

**Особливості будови атомів у
збудженому електронному
стані.**

Валентність.

Ступінь окиснення

Періодична система хімічних елементів Д.І. Менделєєва

Період	Ряд	Г Р У П П И																						
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII															
1	1	H Гідроген 1,0079														He Гелій 4,0026	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div>Порядковий номер</div> <div>Символ елемента</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 10px;">26</div> <div style="margin: 0 10px;">→</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 10px;">Fe</div> <div style="margin: 0 10px;">←</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 10px;">26</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div>Атомна маса</div> <div>Назва елемента</div> </div>							
2	2	Li Літій 6,941	Be Берилій 9,012	B Бор 10,81	C Карбон Вуглець 12,011	N Нітроген Азот 14,0067	O Оксиген Кисень 15,999	F Флуор Фтор 18,998	Ne Неон 20,179															
3	3	Na Натрій 22,990	Mg Магній 24,305	Al Алюміній 26,981	Si Силіцій Кремній 28,086	P Фосфор 30,973	S Сульфур Сірка 32,06	Cl Хлор 35,453	Ar Аргон 39,948															
4	4	K Калій 39,098	Ca Кальцій 40,08	Sc Скандій 44,956	Ti Титан 47,90	V Ванадій 50,941	Cr Хром 51,996	Mn Манган Марганець 54,938	Fe Ферум Залізо 55,847	Co Кобальт 58,933	Ni Нікол Нікель 58,70													
	5	Cu Купрум Мідь 63,546	Zn Цинк 65,39	Ga Галій 69,72	Ge Германій 72,59	As Арсен Миш'як 74,921	Se Селен 78,96	Br Бром 79,904	Kr Криптон 83,80															
5	6	Rb Рубідій 85,468	Sr Стронцій 87,62	Y Ітрій 88,906	Zr Цирконій 91,22	Nb Ніобій 92,906	Mo Молибден 95,94	Tc Технецій [98,906]	Ru Рутеній 101,07	Rh Родій 102,905	Pd Паладій 106,4													
	7	Ag Аргентум Срібло 107,868	Cd Кадмій 112,41	In Індій 114,82	Sn Станум Олово, цина 118,71	Sb Стибій 121,75	Te Телур 127,60	I Іод Йод 126,904	Xe Ксенон 131,30															
6	8	Cs Цезій 132,91	Ba Барій 137,33	*La Лантан 138,905	Hf Гафній 178,49	Ta Тантал 180,948	W Вольфрам 183,85	Re Реній 186,207	Os Осмій 190,2	Ir Ірідій 192,22	Pt Платина 195,09													
	9	Au Аурум Золото 196,967	Hg Меркурій Ртуть 200,59	Tl Талій 204,37	Pb Плюмбум Свинець, оливо 207,2	Bi Бісмут Вісмут 208,980	Po Полоній [209]	At Астат [210]	Rn Радон [222]															
7	10	Fr Францій [223]	Ra Радій 226,025	**Ac Актиній [227]	Unq Уннілквадій [261]	Unp Уннілпентій [262]	Unh Уннілгексій [263]	Uns Уннілсептій [264]	Uno Уннілоктій [265]	Une Унніленій [266]	Uun Уннілілій [272]													
Вищі оксиди		R_2O	RO	R_2O_3	RO_2	R_2O_5	RO_3	R_2O_7	RO_4															
Леткі водневі сполуки					RH_4	RH_3	H_2R	HR																
*Ланта-ноїди		58 Ce 140,12 Церій	59 Pr 140,908 Првзеодим	60 Nd 144,24 Неодим	61 Pm [145] Прометій	62 Sm 150,36 Самарій	63 Eu 151,96 Європій	64 Gd 157,25 Гадоліній	65 Tb 158,925 Тербій	66 Dy 162,50 Диспрозій	67 Ho 164,93 Гольмій	68 Er 167,26 Ербій	69 Tm 168,934 Тулій	70 Yb 173,04 Ітербій	71 Lu 174,97 Лютецій									
**Акти-ноїди		90 Th 232,038 Торій	91 Pa [231] Протактиній	92 U 238,029 Уран	93 Np [237] Нептуній	94 Pu [244] Плутоній	95 Am [243] Америцій	96 Cm [247] Кюрія	97 Bk [247] Берклій	98 Cf [251] Каліфорній	99 Es [254] Ейнштейній	100 Fm [257] Фермій	101 Md [258] Менделєєв	102 No [259] Нобелій	103 Lr [260] Лоуренсій									

Валентність. Ступінь окиснення

Пригадайте:

- валентність — число хімічних зв'язків, які певний атом може утворити з іншими атомами;
- ступінь окиснення — це умовний заряд на атомі в молекулі або кристалі, який виник би на ньому, якби всі полярні зв'язки, утворені ним, мали йонний характер;

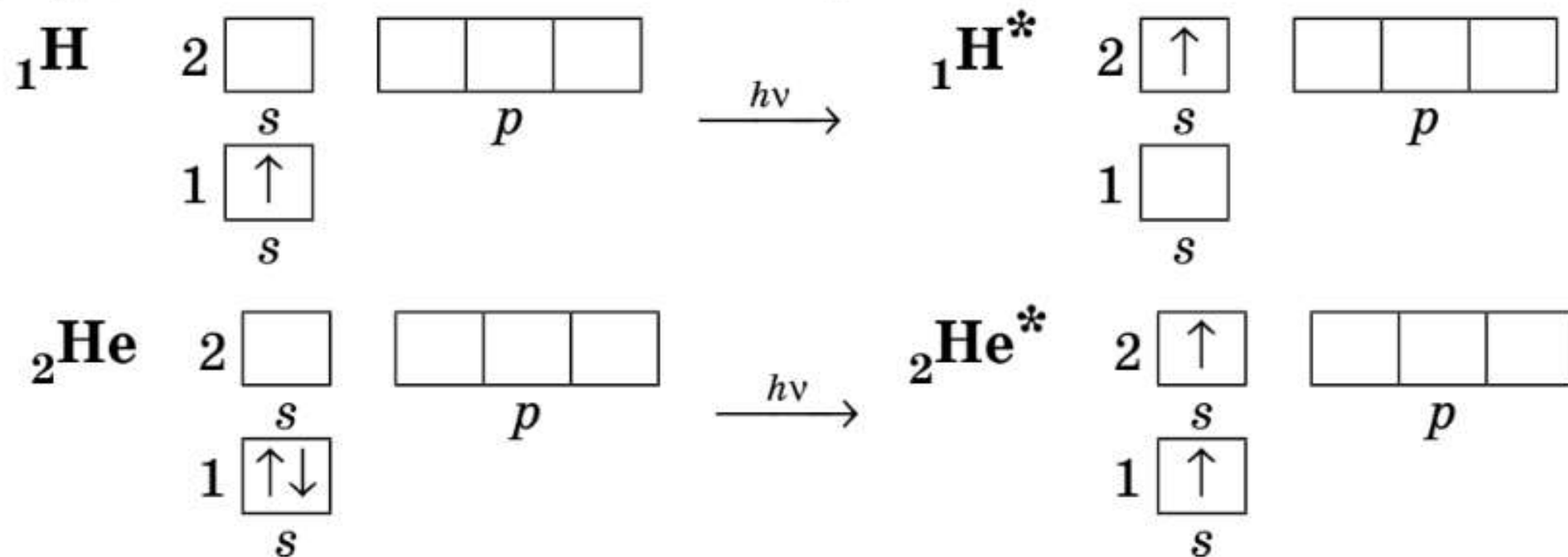
Коли ми говоримо про атоми чи молекули, йдеться про їхній основний енергетичний стан.

Основним називають такий стан атома (молекули), у якому енергія атома (молекули) *мінімальна*.

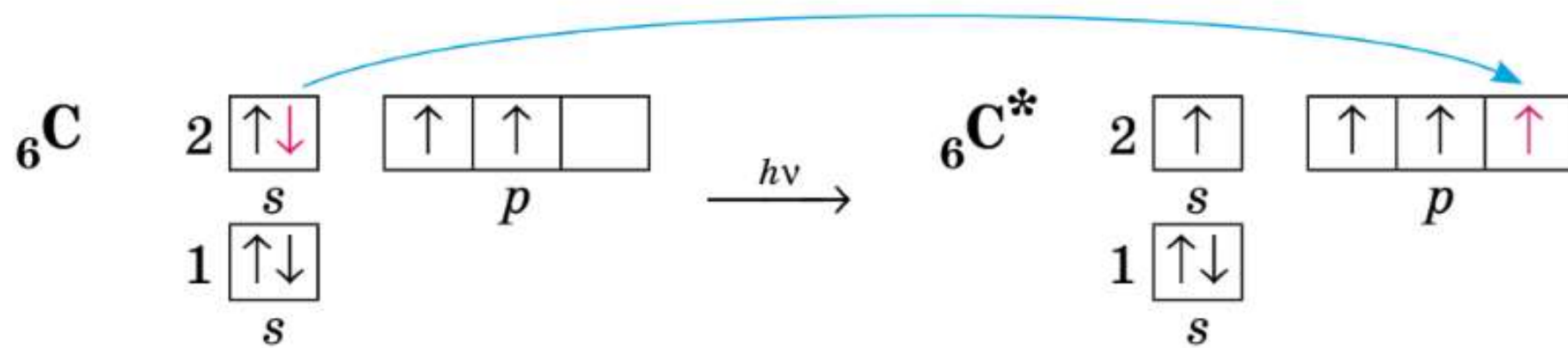
Будь-який енергетичний стан, що відрізняється від основного, називають **збудженим**. У такий стан атоми (молекули) можуть переходити за певних умов:

- під час нагрівання,
- за умови поглинання електромагнітного випромінювання

Під час збудження атомів відбувається перехід електронів на інші, менш енергетично вигідні орбіталі. Наприклад, під час збудження атомів Гідрогену та Гелію електрони переходять на наступні енергетичні рівні (збуджений стан позначають зірочкою):



Різниця енергій орбіталей на одному енергетичному рівні набагато менша, тому атоми всіх інших неметалічних елементів переходять у збуджений стан набагато легше, для цього необхідна енергія, яку можна порівняти з енергією хімічних реакцій. Наприклад, під час збудження атома Карбону відбувається розпарування електронної пари та перехід електрона на вільну p -орбіталь того самого енергетичного рівня:



Таблиця 1. Можливі валентності s- та p-елементів, визначені за будовою атома

Група ПС*	I	II	III	IV	V	VI	VII
Вища валентність	I	II	III	IV	V (крім N)	VI (крім O)	VII (крім F)
Можливі валентності	-	-	-	II	III	II, IV	I, III, V

* за коротким варіантом.

Таким чином можна визначити всі можливі валентності для більшості елементів (табл. 1). Слід зауважити, що на зовнішньому енергетичному рівні атомів Нітрогену, Оксигену та Флуору вільні орбіталі відсутні, тому збільшення числа неспарених електронів для них неможливе.

Ступінь окиснення характеризує число прийнятих або відданих атомом електронів.

Ступені окиснення, у більшості випадків можна визначити за будовою зовнішнього енергетичного рівня їх атомів.

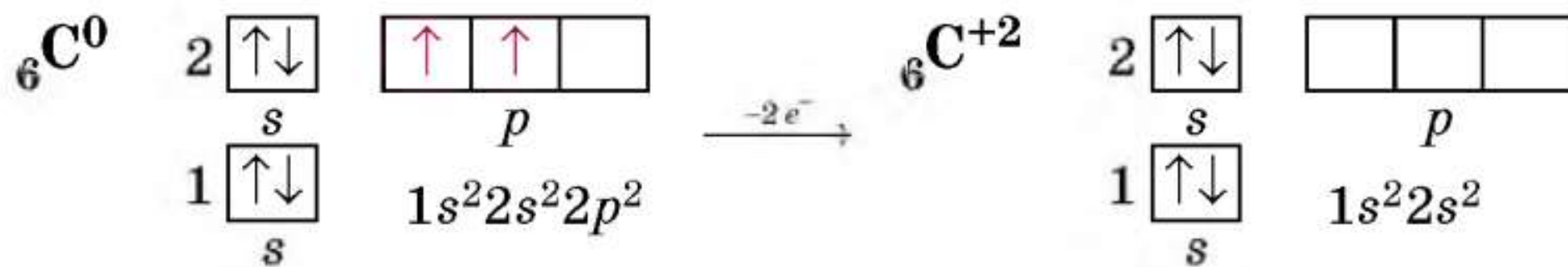
Атоми металічних елементів тільки віддають електрони, тому в сполуках вони виявляють позитивний ступінь окиснення. В багатьох випадках дорівнює числу електронів на зовнішньому рівні, а отже, і номеру групи в Періодичній системі.

Період	Ряд	Г Р У П И									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
1	1	H 1,00794 Гідроген								He 4,0026 Гелій	
2	2	Li 6,941 Літій	Be 9,012 Берилій	B 10,81 Бор	C 12,011 Карбон Вуглець	N 14,007 Нітроген Азот	O 16,000 Оксиген Кисень	F 18,998 Флуор Фтор	Ne 20,179 Неон		
3	3	Na 22,989 Натрій	Mg 24,305 Магній	Al 26,981 Алюміній	Si 28,086 Силіцій Кремій	P 30,973 Фосфор	S 32,06 Сулфур Сірка	Cl 35,453 Хлор	Ar 39,948 Аргон		
4	4	K 39,098 Калій	Ca 40,08 Кальцій	Sc 44,956 Скандій	Ti 47,88 Титан	V 50,94 Ванадій	Cr 51,996 Хром	Mn 54,938 Манган Марганець			
	5	Cu 63,546 Купрум Мідь	Zn 65,38 Цинк	Ga 69,72 Галій	Ge 72,64 Германій	As 74,921 Арсен Меш'як	Se 78,96 Селен	Br 79,904 Бром	Kr 83,80 Криптон		

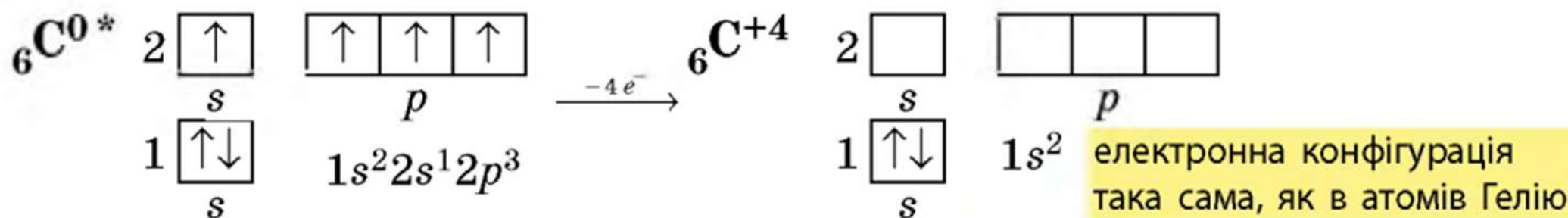
Порядковий номер	26	Символ елемента	Fe
Атомна маса	55,847	Назва елемента	Ферум Залізо

Ступені окиснення неметалічних елементів у разі втрати електронів

Утворюючи зв'язок із більш електронегативним елементом, атоми неметалічних елементів *віддають електрони* зовнішнього енергетичного рівня. Першими вони віддають неспарені електрони, що є більш рухомими. Наприклад, в атомів Карбону на зовнішньому рівні два неспарені електрони, саме їх він може віддати у першу чергу, внаслідок чого переходить у ступінь окиснення +2:



Якщо атом Карбону перебуває у збудженому стані, то він віддає всі електрони із зовнішнього рівня і переходить у ступінь окиснення +4,



Отже, для визначення можливих ступенів окиснення неметалічних елементів можна скористатися загальною схемою:

Атоми неметалічних елементів містять на зовнішньому рівні 4 і більше електронів

$-e^-$



У першу чергу вони віддають неспарені електрони зовнішнього рівня і переходять у *проміжний ступінь окиснення*, що дорівнює **числу відданих e^-**

А також можуть віддати всі електрони зовнішнього рівня, набуваючи конфігурації атома інертного елемента, і перейти у *вищий ступінь окиснення*, що дорівнює **числу e^- зовнішнього рівня**

$+e^-$



Вони приймають на зовнішній рівень таке число електронів, що їм бракує до конфігурації атома інертного елемента: **8 – число e^- зовнішнього рівня**

Унаслідок цього елемент переходить у *нижчий ступінь окиснення*, що дорівнює: **$-(8 - \text{число } e^- \text{ зовнішнього рівня})$** або **$-(\text{число прийнятих } e^-)$**

Певна річ, для всякого правила є винятки, але в розглянутий спосіб можна визначити майже всі можливі ступені окиснення для будь-яких *s*- та *p*-елементів (табл. 2).

Таблиця 2. Можливі ступені окиснення *s*- і *p*-елементів

Група ІС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Вищий ступінь окиснення	+1	+2	+3	+4	+5	+6 (крім O)	+7 (крім F)	0
Проміжний ступінь окиснення				+2, 0	+3, 0	+4, +2, 0	+5, +3, +1, 0	0
Нижчий ступінь окиснення	0	0	0	-4	-3	-2	-1	0



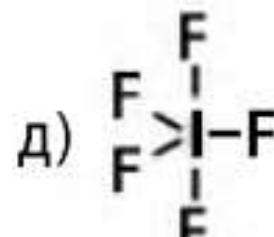
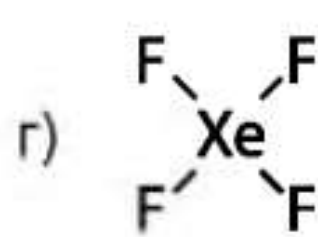
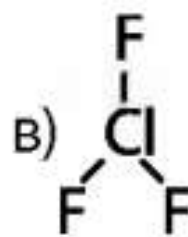
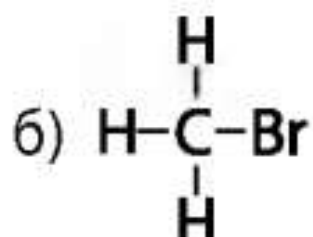
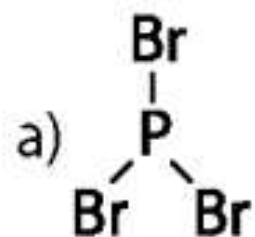
Ключова ідея

Будова зовнішнього енергетичного рівня атомів зумовлює можливі валентні стани та ступені окиснення хімічних елементів, а отже, й можливі хімічні сполуки, які вони утворюють.



Завдання для засвоєння матеріалу

- 36.** Поясніть, чому для Флуору характерний тільки негативний ступінь окиснення?
- 37.** Визначте валентність і ступінь окиснення всіх елементів у наведених сполуках:



- 38.** За місцем елементів у Періодичній системі визначте можливі валентності й ступені окиснення: а) Рубідію, б) Стронцію; в) Фосфору; г) Бром; д) Арсену.
- 39.** Визначте ступені окиснення елементів у сполуках з Гідрогеном: CH_4 , NH_3 , H_2S , HCl , CaH_2 .
- 40.** Визначте ступені окиснення елементів у речовинах: AlF_3 , BaCl_2 , CaS , K_3P , I_2 , N_2O_3 , PbCl_4 , Cl_2O_7 , BrI_3 , NaF , P_4 , CuI_2 , MgS , CF_4 , CaO , CS_2 , Al_4C_3 , PCl_5 , Fe_2S_3 .