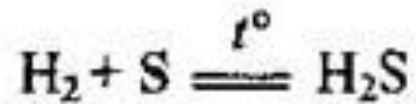


# Методи одержання сірководню

У лабораторії для добування сірководню використовують реакцію між сульфідом металічного елемента і хлоридною кислотою або розбавленою сульфатною кислотою:



У промисловості сірководень добувають, пропускаючи водень над розплавленою сіркою:



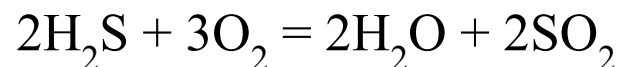


# Хімічні властивості сірководню

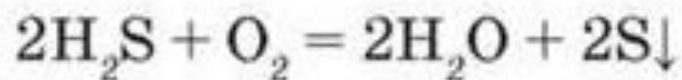
## Взаємодія сірководню з киснем.

Сірководень горить блакитним полум'ям в атмосфері кисню або на повітрі при підпалюванні.

При повному згорянні сірководню утворюються сульфур(IV) оксид і вода:

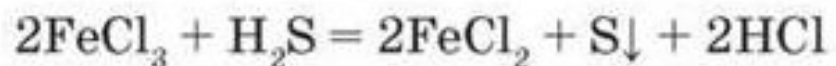
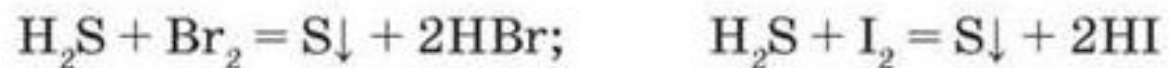


При неповному згорянні в умовах нестачі кисню утворюється сірка:



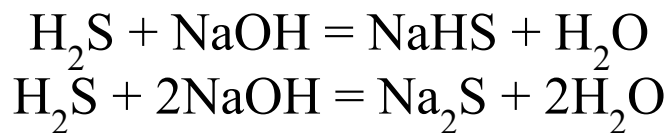
Реакція має промислове значення для добування сірки з сірководню.

Сірководень легко окиснюється галогенами (бромна або йодна вода) та солями тривалентного Феруму:

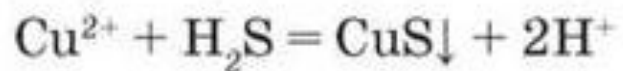


# Хімічні властивості сірководню

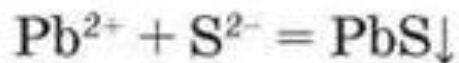
Сульфідна кислота реагує з основними оксидами, основами, солями з утворенням двох видів солей: кислих — гідрогенсульфідів і середніх — сульфідів:



Сульфіди важких металічних елементів, які містяться у витискувальному ряді металів після Fe, добувають при пропусканні сірководню крізь розчин їхніх солей:



В аналітичній хімії реактивом на сірководень та розчинні сульфіди є розчин плюмбум(II) нітрату:





# Сірководень

## Використання сірководню

1. У хімічній промисловості для отримання сульфатної кислоти, елементарної сірки, сульфідів.
2. В органічному синтезі сульфуровмісних речовин.
3. Як реагент в аналітичній хімії для виявлення іонів важких металічних елементів ( $Ag^+$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ).
4. У перспективі можливе використання гігантських запасів сірководню, які містяться в Чорному морі для потреб сірководневої енергетики і хімічної промисловості.

