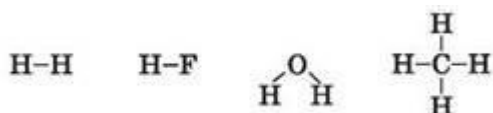


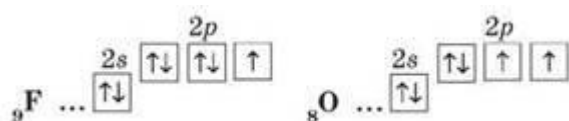
Валентні атоми елементів. Ступені окиснення

Валентність елементів. Ви знаєте, що валентність елемента визначається кількістю спільних електронних пар (ковалентних зв'язків), які утворює його атом з іншими атомами за рахунок неспарених електронів.

В атомі Гідрогену є лише один електрон ($1s^1$), який бере участь в утворенні хімічного зв'язку. Тому цей елемент в усіх речовинах одновалентний:

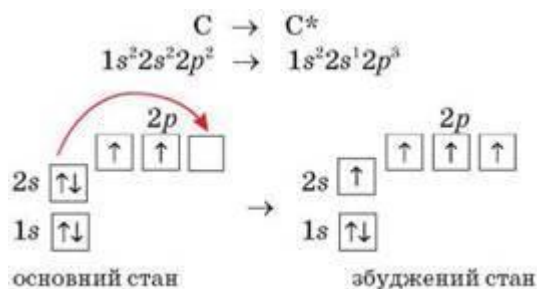


Флуор — теж одновалентний елемент, а Оксиген — двовалентний. Атом Флуору має на зовнішньому енергетичному рівні один неспарений електрон, а атом Оксигену — два:



Отже, кількість неспарених електронів в атомі вказує на можливе значення валентності елемента.

Електронна будова атомів деяких елементів може змінюватися. Однією з умов для цього є наявність в атомі на останньому¹ енергетичному рівні вільних орбіталей. При отриманні атомом певної порції енергії пара зовнішніх електронів роз'єднується і один із них переміщується в нову орбіталь. Атом переходить з основного стану в так званий збуджений стан (його позначають зірочкою справа від символу елемента). При збудженні атома кількість неспарених електронів зростає, і в нього виникає можливість утворювати більшу кількість ковалентних зв'язків. Із таким явищем ви ознайомилися раніше на прикладі атома Карбону:



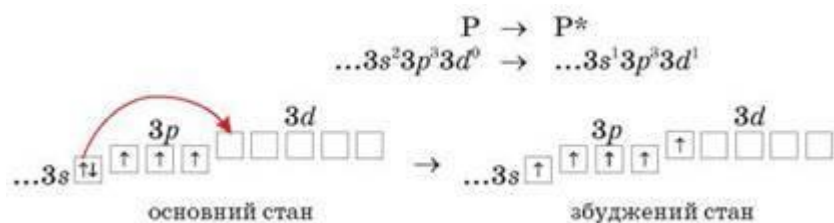
Наявність у збудженого атома Карбону чотирьох неспарених електронів зумовлює те, що цей елемент майже в усіх речовинах чотиривалентний.

¹ Для *d*-елементів — на передостанньому.

Збуджені стани існують для атомів інших неметалічних елементів — Бору, Силіцію, Фосфору, Сульфуру, Хлору тощо. Якщо для атомів перших трьох елементів можливий один такий стан, то для атомів Сульфуру і Хлору — два і три стани відповідно.

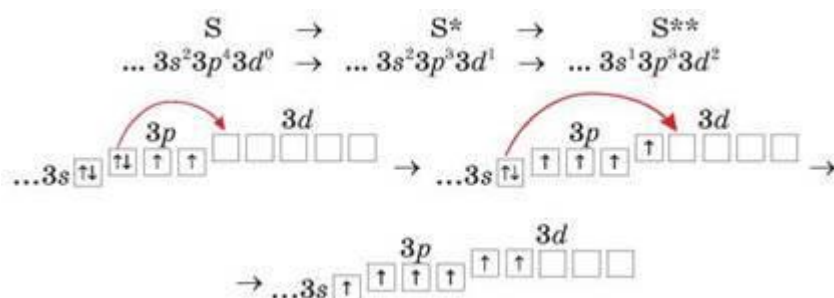
• Проілюструйте збудження атома Бору відповідними електронними формулами.

При збудженні атома Силіцію один 3s-електрон переходить у вільну 3p-орбіталь, а внаслідок збудження атома Фосфору такий електрон займає 3d-орбіталь:



Силіцій, як і Карбон, майже в усіх речовинах чотиривалентний (його збуджений атом містить чотири неспарених електрони). Значення валентності Фосфору – 3 (атом елемента в основному стані має три неспарених електрони) і 5 (збуджений атом містить п'ять неспарених електронів). Приклади відповідних сполук Фосфору – фосфін PH_3 , ортофосфатна кислота H_3PO_4 .

Збудження атомів Сульфуру і Хлору супроводжується роз'єднанням електронних пар у 3s- і 3p-орбіталах та переміщенням електрона з кожної пари у вільну 3d-орбіталь. Схема цих процесів для атома Сульфуру:



Приклади сполук дво-, чотири- і шестивалентного Сульфуру – сірководень H_2S , сульфур(IV) оксид SO_2 , сульфатна кислота H_2SO_4 .

Збуджені стани для атомів Нітрогену, Оксигену і Флуору неможливі, оскільки всі орбіталі 2-го (зовнішнього) енергетичного рівня цих атомів заповнені одним чи двома електронами.

Інформацію про валентність неметалічних елементів 2-го і 3-го періодів узагальнено в таблиці 1.

Таблиця 1

Значення валентності неметалічних елементів 2–3-го періодів¹

Періоди	Групи				
	III	IV	V	VI	VII
2	B	C	N	O	F
	3	4	3*	2	1

		Si	P	S	Cl
3		4	3, 5	2, 4, 6	1, 3, 5, 7

* Максимальне значення валентності 4 Нітроген виявляє в йоні амонію (§ 6).

¹ У цій і наступних таблицях відомості про елементи і речовини розміщено у клітинках періодичної системи.

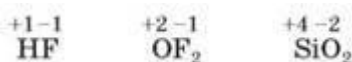
Ступені окиснення елементів. Ступінь окиснення — важлива характеристика елемента в речовині. Її використовують у класифікації речовин, для прогнозування можливості окисно-відновних реакцій, при складанні відповідних хімічних рівнянь.

• Який ступінь окиснення має елемент у простій речовині?

Вам відомо, що ступені окиснення елементів у бінарній йонній сполуці дорівнюють зарядам їхніх йонів. Так, у літій хлориді й алюміній сульфіді ступені окиснення елементів становлять +1, -1 та +3, -2 відповідно:



У речовинах молекулярної та атомної будови реалізуються ковалентні зв'язки між атомами. Для того щоб з'ясувати значення ступенів окиснення елементів у таких речовинах, електронні пари ковалентних полярних зв'язків переміщують до більш електронегативних атомів і визначають заряди, які після цього виникають (за потреби використовують таблицю електронегативності елементів, наведену в Додатку 1):



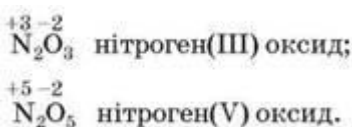
У сполуках, утворених трьома або більшою кількістю елементів, ступені окиснення елементів часто визначають, за правилом електронейтральності: сума ступенів окиснення всіх атомів у речовині дорівнює нулю. Приклади формул сполук із указаними ступенями окиснення елементів:



• Визначте ступені окиснення елементів у сполуках із такими формулами: Li_3N , SCl_2 , HClO_4 .

Завдяки переходу атомів у збуджені стани розширюються валентні можливості елементів і водночас збільшується кількість можливих ступенів окиснення елементів у сполуках (табл. 2).

Значення ступенів окиснення елементів указують у назвах речовин (римськими цифрами без знаків «плюс» або «мінус»):



Характерні значення ступенів окиснення елементів 2–3-го періодів у сполуках

Періоди	Групи						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
2	Li +1	Be +2	B -3, +3	C -4, +4	N -3, +3, +5*	O -2	F -1
3	Na +1	Mg +2	Al +3	Si -4, +4	P -3, +3, +5	S -2, +4, +6	Cl -1, +1, +3, +5, +7

* Ступінь окиснення Нітрогену +5 визначають за хімічними формулами відповідних сполук, а не за зміщенням спільних електронних пар атомів.

Поняття «валентність» і «ступінь окиснення». Важливо розрізняти поняття «валентність» і «ступінь окиснення». Валентність визначається кількістю ковалентних зв'язків, які утворює атом, а ступінь окиснення є умовним зарядом на атомі, що виникає, якщо повністю змістити електронні пари ковалентних полярних зв'язків до більш електронегативного атома (атомів).

Значення валентності й ступеня окиснення елемента (без урахування знака «плюс» чи «мінус») у сполуці часто збігаються. Наприклад, значення валентності й ступінь окиснення Карбону в оксиді CO_2 становлять 4 і +4, Сульфору в сполуці H_2S – 2 і -2. Відомі випадки, коли числові значення цих характеристик елемента в речовині різняться. Це стосується простих речовин, деяких сполук. Так, у хлорі Cl_2 елемент Хлор є одновалентним (його атом утворює простий ковалентний зв'язок з іншим атомом: $\text{Cl}-\text{Cl}$), а ступінь окиснення елемента дорівнює нулю. У гідроген пероксиді H_2O_2 Гідроген одновалентний, Оксиген двовалентний (графічна формула молекули $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$), а ступені окиснення Гідрогену і Оксигену становлять +1 і -1 відповідно.

Аналіз відомостей, наведених у таблицях 1 і 2, свідчить, що при переході від одного періоду до іншого значення валентності й ступенів окиснення елементів головної підгрупи певної групи в більшості випадків повторюються. Ця тенденція поширюється і на хімічні елементи побічних підгруп.