

*Лекція за темою*

*«Періодичний закон і періодична  
система хімічних елементів  
Д.І. Менделєєва. Будова атома»*

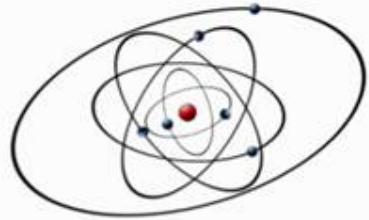


*Викладач: Ісаєнко Ю.В.*

# Моделі будови атомів



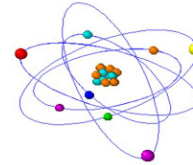
Э. Резерфорд  
(1871–1937)



Планетарная модель  
атома

**Планетарна модель  
(Е. Резерфорд, 1911 р.)**

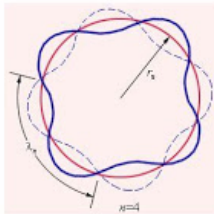
Планетарная модель атома.  
Ядерная модель атома.  
Квантовые постулаты Бора



МБОУ СОШ №1 г. Светлый  
2013г  
учитель физики-Архипова О.Л.

**Модель Бора (1913 р.)**

## КВАНТОВО-МЕХАНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АТОМА



▶ Луи де Бройль, 1924 г.

Двойственная природа электрона  
(корпускулярно-волновой  
дуализм):

- ▶ электрон является частицей  
(корпускулой)
- ▶ электрон является волной

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$v_e = 10^8 \text{ м/с}$$

$$\hbar = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}$$

$$\lambda = \frac{\hbar}{mv}$$

длина волны движущегося электрона  
 $\lambda = 10^{-10} \text{ м (1 \AA)}$

**Квантово-механічна модель  
(гіпотеза-Луї де Бройль (1924 р.);  
експериментальне підтверд-  
ження-Девіссон і Джермер (1927 р.)**

# Моделі будови атомів

Основні положення

Атом складається з позитивно зарядженого ядра та електронів, що обертаються навколо нього. У ядрі зосереджена майже вся маса атома, при цьому воно займає дуже малий об'єм: розміри ядра і атома складають  $10^{-15}$  м і близько  $10^{-10}$  м відповідно. Кількість електронів в атомі дорівнює заряду ядра  $Z$ .

```
graph LR; A[Атом електрично нейтральний] --> B[Ядро +Z]; A --> C[Електрони -Z]; B --> D[Протони +Z]; B --> E[Нейтрони]; D --- F[Нуклони]; E --- F;
```

Постулати Бора:

1. Електрон в атомі рухається навколо ядра по стаціонарній орбіті певного радіуса, при цьому він не випромінює і не поглинає енергію. Кожній орбіті відповідає певне значення енергії електрона, яке зростає із збільшенням головного квантового числа  $n$  (див. табл. 4).
2. Електрон поглинає або випромінює квант енергії при переході з однієї стаціонарної орбіти на іншу

Електрон, як і інші мікрочастинки та світлові хвилі, виявляє *корпускулярно-хвильовий дуалізм*, тобто проводиться і як частинка, і як хвиля (гіпотеза — Луї де Бройль, 1924; експериментальне підтвердження — Девіссон і Джермер, 1927).

Рух електрона неможливо описати певною траєкторією, можна говорити лише про *ймовірність* перебування електрона в певній області простору. Різні положення електрона в атомі розглядають як *електронну хмару* з нерівномірною густиною негативного заряду

- Протонне число дорівнює заряду ядра атома елемента.
- Нуклонне число-це загальна кількість протонів і нейтронів в ядрі.
- Нуклід-це тип атомів із певними значеннями нуклонного і протонного чисел.





**Ізотопи-це різновиди атомів одного хімічного елемента, які відрізняються за масою внаслідок різної кількості нейтронів у ядрі.**

Элементы в природе – это смесь изотопов

- Хлор:  $^{35}\text{Cl}$ ,  $^{37}\text{Cl}$
- Аргон:  $^{39}\text{Ar}$ ,  $^{40}\text{Ar}$
- Калий:  $^{39}\text{K}$ ,  $^{40}\text{K}$
- Запишите состав изотопов этих элементов

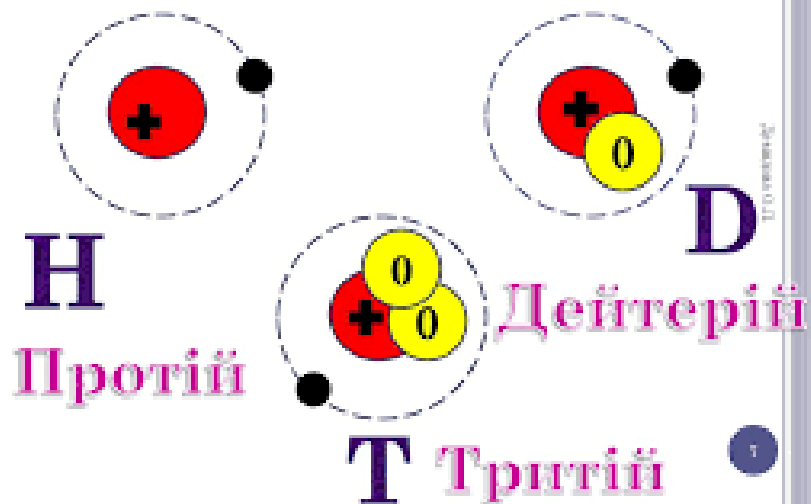


**Ізобари-це атоми (нукліди) різних хімічних елементів, які мають однакові масові числа.**



# Ізотопи Гідрогену

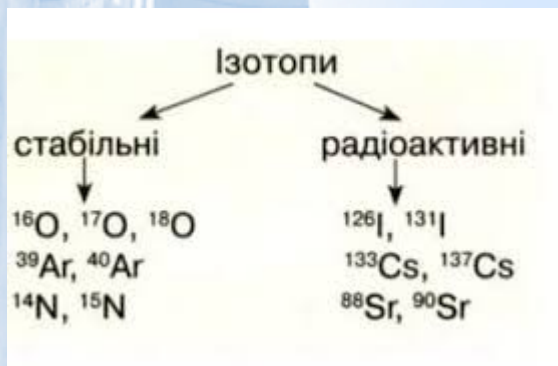
## ІЗОТОПИ ГІДРОГЕНУ



- У середині 20-го століття вчені відкрили "важку воду" -  $D_2O$ , яка відповідала параметрам "мертвої води". На живі організми "важка вода" діє гнітюче, а у великих кількостях викликає смерть.



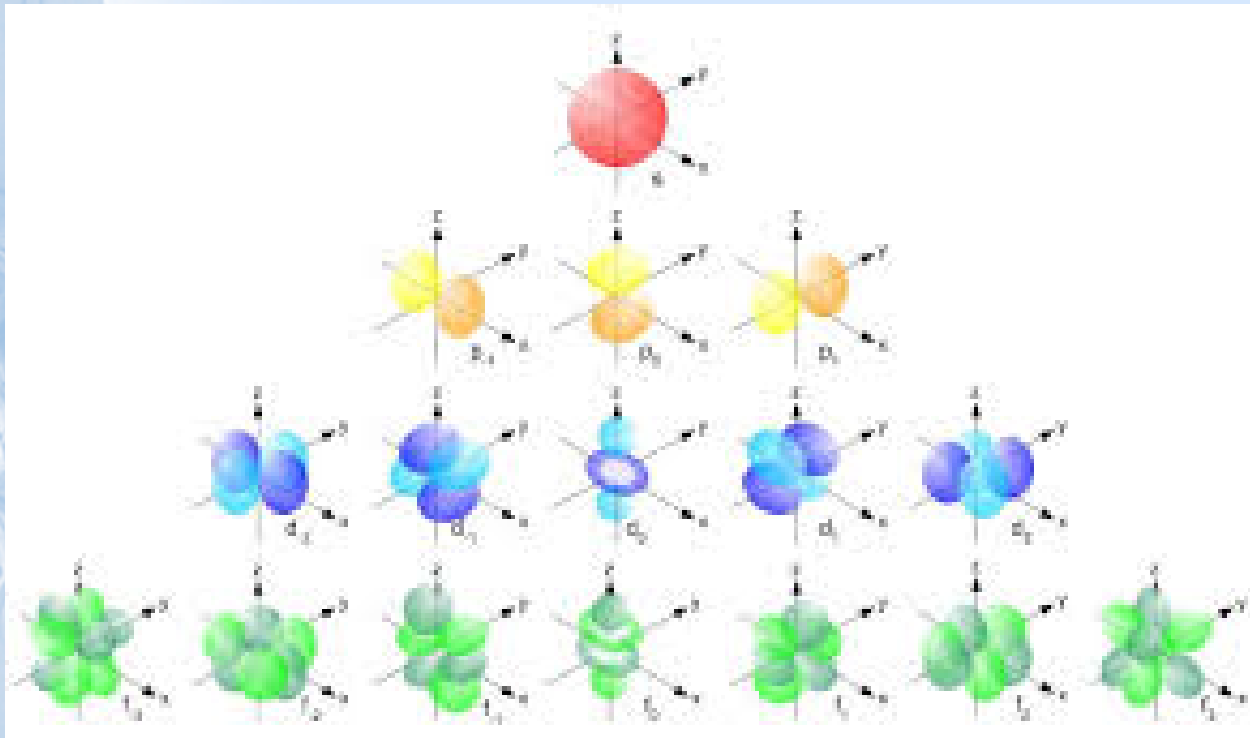
**Радіоактивність-це самоплинний розпад ядер атомів деяких елементів, що супроводжується випусканням елементарних частинок та електромагнітних хвиль.**



## ВЛАСТИВОСТІ РАДІОАКТИВНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

вид випромінювання	природа випромінювання	проникаюча здатність
<b>Альфа-</b> випромінювання	<b>Ядра атомів гелію</b>	Шар паперу товщиною 0.1 мм непрозорий
<b>Бетта-</b> випромінювання	Випускаються електрони і позитрони. У цих реакціях утворюється нейтрино	Затримує алюмінієва пластина товщиною в кілька мм
<b>Гамма-</b> випромінювання	Короткохвильове електромагнітне випромінювання	Проникаюча здатність більша, ніж у рентгеновського випромінювання

**Атомна орбіталь (АО)-це область простору поблизу атомного ядра, в якій ймовірність знаходження електрона максимальна (90%).**





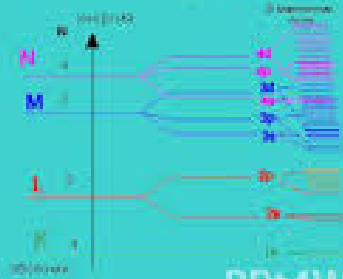
## Стан електрона в атомі характеризують набором чотирьох квантових чисел.

Назва	Символ	Можливі значення	Чому відповідає
Головне	$n$	Цілі числа: $n = 1; 2; 3; 4; \dots$	Номеру енергетичного рівня. Енергетичний рівень — це сукупність енергетичних станів електрона в атомі, які характеризуються одним і тим самим значенням $n$ ; їх позначають буквами латинського алфавіту ( $K, L, M, N$ ) або цифрами
Побічне (орбітальне)	$l$	Цілі числа від 0 до $n - 1$	Типу орбіталі. Для $s$ -орбіталі $l = 0$ , для $p$ -орбіталі $l = 1$ , для $d$ -орбіталі $l = 2$ , для $f$ -орбіталі $l = 3$ . Енергетичний підрівень — це сукупність орбіталей однакової форми (з однаковим значенням $l$ ) на даному енергетичному рівні
Магнітне	$m_l$	Цілі числа від $-l$ до $+l$ ; кількість значень $m_l$ дорівнює $2l + 1$	Орієнтації атомних орбіталей у просторі. Для $s$ -орбіталі ( $l = 0$ ) $m_l = 0$ , тому на $s$ -підрівні існує тільки одна $s$ -орбіталь; для $p$ -орбіталей ( $l = 1$ ) $m_l = -1; 0; +1$ , тому на $p$ -підрівні — три орбіталі; для $d$ -орбіталей ( $l = 2$ ) $m_l = -2; -1; 0; +1; +2$ , тому на $d$ -підрівні — п'ять орбіталей
Спінове	$m_s$	Тільки два значення: $+\frac{1}{2}$ та $-\frac{1}{2}$	Спіну електрона, тобто його власному моменту кількості руху. Спін можна спрощено уявити як напрямок обертання електрона навколо власної осі за годинниковою стрілкою або проти

# Правила заполнения орбиталей электронами

Принцип наименьшей энергии:

В атоме каждый электрон располагается так, чтобы его энергия была минимальной (что отвечает наибольшей его связи с ядром).



## Принцип Паули

в атоме не может быть двух электронов у которых были бы одинаковыми все четыре квантовых числа.

## Правило Клечковского

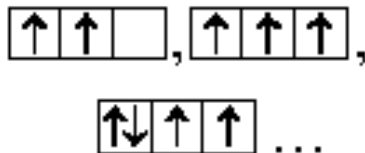
Заполнение электронами орбиталей в атоме происходит в порядке возрастания сумм главного и орбитального квантового чисел ( $n + l$ ).

При одинаковой сумме раньше заполняется орбиталь с меньшим значением главного квантового числа.

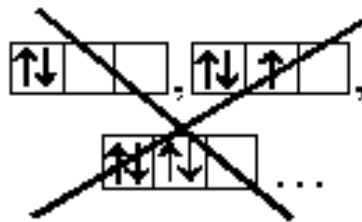
Итак,  $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s...$

Рассмотрим на примере элементов четвертого периода.

Может быть



Не может быть



# Правила заповнення орбіталей електронами

Назва	Формулювання та застосування
<i>Принцип мінімуму енергії</i>	У першу чергу заповнюються електронами орбіталі з найнижчою енергією. Енергетичні рівні заповнюються послідовно від першого до сьомого, а підрівні у межах рівня — у послідовності $s-p-d-f$
<i>Принцип Паулі</i>	В атомі не може бути двох електронів з однаковими наборами усіх квантових чисел. Це означає, що на одній орбіталі не може перебувати не більше двох електронів, при цьому напрямки їх спинів мають бути протилежними
<i>Правило Хунда</i>	Орбіталі одного підрівня заповнюються електронами таким чином, щоб їхній сумарний спин був максимальним. Це означає, що спочатку на кожній орбіталі розміщується по одному електрону з однаковим напрямком спинів, а після цього — другий електрон із протилежним напрямком спіну
<i>Правило Клечковського</i>	Електрони заповнюють орбіталі у порядку зростання суми головного та побічного квантових чисел ( $n + l$ ). Якщо ця сума для певних підрівнів однакова, то в першу чергу заповнюють електронами орбіталі з меншим значенням $n$



# Послідовність заповнення енергетичних рівнів та підрівнів електронами

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4f^6 5s^2 4d^{10} 5p^6$   
 $6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^{14} 6d^{10}$   
петитові-хімі.рф

# Електронні конфігурації

Електронна конфігурація — це розподіл електронів по атомних орбіталях. Для схематичного зображення електронних конфігурацій застосовують квантові комірки:

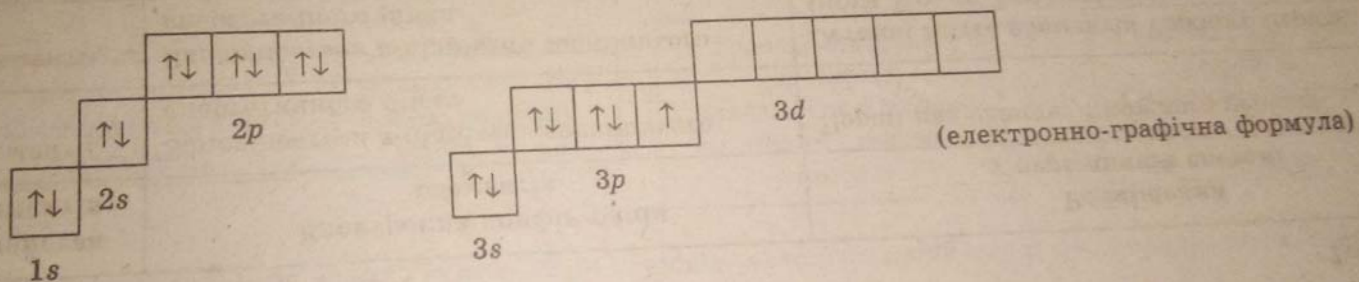
□ — квантова комірка (атомна орбіталь)

↑ — електрон

↑↓ — пара електронів, спіни яких протилежні

Наприклад:  ${}_{17}\text{Cl } 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$  (повна електронна формула)

$[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$  (скорочена електронна формула)





# Сімейства елементів

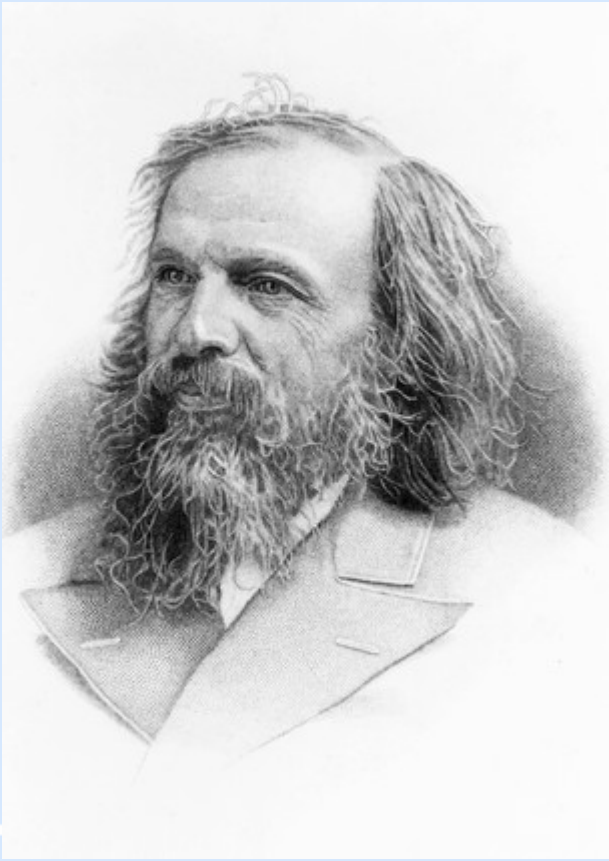
Сімейства елементів	Електронна конфігурація елементів	Розміщення у періодичній системі
<i>s</i> -елементи	Заповнюється <i>s</i> -підрівень зовнішнього енергетичного рівня	Перші два елементи кожного періоду
<i>p</i> -елементи	Заповнюється <i>p</i> -підрівень зовнішнього енергетичного рівня	Останні шість елементів кожного періоду (крім 1-го та 7-го періодів)
<i>d</i> -елементи	Заповнюється електронами <i>d</i> -підрівень передзовнішнього енергетичного рівня, а на <i>s</i> -підрівні зовнішнього рівня залишається 1 чи 2 електрони (виняток — Pd).	По десять елементів у 4-му та 5-му періодах між <i>s</i> - і <i>p</i> -елементами, а в 6-му періоді — десять елементів між <i>f</i> - і <i>p</i> -елементами. Це елементи побічних підгруп (перехідні елементи)
<i>f</i> -елементи	Заповнюється <i>f</i> -підрівень третього ззовні енергетичного рівня, а на зовнішньому рівні містяться два <i>s</i> -електрони	По чотирнадцять елементів між <i>s</i> - та <i>d</i> -елементами у 6-му та 7-му періодах. Це лантаноїди та актиноїди

Періодичний закон Д.І. Менделєєва  
 (1869 рік): «Свойства простых тел, а также  
 формы и свойства соединений элементов  
 находятся в периодической зависимости  
 от величины атомных весов элементов»

Опытная таблица элементов,  
 составленная в 1869 г.  
 Д. Менделеевым.

	H=1	?=8	?=92	Cu=63.4	Ag=107.88	Co=58.93	Fe=55.84	Ni=58.71	Zn=65.37	Al=27.0	B=10.81	Li=7.0
		Be=9.004	Mg=24.305	Ca=40.08	Sc=45.0	Ti=78.92	V=50.94	Cr=52.00	Mn=54.94	Si=28.086	Na=22.99	K=39.10
		B=10.81	Al=27.0	?=68	Br=79.904	As=74.9216	S=32.06	P=30.97376	Se=78.96	Ca=40.08	Ca=40.08	Ca=40.08
		C=12.011	Si=28.086	?=70	Zn=65.37	Ge=72.64	Cl=35.453	Ar=39.948	Kr=83.80	Br=79.904	Br=79.904	Br=79.904
		N=14.007	P=30.97376	As=74.9216	Ag=107.88	Sb=121.757	Ar=39.948	Kr=83.80	Se=78.96	Br=79.904	Br=79.904	Br=79.904
		O=15.999	S=32.06	Te=127.6	Cu=63.4	Hg=200.59	Ar=39.948	Kr=83.80	Br=79.904	Br=79.904	Br=79.904	Br=79.904
		F=18.998	Cl=35.453	K=39.10	Ag=107.88	Pb=207.2	Ar=39.948	Kr=83.80	Br=79.904	Br=79.904	Br=79.904	Br=79.904
		Ne=20.179	Ar=39.948	Cu=63.4	Ag=107.88	Bi=208.98	Ar=39.948	Kr=83.80	Br=79.904	Br=79.904	Br=79.904	Br=79.904
				Co=58.93	Fe=55.84	Ni=58.71	Zn=65.37	Al=27.0	B=10.81	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0
				Fe=55.84	Ni=58.71	Zn=65.37	Al=27.0	B=10.81	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0
				Ni=58.71	Zn=65.37	Al=27.0	B=10.81	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0
				Zn=65.37	Al=27.0	B=10.81	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0
				Al=27.0	B=10.81	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0
				B=10.81	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0
				Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0	Li=7.0

Менделеев  
 Д.И. Менделеев



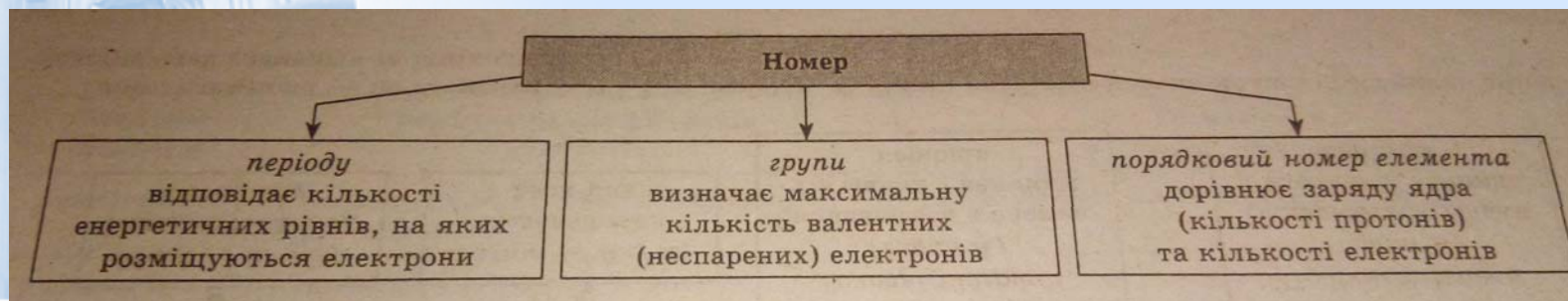
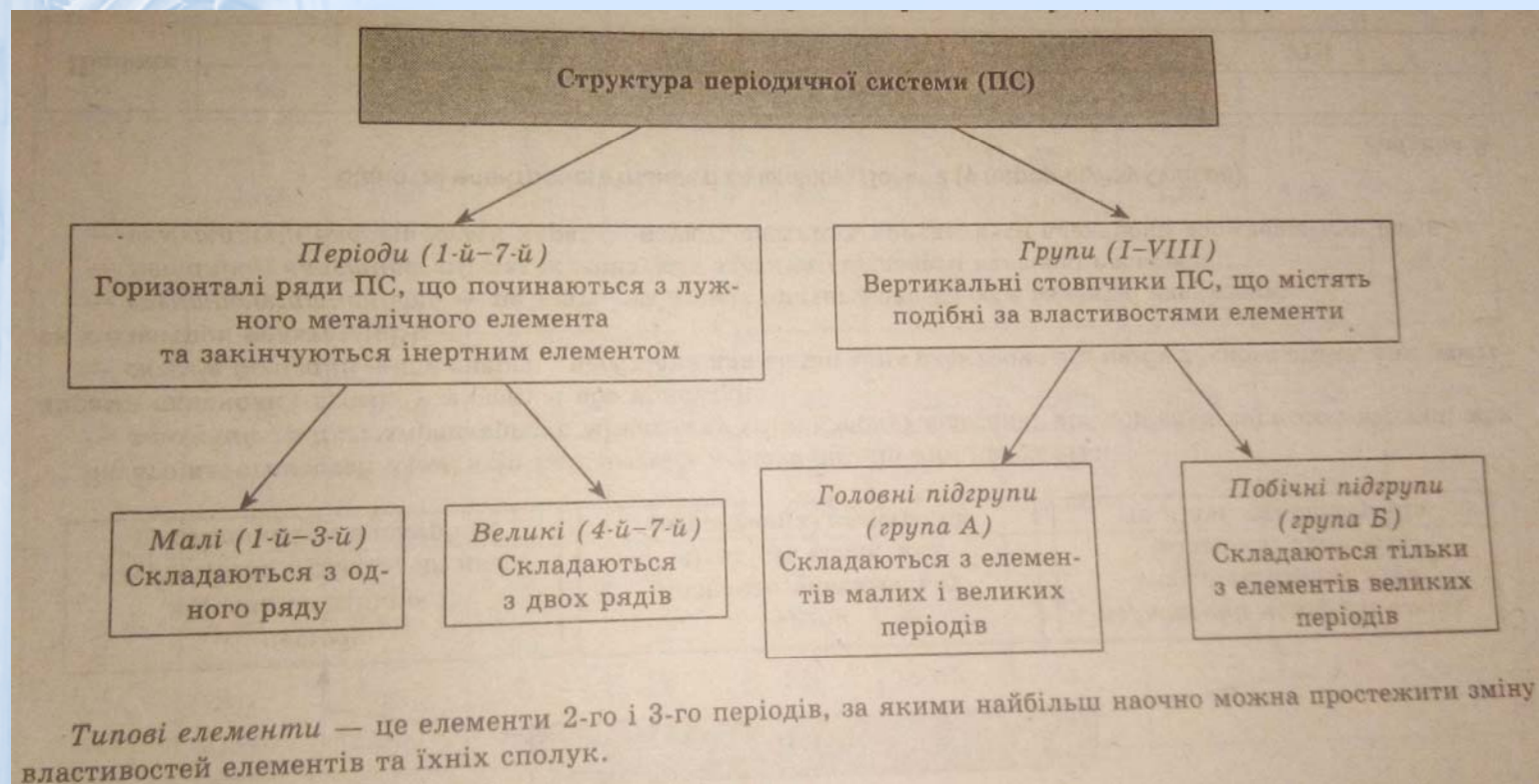
**Сучасне формулювання періодичного закону: «Властивості елементів, а також властивості простих і складних речовин, утворених цими елементами, перебувають у періодичній залежності від зарядів ядер їх атомів»**



**Періодична система хімічних елементів-це графічне зображення періодичного закону.**



# Структура періодичної системи



# ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ Д. І. МЕНДЕЛЄЄВА

ПЕРІОДИ	ГРУПИ ЕЛЕМЕНТІВ								VIII					
	I	II	III	IV	V	VI	VII							
1	<b>H</b> 1,0079 1s Гідроген водень								<b>He</b> 4,0028 1s Гелій	Порядковий номер Символ Назва елемента систематично				
2	<b>Li</b> 6,941 [He]2s Літій	<b>Be</b> 9,01218 [He]2s Берилій	<b>B</b> 10,811 [He]2s2p Бор	<b>C</b> 12,01 [He]2s2p Карбон вуглець	<b>N</b> 14,007 [He]2s2p Азот	<b>O</b> 15,999 [He]2s2p Кисень кисень	<b>F</b> 18,998 [He]2s2p Флуор флуор	<b>Ne</b> 20,179 [He]2s2p Неон		26 [Ar]3d4s 55,847 <b>Fe</b> Ферум				
3	<b>Na</b> 22,990 [Ne]3s Натрій	<b>Mg</b> 24,305 [Ne]3s Магній	<b>Al</b> 26,982 [Ne]3s3p Алюміній	<b>Si</b> 28,085 [Ne]3s3p Силіцій кремній	<b>P</b> 30,974 [Ne]3s3p Фосфор	<b>S</b> 32,066 [Ne]3s3p Сульфур сірка	<b>Cl</b> 35,453 [Ne]3s3p Хлор	<b>Ar</b> 39,948 [Ne]3s3p Аргон		Відносна атомна маса Електронна конфігурація				
4	<b>K</b> 39,098 [Ar]4s Калій	<b>Ca</b> 40,078 [Ar]4s Кальцій	<b>Sc</b> 44,956 [Ar]3d4s Скандій	<b>Ti</b> 47,88 [Ar]3d4s Титан	<b>V</b> 50,942 [Ar]3d4s Ванадій	<b>Cr</b> 51,996 [Ar]3d4s Хром	<b>Mn</b> 54,938 [Ar]3d4s Манган	<b>Fe</b> 55,847 [Ar]3d4s Ферум	<b>Co</b> 58,933 [Ar]3d4s Кобальт	<b>Ni</b> 58,69 [Ar]3d4s Нікель				
5	<b>Rb</b> 85,468 [Kr]5s Рубідій	<b>Sr</b> 87,62 [Kr]5s Стронцій	<b>Y</b> 88,906 [Kr]4d5s Ітрій	<b>Zr</b> 91,224 [Kr]4d5s Цирконій	<b>Nb</b> 92,906 [Kr]4d5s Ніобій	<b>Mo</b> 95,94 [Kr]4d5s Молибден	<b>Tc</b> 98,906 [Kr]4d5s Технецій	<b>Ru</b> 101,07 [Kr]4d5s Рутеній	<b>Rh</b> 102,91 [Kr]4d5s Родій	<b>Pd</b> 106,42 [Kr]4d5s Палладій				
6	<b>Cs</b> 132,91 [Xe]6s Цезій	<b>Ba</b> 137,33 [Xe]6s Барій	<b>La</b> 138,91 [Xe]5d6s Лантан	<b>Hf</b> 178,49 [Xe]4f5d6s Гафній	<b>Ta</b> 180,95 [Xe]4f5d6s Тантал	<b>W</b> 183,85 [Xe]4f5d6s Вольфрам	<b>Re</b> 186,21 [Xe]4f5d6s Реній	<b>Os</b> 190,2 [Xe]4f5d6s Осмій	<b>Ir</b> 192,22 [Xe]4f5d6s Ірідій	<b>Pt</b> 195,09 [Xe]4f5d6s Платина				
7	<b>Fr</b> (223) [Rn]7s Францій	<b>Ra</b> 226,02 [Rn]7s Радій	<b>Ac</b> 227,03 [Rn]6d7s Актиній	<b>Rf</b> 261 [Rn]5f6d7s Резерфордій	<b>Db</b> 262 [Rn]5f6d7s Дубній	<b>Sg</b> 263 [Rn]5f6d7s Сіборгій	<b>Bh</b> 262 [Rn]5f6d7s Борій	<b>Hs</b> 265 [Rn]5f6d7s Гасій	<b>Mt</b> (266) [Rn]5f6d7s Майтнерій	<b>Uun</b> (272) [Rn]5f6d7s Унунвійсьтий				
	<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>RO<sub>3</sub></b>	<b>RO<sub>3</sub></b>	<b>RO<sub>7</sub></b>	<b>RO<sub>4</sub></b>						
	<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>RO<sub>3</sub></b>	<b>RO<sub>3</sub></b>	<b>RO<sub>7</sub></b>	<b>RO<sub>4</sub></b>						
*	<b>Ce</b> 140,12 [Xe]4f5d6s Церій	<b>Pr</b> 140,91 [Xe]4f5d6s Прометій	<b>Nd</b> 144,24 [Xe]4f5d6s Неодим	<b>Pm</b> (147) [Xe]4f5d6s Прометій	<b>Sm</b> 150,36 [Xe]4f5d6s Самарій	<b>Eu</b> 151,96 [Xe]4f5d6s Європій	<b>Gd</b> 157,25 [Xe]4f5d6s Гадоліній	<b>Tb</b> 158,93 [Xe]4f5d6s Тербій	<b>Dy</b> 162,5 [Xe]4f5d6s Диспрій	<b>Ho</b> 164,93 [Xe]4f5d6s Гольмій	<b>Er</b> 167,26 [Xe]4f5d6s Ербій	<b>Tm</b> 168,93 [Xe]4f5d6s Тулій	<b>Yb</b> 173,04 [Xe]4f5d6s Йттербій	<b>Lu</b> 174,97 [Xe]4f5d6s Лютецій
**	<b>Th</b> 232,04 [Rn]5f6d7s Торій	<b>Pa</b> (231) [Rn]5f6d7s Протактиній	<b>U</b> 238,03 [Rn]5f6d7s Уран	<b>Np</b> (237) [Rn]5f6d7s Нептуній	<b>Pu</b> (244) [Rn]5f6d7s Плутоній	<b>Am</b> (243) [Rn]5f6d7s Америцій	<b>Cm</b> (247) [Rn]5f6d7s Кюріум	<b>Bk</b> (247) [Rn]5f6d7s Берклій	<b>Cf</b> (251) [Rn]5f6d7s Каліфорній	<b>Es</b> (254) [Rn]5f6d7s Ейнштейній	<b>Fm</b> (257) [Rn]5f6d7s Фермій	<b>Md</b> (258) [Rn]5f6d7s Менделєєв	<b>No</b> (259) [Rn]5f6d7s Нобелій	<b>Lr</b> (260) [Rn]5f6d7s Лоренцій



## Періодичність зміни властивостей елементів головних підгруп Періодичної системи

Посилення металічних  
властивостей.  
Збільшення радіуса атома

Група      Період 

Посилюються неметалічні властивості.

Зростають: • заряд ядра атома;

- кількість електронів за зовнішньому енергетичному рівні;

- відносна атомна маса елемента;

- валентність за Оксигеном.

Зменшуються:

- валентність за Гідрогеном (неметалічних елементів починаючи з IV групи);

- радіус атома.

# Хімічні елементи в організмі людини

## Хімічний склад людини (в масових відсотках)



### ГІДРОГЕН

відсоток символ  
**10** Н  
порядковий номер  
1

### КАРБОН

відсоток символ  
**18** С  
порядковий номер  
6

### НІТРОГЕН

відсоток символ  
**3** N  
порядковий номер  
7

### ОКСИГЕН

відсоток символ  
**65** O  
порядковий номер  
8

### ФЛУОР

відсоток символ  
**<.01** F  
порядковий номер  
9

### НАТРІЙ

відсоток символ  
**0.1** Na  
порядковий номер  
11

### МАГНІЙ

відсоток символ  
**.05** Mg  
порядковий номер  
12

### ФОСФОР

відсоток символ  
**1.2** P  
порядковий номер  
6

### СУЛЬФУР

відсоток символ  
**0.2** S  
порядковий номер  
16

### ХЛОР

відсоток символ  
**0.2** Cl  
порядковий номер  
17

### КАЛІЙ

відсоток символ  
**0.2** K  
порядковий номер  
19

### КАЛЬЦІЙ

відсоток символ  
**1.5** Ca  
порядковий номер  
20

### ФЕРУМ

відсоток символ  
**<.05** Fe  
порядковий номер  
26

### КОБАЛЬТ

відсоток символ  
**<.05** Co  
порядковий номер  
27

### КУПРУМ

відсоток символ  
**<.05** Cu  
порядковий номер  
29

### ЦИНК

відсоток символ  
**<.05** Zn  
порядковий номер  
30

### СЕЛЕН

відсоток символ  
**<.01** Se  
порядковий номер  
34

### ЙОД

відсоток символ  
**<.05** I  
порядковий номер  
53

*Дякую за увагу!*



## *Химия - страна чудес*

«Широко распространяет  
химия руки свои в дела  
человеческие»

М.В.Ломоносов



«Химия-это область чудес, в ней  
скрыто счастье человечества»

М.Горький