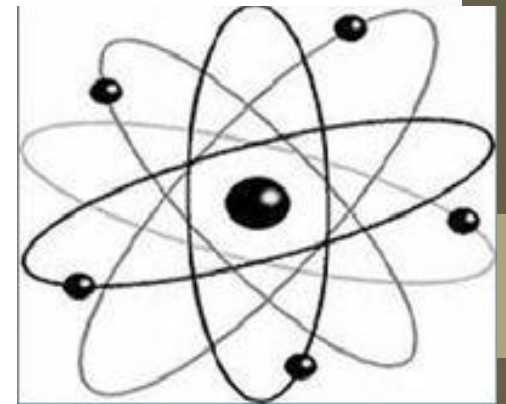




# 2.4. Строение атома. Развитие Периодического закона Д.И. Менделеева.



# Развитие учения о строении атома

## Демокрит (460 - 379 г до н.э.)



- Создал атомистическую теорию строения вещества
- Создал материалистическую теорию восприятия человеком вселенной
- Создал гипотезу о происхождении культуры, ремесел, искусств и языка

# I. Строение атома

## 3 этапа развития учения о строении атома

- 1 – Натурфилософские представления** об атомном строении материи. (5 в. до н.э.) Демокрит – понятие «атом». Эпикур, Аристотель
- 2 – Химическая гипотеза об атоме**, как наименьшей частице химического элемента. Атомы отличаются массой. Парацельс, Бойль, Берцелиус (16-17 в.)
- 3 – Физические модели.** Описывают сложное строение атома (на рубеже 19-20 в. по настоящее время) на основании:

Исследование электролиза(1832) Майкл Фарадей

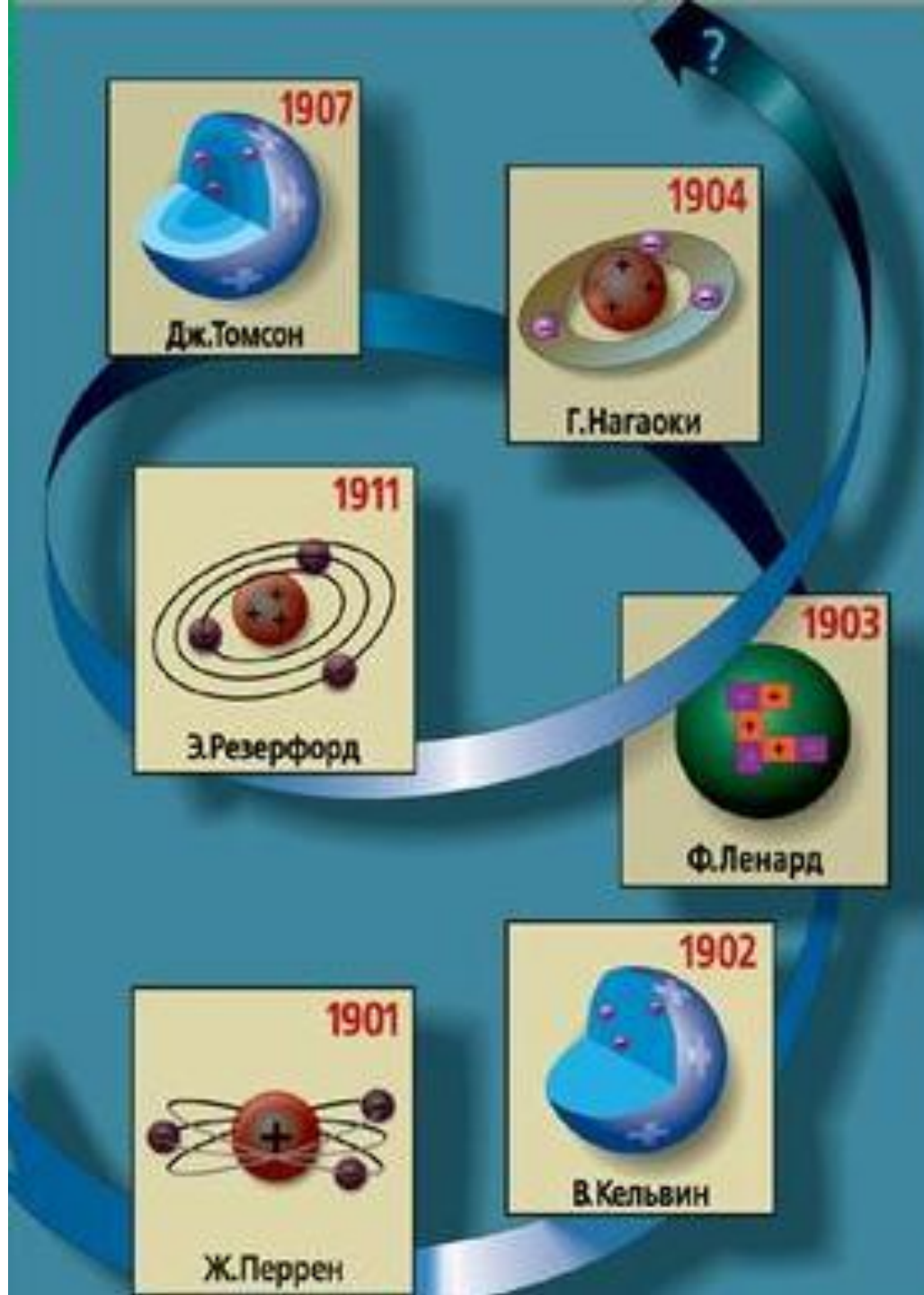
Открытие каналовых (1886) и катодных лучей (1896) Уильям Крукс

Открытие и измерение свойств электрона (1897) Джозеф Джон Томсон

Открытие естественной радиоактивности (1896) Анри Беккерель

**Атомы содержат разноименно заряженные частицы**

# Модели строения атома



## Планетарная модель атома

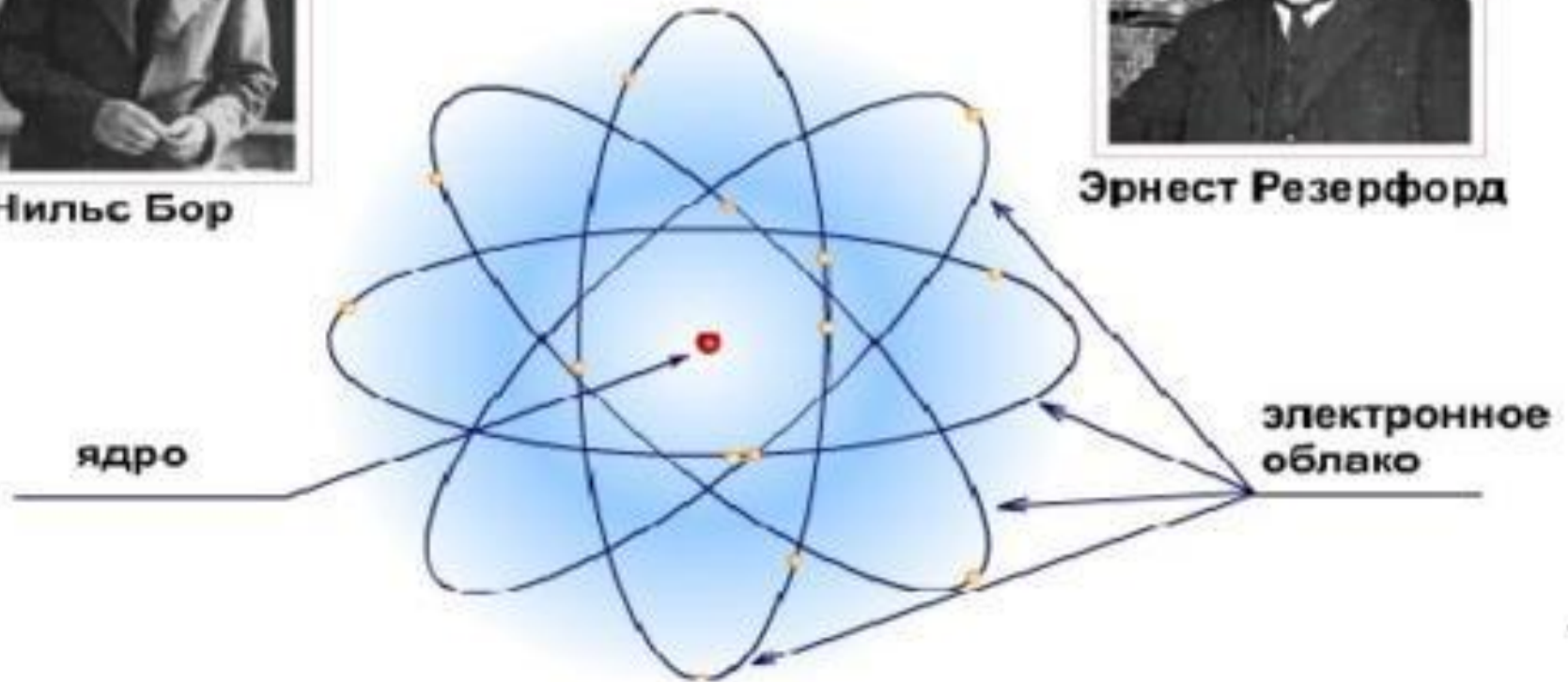


Нильс Бор

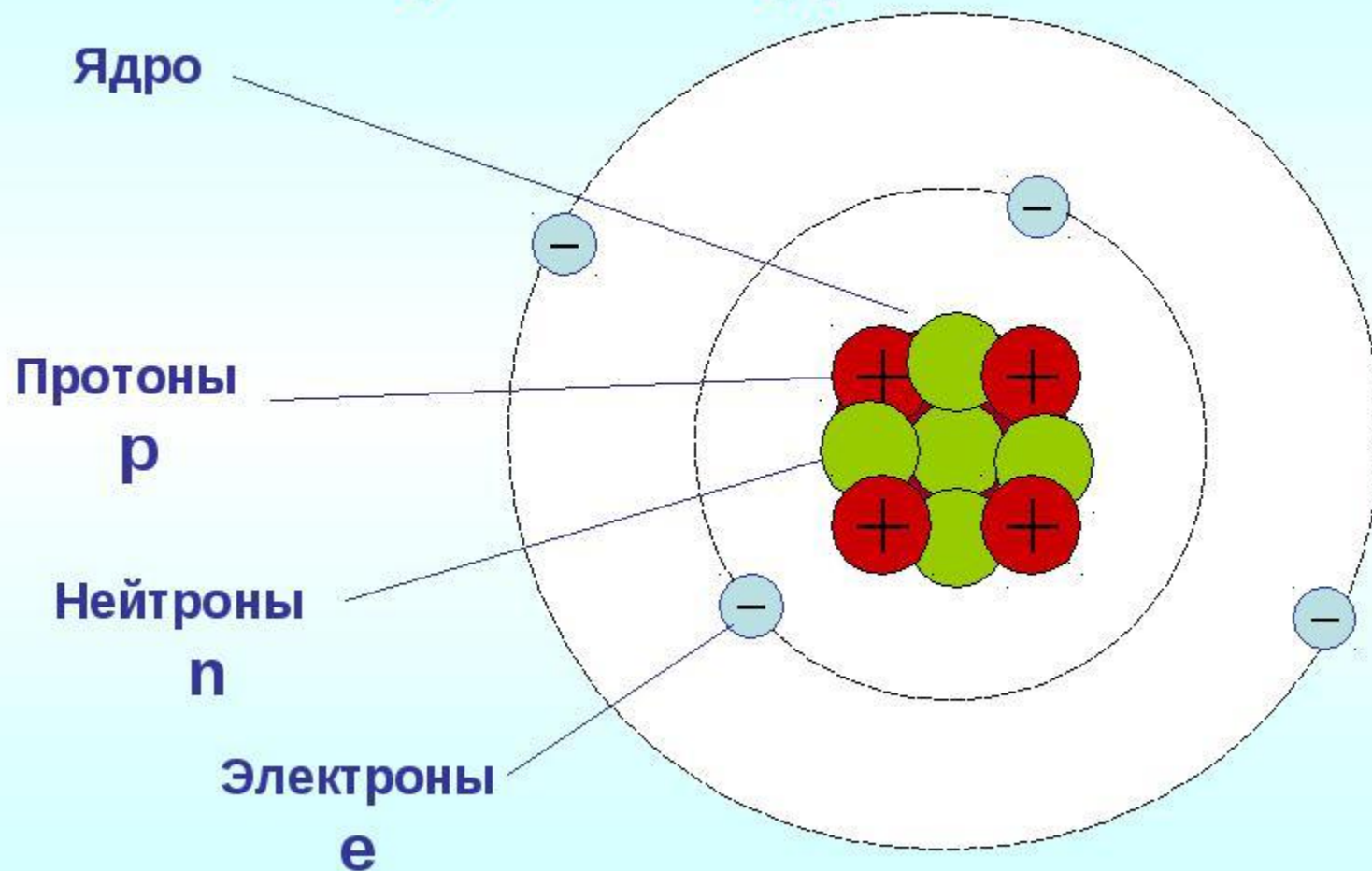
Великие физики Нильс Бор и Эрнест Резерфорд предложили так называемую «планетарную» модель строения атома.



Эрнест Резерфорд



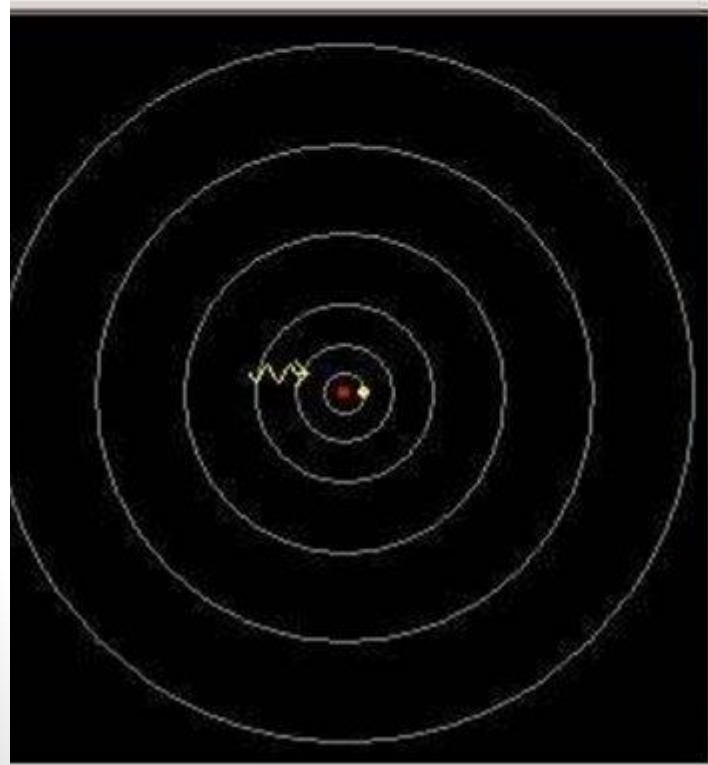
# Планетарная модель атома





1885-1963

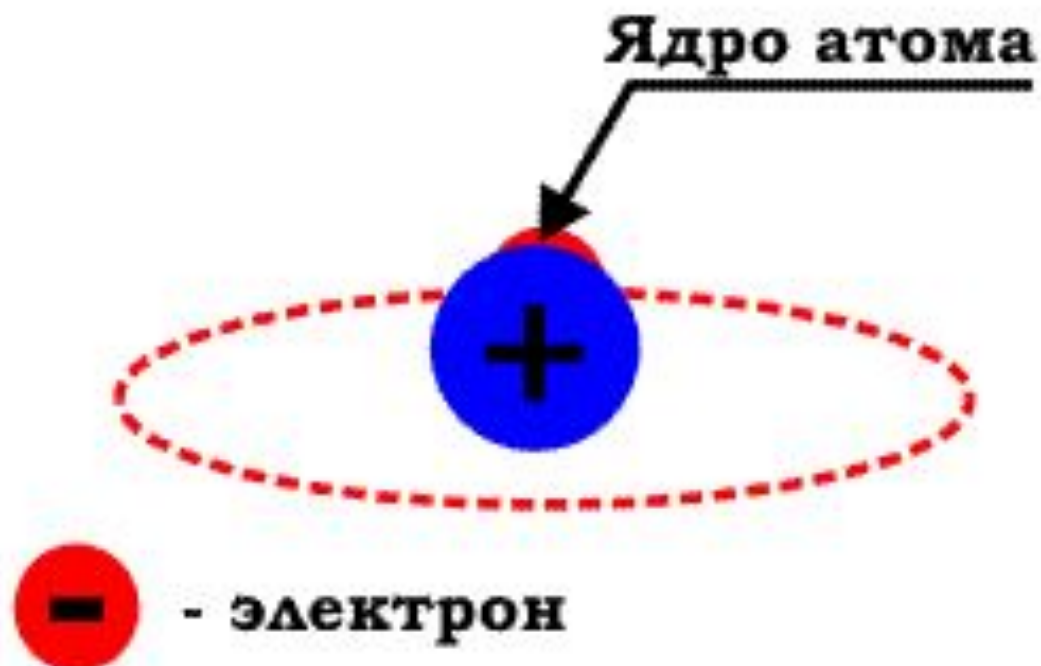
*В 1913 г. Н.Бор предложил модель атома, учитывающую дискретность спектров излучения водорода.*



	$E_4 = -0.38 \text{ eV}$
	$E_3 = -0.54 \text{ eV}$
	$E_2 = -0.85 \text{ eV}$
	$E_3 = -1.51 \text{ eV}$
	$E_2 = -3.40 \text{ eV}$
	$E_1 = -13.6 \text{ eV}$

- 1. Из бесконечного числа орбит, возможных с точки зрения классической механики, допустимы лишь определенные дискретные орбиты, по которым электрон движется, не испуская и не поглощая энергию.
- 2. При переходе с одной такой орбиты на другую электрон приобретает или теряет энергию только целочисленными квантами:  $E_2 - E_1 = h\nu$

**Модель атома водорода  
Бора - Резерфорда.  
(1913 г.)**



**Анимация Озолина Э.Э.**



Демокрит 460 до н.э  
Дальтон 1803 г



Томсон 1897



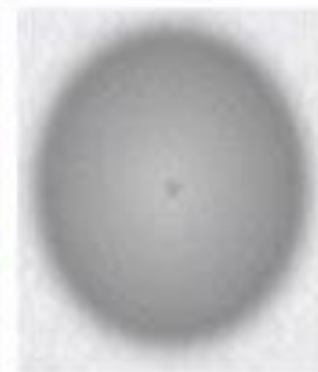
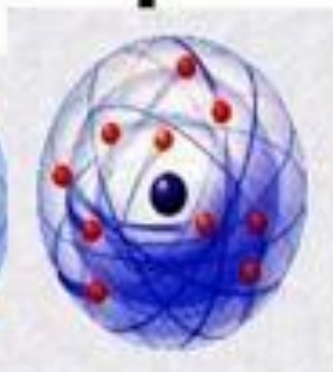
Резерфорд 1912



Бор 1913

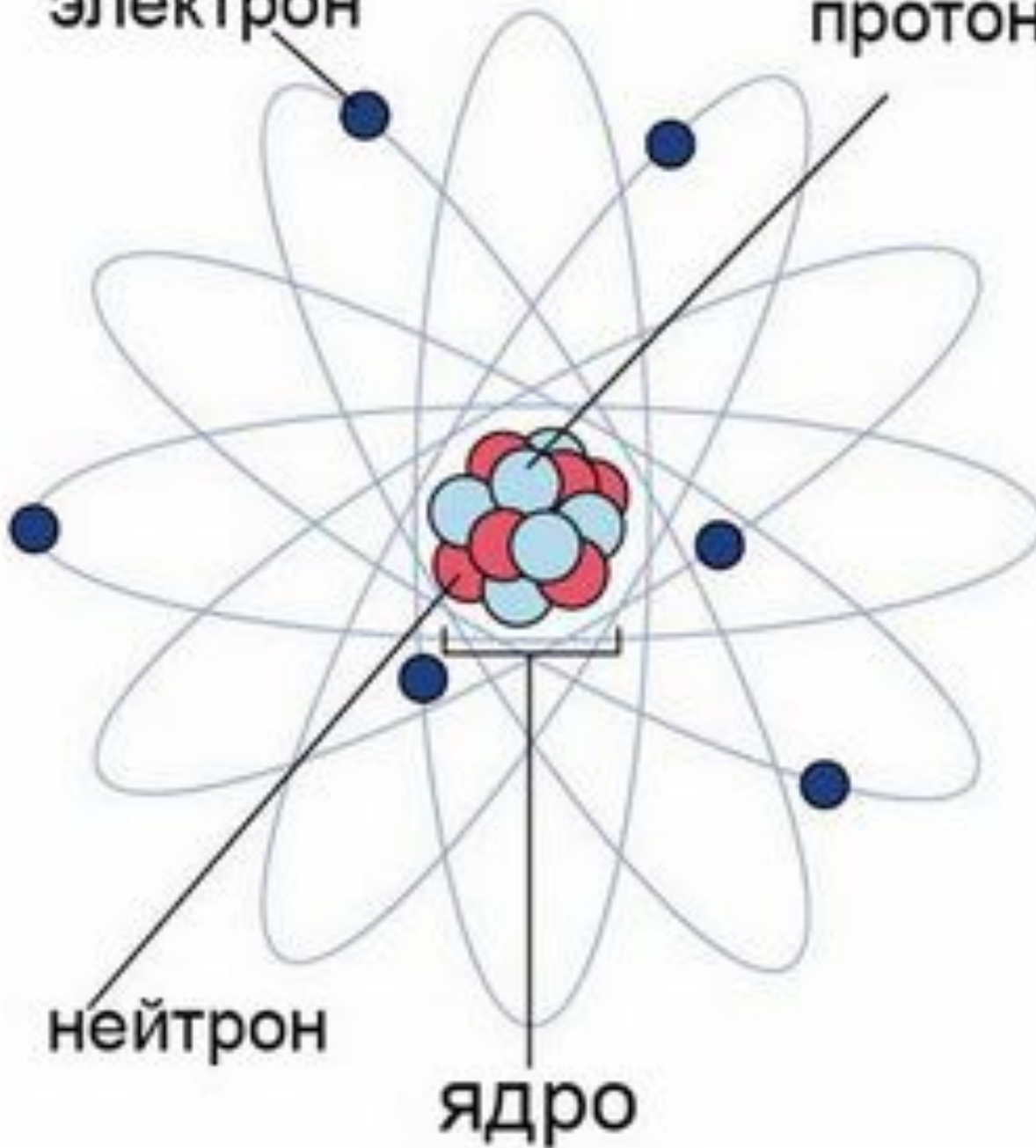


Современная  
квантовая  
модель, с 1930 г



электрон

протон



стилизованное



легко узнаваемый вид

атома

реалистичное



размещен в пространстве  
но в этом масштабе

# ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ

Атом состоит из субатомных (элементарных) частиц - протонов, нейтронов, электронов

ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ЧАСТИЦА	ОТНОСИТЕЛЬНАЯ МАССА	ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ЗАРЯД	ДЕЙСТВИТЕЛЬНАЯ МАССА (кг)	ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫЙ ЗАРЯД (кл)
Протон p	1	+1	$1,672 \times 10^{-27}$	$+ 1,6 \times 10^{-19}$
Нейтрон n	1	0	$1,672 \times 10^{-27}$	0
Электрон e	0	-1	$9,11 \times 10^{-31}$	$- 1,6 \times 10^{-19}$

Атомное ядро состоит из нуклонов: протонов и нейтронов

Нуклоны – ядерные частицы. Общее число нуклонов равно массовому числу A

$$A = Z + N$$

Z - число протонов = порядковому номеру элемента

N – число нейтронов

$$\text{Число } e = \text{числу протонов} = Z$$

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

Периоды	Ряды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																Значения атомной массы			
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII					
		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б				
1	1															He	2				
2	2	Li	Be	B		C		N		O		F		Ne		10					
3	3	Na	Mg	Al		Si		P		S		Cl		Ar		18					
4	4	K	Ca	Sc		Ti		V		Cr		Mn		26	Fe	27	Co	28	Ni		
	5	29	Cu	30	Zn	Ga		Ge		As		Se		Br		Kr		36			
5	6	Rb	Sr	Y		Zr		Nb		Mo		Tc		44	Ru	45	Rh	46	Pd		
	7	47	Ag	Cd		In		Sn		Sb		Te		I		Xe		54			
6	8	Cs	Ba	57-71			Hf		Ta		W		Re		76	Os	77	Ir	78	Pt	
	9	79	Au	Hg		Tl		Pb		Bi		Po		At		Rn		86			
7	10	Fr	Ra	89-103			Rf		Db		Sg		Bh		108	Hn	109	Mt	110		
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		R <sub>2</sub> O		RO		R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		RO <sub>2</sub>		R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		RO <sub>3</sub>		R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>		RO <sub>4</sub>					
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ								RH <sub>4</sub>		RH <sub>3</sub>		H <sub>2</sub> R		HR							



Д.И. Менделеев  
1834-1907



- s-элементы
- p-элементы
- d-элементы
- f-элементы

## ЛАНТАНОИДЫ

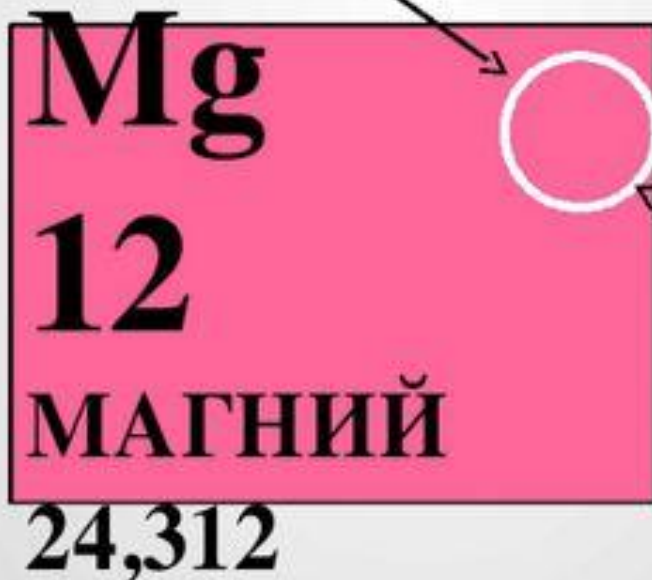
57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
ЛАНТАН	ЦЕРИЙ	ПРАЗМОДИЙ	НЕОДИМ	ПРОМЕТИЙ	САМАРИЙ	ЕВРОПИЙ	ГАДОЛИНИЙ	ТЕРБИЙ	ДИСПРОЗИЙ	ГОЛЬМИЙ	ЭРБИЙ	ТУЛЬМИЙ	ИТТЕРБИЙ	ЛУЦИЙ

## АКТИНОИДЫ

89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr
АКТИНИЙ	ТОРИЙ	ПРОТАКТИНИЙ	УРАН	НЕПТУНИЙ	ПУТОНИЙ	АМЕРИЦИЙ	КУРЧИЙ	БЕРКЛИЙ	КАЛЬФОРНИЙ	ЭЙЗЕНСТАЙН	ФЕРМИЙ	МЕНДЕЛЕВИЙ	НОБЕЛИЙ	ЛУРЕНЦИЙ

# Порядковый номер химического элемента

показывает число протонов в ядре атома  
(заряд ядра  $Z$ ) атома этого элемента.



**12 p+**

В этом заключается  
его **физический смысл**

**12 e-**

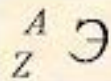
Число электронов в атоме  
равно числу протонов,  
так как атом  
**электронейтрален**

- Величина заряда ядра получила название *порядкового номера* элемента.
- Атомы одного элемента с разным количеством нейтронов имеют разную массу и называются *изотопами*.
- *Ядро атома* – это центральная его часть, которая имеет положительный заряд, равный порядковому номеру элемента, и массу, практически равную массе атома элемента. Масса ядра равна сумме масс протонов и нейтронов, входящих в его состав.

# Изотопы

**Изотопы** – разновидность атомов одного и того же химического элемента, отличающиеся друг от друга только своей массой, с одинаковым порядковым номером.

Обозначение изотопов: слева от символа элемента указывают массовое число  $A$  (вверху) и порядковый номер элемента  $Z$  (внизу)

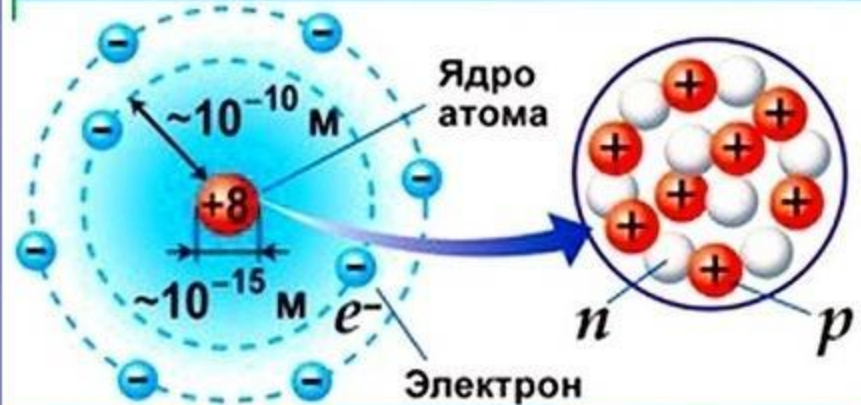


Например:

Природный хлор состоит:  ${}_{17}^{35}\text{Cl}$  и  ${}_{17}^{37}\text{Cl}$

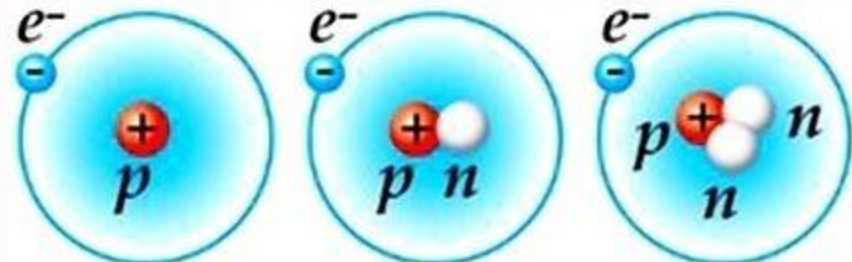
Природный водород состоит:  ${}_{1}^1\text{H}$ ,  ${}_{1}^2\text{H}$ ,  ${}_{1}^3\text{H}$

## СТРОЕНИЕ АТОМА. ИЗОТОПЫ



Массовое число $A$	${}_{8}^{16}\text{O}$	$A = Z + N$
Порядковый номер (число протонов) $Z$		

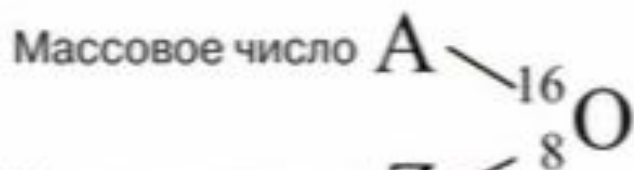
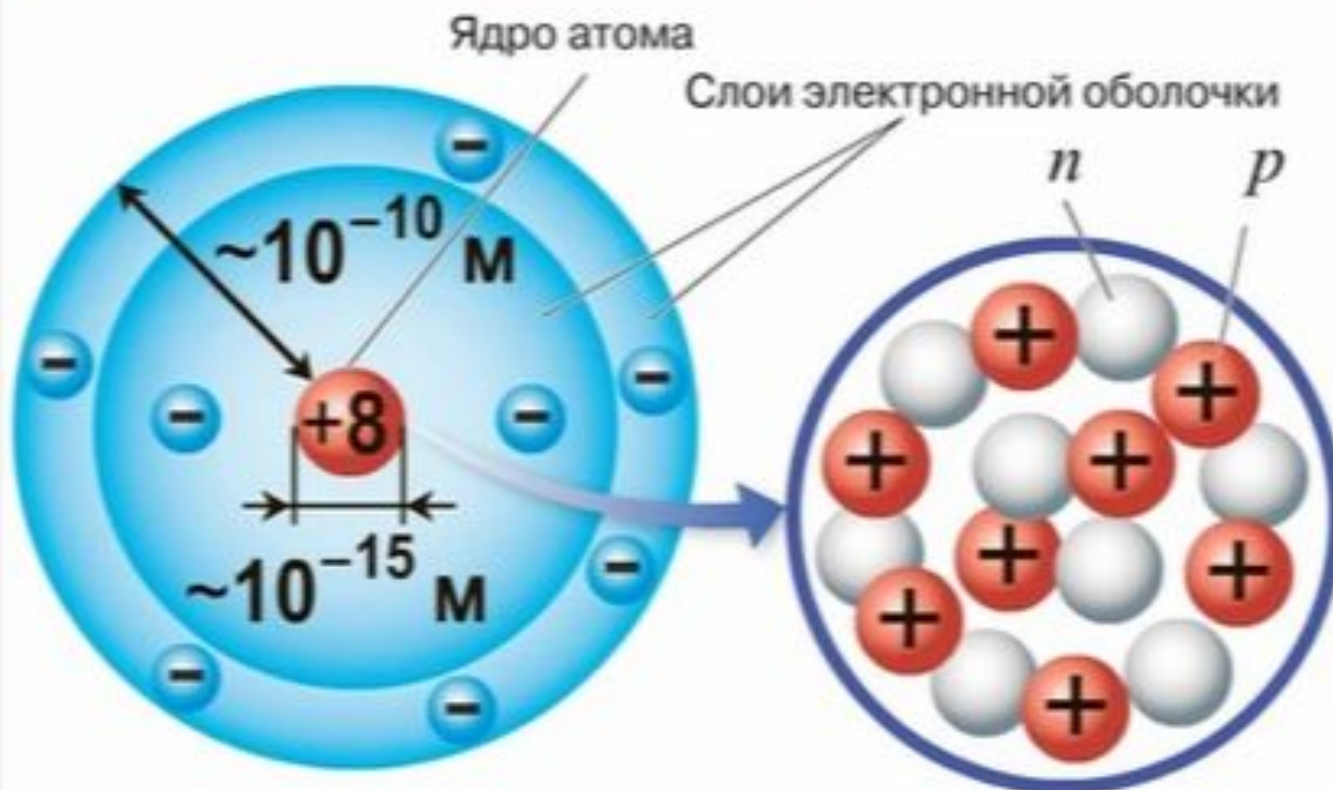
### ИЗОТОПЫ ВОДОРОДА



${}_{1}^1\text{H}$  Протий       ${}_{1}^2\text{H}(\text{D})$  Дейтерий       ${}_{1}^3\text{H}(\text{T})$  Тритий



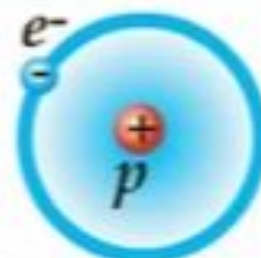
## АТОМ КИСЛОРОДА



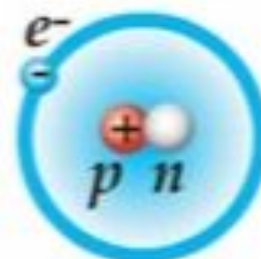
$$A = Z + N$$

$N$  — число нейтронов

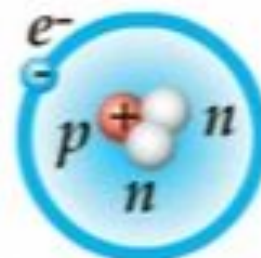
## ИЗОТОПЫ ВОДОРОДА



$^1_1\text{H}$  Протий



$^2_1\text{H}$  (D) Дейтерий



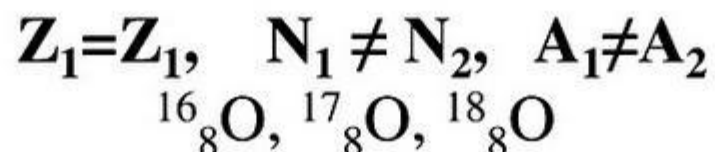
$^3_1\text{H}$  (T) Тритий



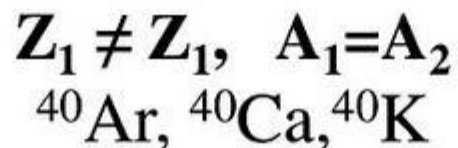
- состав изотопов хлора:  $^{35}\text{Cl}$  и  $^{37}\text{Cl}$
- $_{17}^{35}\text{Cl}(17\text{p}^{++}18\text{n}^0)$   $17\text{e}^-$   $A=35$
- $_{17}^{37}\text{Cl}(17\text{p}^{++}20\text{n}^0)$   $17\text{e}^-$   $A=37$
- Атомы изотопов одного элемента имеют **одинаковое число** протонов и электронов, но **разное число** нейтронов.
- **Химический элемент**- это совокупность атомов с одинаковым зарядом ядра.

## ВИДЫ НУКЛИДОВ

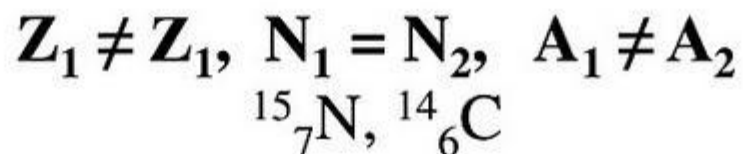
Изотопы – атомы одного и того же химического элемента, отличающиеся числом нейтронов, а, следовательно, и массой.



Изобары – нуклиды разных элементов с одинаковой атомной массой, но с различным числом протонов и нейтронов.



Изотоны – нуклиды разных элементов с одинаковым числом нейтронов, но с различным числом протонов и атомной массой.



# ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА

по его положению в периодической системе Д. И. Менделеева

Название

Химический символ,  
его произношение

Относительная  
атомная масса

Класс простого вещества

Формула высшего оксида,  
его характер

Формула высшего  
гидроксида, его характер

Формула летучего  
водородного соединения  
(для неметаллов)

Положение в периодической системе  
Д. И. Менделеева:

порядковый номер

группа

период

подгруппа

Состав атома

ядро

электронная  
оболочка

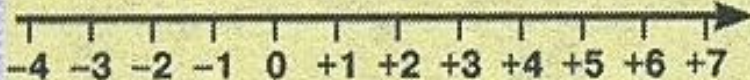
число  
протонов

число  
электронов

число  
нейтронов

строение  
электронной  
оболочки

Возможные степени окисления  
и примеры формул веществ, в которых  
элемент имеет эти степени окисления




Сравнение свойств  
элемента со свойствами  
соседних элементов:

а) в периоде:

заряд ядра

число энергетических  
уровней

число электронов  
на внешнем уровне

радиус атома

металлические  
свойства

неметаллические  
свойства

б) в главной подгруппе:

заряд ядра

число энергетических  
уровней

число электронов  
на внешнем уровне

радиус атома

металлические  
свойства

неметаллические  
свойства

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

Периоды	Ряды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																Значения атомной массы
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		
		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	
1	1															He	2	
2	2	Li	Be													Ne	10	
3	3	Na	Mg													Ar	18	
4	4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni						Kr	36
	5	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br										
5	6	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd						Xe	54
	7	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I										
6	8	Cs	Ba	57-71			Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt				Rn	86
	9	Au	Hg	Pb	Bi	Po	At											
7	10	Fr	Ra	89-103			Rf	Db	Sg	Bh	Hn	Mt						
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		R <sub>2</sub> O		RO		R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		RO <sub>2</sub>		R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		RO <sub>3</sub>		R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>		RO <sub>4</sub>		
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ						RH <sub>4</sub>		RH <sub>3</sub>		H <sub>2</sub> R		HR						



Д.И. Менделеев  
1834-1907



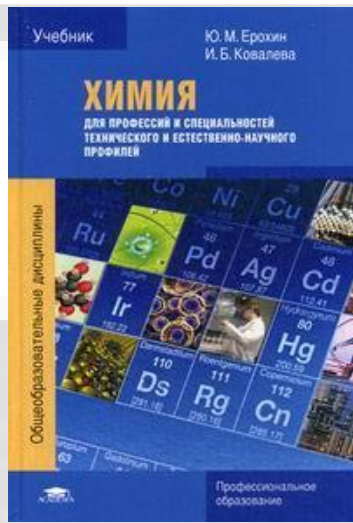
- s-элементы
- p-элементы
- d-элементы
- f-элементы

## ЛАНТАНОИДЫ

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
ЛАНТАН	ЦЕРИЙ	ПРАЗМОДИЙ	НЕОДИМ	ПРОМЕТИЙ	САМАРИЙ	ЕВРОПИЙ	ГАДОЛИНИЙ	ТЕРБИЙ	ДИСПРОЗИЙ	ГОЛЬМИЙ	ЭРБИЙ	ТУЛЬМИЙ	ИТТЕРБИЙ	ЛУЦИЙ

## АКТИНОИДЫ

89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr
АКТИНИЙ	ТОРИЙ	ПРОТАКТИНИЙ	УРАН	НЕПТУНИЙ	ПУТОНИЙ	АМЕРИЦИЙ	КУРЧИЙ	БЕРКЛИЙ	КАЛЬФОРНИЙ	ЭЙЗЕНСТАДТОВИЙ	ФЕРМИЙ	МЕНДЕЛЕВИЙ	НОБЕЛИЙ	ЛУРЕНЦИЙ



# ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

- Ерохин, Ю. М. Химия для профессий и специальностей технического и естественно-научного профилей: учебник для СПО / Ю. М. Ерохин, И. Б. Ковалева. - 5-е изд., стер. - Москва: Академия, 2018, 2019 - 496 с. - (Профессиональное образование. Гр. ФИРО).
- §2.4. «Строение атома. Развитие Периодического закона Д.И. Менделеева», стр.54-59,
- Конспект, записать 3 этапа развития теории о строении атома, таблица «Состав элементарных частиц», изотопы