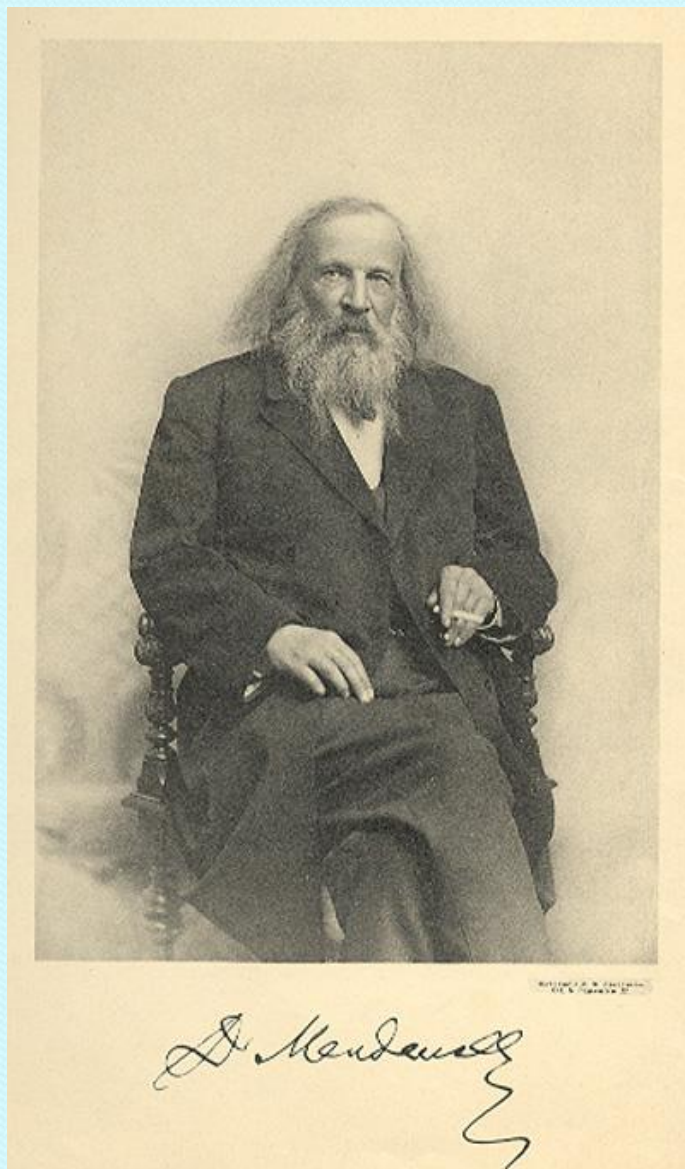


Периодический закон Д. И. Менделеева. Строение атома.



**Дмитрий
Иванович
Менделеев**

1834 - 1907

Алхимикам были известны 8 элементов – золото, серебро, железо, медь, олово, свинец, ртуть, сера.

В конце XVII века было открыто уже 15 элементов.

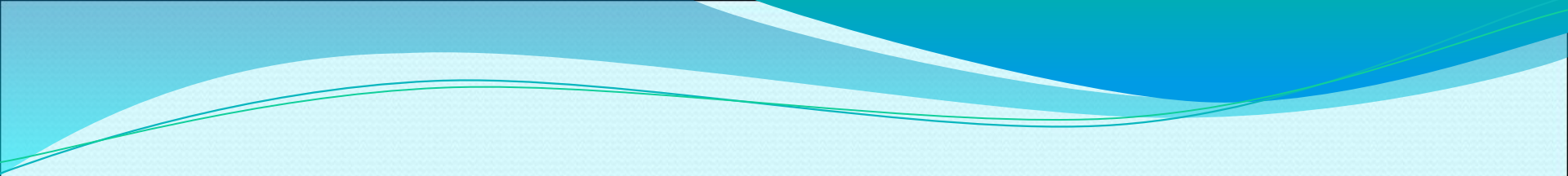
В конце XVIII века – около 30.

В 1869 году к моменту открытия Периодического закона – 63 элемента.

Существуют группы родственных по свойствам элементов, которые были названы *естественными группами*.

В одну группу были объединены литий, натрий, калий.

Другая группа – галогены.



Все элементы были распределены по горизонтальным рядам, называемым периодами, и восемью вертикальным колонкам, называемым группами.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПЕРИОДЫ	РЯДЫ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						
I	1	1 H Водород 1.00797										2 He Гелий 4.0026			
II	2	3 Li Литий 6.941	4 Be Бериллий 9.0122	5 B Бор 10.811	6 C Углерод 12.01115	7 N Азот 14.0067	8 O Кислород 15.9994	9 F Фтор 18.9984				10 Ne Неон 20.180			
III	3	11 Na Натрий 22.9898	12 Mg Магний 24.305	13 Al Алюминий 26.9815	14 Si Кремний 28.086	15 P Фосфор 30.9738	16 S Сера 32.064	17 Cl Хлор 35.453				18 Ar Аргон 39.948			
IV	4	19 K Калий 39.0983	20 Ca Кальций 40.08	21 Sc Скандий 44.956	22 Ti Титан 47.87	23 V Ванадий 50.942	24 Cr Хром 51.996	25 Mn Марганец 54.938	26 Fe Железо 55.847	27 Co Кобальт 58.9332	28 Ni Никель 58.69				
	5	29 Cu Медь 63.546	30 Zn Цинк 65.39	31 Ga Галлий 69.72	32 Ge Германий 72.59	33 As Мышьяк 74.9216	34 Se Селен 78.96	35 Br Бром 79.904				36 Kr Криптон 83.80			
V	6	37 Rb Рубидий 85.47	38 Sr Стронций 87.62	39 Y Иттрий 88.906	40 Zr Цирконий 91.22	41 Nb Никобий 92.906	42 Mo Молибден 95.94	43 Tc Технеций [98]	44 Ru Рутений 101.07	45 Rh Родий 102.905	46 Pd Палладий 106.4				
	7	47 Ag Серебро 107.868	48 Cd Кадмий 112.40	49 In Индий 114.82	50 Sn Олово 118.69	51 Sb Сурьма 121.75	52 Te Теллур 127.60	53 I Йод 126.9044				54 Xe Ксенон 131.30			
VI	8	55 Cs Цезий 132.905	56 Ba Барий 137.34	57 La* Лантан 138.91	58 Hf Гафний 178.49	59 Ta Тантал 180.948	60 W Вольфрам 183.85	61 Re Рений 186.2	62 Os Осмий 190.2	63 Ir Иридий 192.2	64 Pt Платина 195.09				
	9	79 Au Золото 196.967	80 Hg Ртуть 200.59	81 Tl Таллий 204.37	82 Pb Свинец 207.19	83 Bi Висмут 208.980	84 Po Полоний [209]	85 At Астат [210]				86 Rn Радон [222]			
VII	10	87 Fr Франций [223]	88 Ra Радий [226]	89 Ac** Актиний [227]	90 Rf Резерфордий [261]	91 Db Дубний [262]	92 Sg Сибборгий [266]	93 Bh Борий [264]	94 Hs Гассий [265]	95 Mt Мейтнерий [268]	96 Ds Дармштадтий [271]				
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		R₂O	RO	R₂O₃	RO₂	R₂O₅	RO₃	R₂O₇	RO₄						
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ					RH₄	RH₃	H₂R	HR							
ЛАНТАНОИДЫ*		58 Ce Церий 140.12	59 Pr Прозердий 140.907	60 Nd Неодим 144.24	61 Pm Прометий [145]	62 Sm Самарий 150.35	63 Eu Европий 151.96	64 Gd Гадолиний 157.25	65 Tb Тербий 158.924	66 Dy Диспрозий 162.50	67 Ho Гольмий 164.930	68 Er Эрбий 167.26	69 Tm Тулий 168.934	70 Yb Иттербий 173.04	71 Lu Лютеций 174.967
АКТИНОИДЫ**		90 Th Торий 232.038	91 Pa Протактиний 231.04	92 U Уран 238.03	93 Np Нептуний [237]	94 Pu Плутоний [244]	95 Am Америций [243]	96 Cm Кюрий [247]	97 Bk Берклий [247]	98 Cf Калифорний [251]	99 Es Эйнштейний [252]	100 Fm Фермий [257]	101 Md Менделеев [258]	102 No Нобелий [259]	103 Lr Лоуренций [262]

Таким образом, изменение свойств химических элементов происходит по мере возрастания атомной массы не непрерывно в одном и том же направлении, а имеет *периодический характер*.

Первоначальная формулировка Периодического закона:

Свойства простых тел, а также форма и свойства соединений находятся в периодической зависимости от величины атомных весов элементов.

Примечания:

- Этот закон позволяет предвидеть открытие еще многих новых элементов
- Некоторые атомные веса, вероятно, должны быть исправлены

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПЕРИОДЫ	РЯДЫ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						
I	1	1 Водород H 1.00797										2 Гелий He 4.0026			
II	2	3 Литий Li 6.941	4 Бериллий Be 9.0122	5 Бор B 10.811	6 Углерод C 12.01115	7 Азот N 14.0067	8 Кислород O 15.9994	9 Фтор F 18.9984				10 Неон Ne 20.180			
III	3	11 Натрий Na 22.9898	12 Магний Mg 24.305	13 Алюминий Al 26.9815	14 Кремний Si 28.086	15 Фосфор P 30.9738	16 Сера S 32.064	17 Хлор Cl 35.453				18 Аргон Ar 39.948			
IV	4	19 Калий K 39.0983	20 Кальций Ca 40.08	21 Скандий Sc 44.956	22 Титан Ti 47.87	23 Ванадий V 50.942	24 Хром Cr 51.996	25 Марганец Mn 54.938	26 Железо Fe 55.847	27 Кобальт Co 58.9332	28 Никель Ni 58.69				
	5	29 Медь Cu 63.546	30 Цинк Zn 65.39	31 Галлий Ga 69.72	32 Германий Ge 72.59	33 Мышьяк As 74.9216	34 Селен Se 78.96	35 Бром Br 79.904				36 Криптон Kr 83.80			
V	6	37 Рубидий Rb 85.47	38 Стронций Sr 87.62	39 Иттрий Y 88.906	40 Цирконий Zr 91.22	41 Ниобий Nb 92.906	42 Молибден Mo 95.94	43 Технеций Tc [98]	44 Рутений Ru 101.07	45 Родий Rh 102.905	46 Палладий Pd 106.4				
	7	47 Серебро Ag 107.868	48 Кадмий Cd 112.40	49 Индий In 114.82	50 Олово Sn 118.69	51 Сурьма Sb 121.75	52 Теллур Te 127.60	53 Иод I 126.9044				54 Ксенон Xe 131.30			
VI	8	55 Цезий Cs 132.905	56 Барий Ba 137.34	57 Лантан La* 138.91	72 Гафний Hf 178.49	73 Тантал Ta 180.948	74 Вольфрам W 183.85	75 Рений Re 186.2	76 Осмий Os 190.2	77 Иридий Ir 192.2	78 Платина Pt 195.09				
	9	79 Золото Au 196.967	80 Ртуть Hg 200.59	81 Таллий Tl 204.37	82 Свинец Pb 207.19	83 Висмут Bi 208.980	84 Полоний Po [209]	85 Астат At [210]				86 Радон Rn [222]			
VII	10	87 Франций Fr [223]	88 Радий Ra [226]	89 Актиний Ac** [227]	104 Резерфордий Rf [261]	105 Дубний Db [262]	106 Сиборгий Sg [266]	107 Борий Bh [264]	108 Гассий Hs [265]	109 Мейтнерий Mt [268]	110 Дармштадтий Ds [271]				
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₅	RO ₃	R ₂ O ₇	RO ₄						
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ					RH ₄	RH ₃	H ₂ R	HR							
ЛАНТАНОИДЫ*		58 Церий Ce 140.12	59 Празеодим Pr 140.907	60 Неодим Nd 144.24	61 Прометий Pm [145]	62 Самарий Sm 150.35	63 Европий Eu 151.96	64 Гадолиний Gd 157.25	65 Тербий Tb 158.924	66 Диспрозий Dy 162.50	67 Гольмий Ho 164.930	68 Эрбий Er 167.26	69 Тулий Tm 168.934	70 Иттербий Yb 173.04	71 Лютеций Lu 174.967
АКТИНОИДЫ**		90 Торий Th 232.038	91 Протактиний Pa 231.04	92 Уран U 238.03	93 Нептуний Np [237]	94 Плутоний Pu [244]	95 Америций Am [243]	96 Кюрий Cm [247]	97 Берклий Bk [247]	98 Калифорний Cf [251]	99 Эйнштейний Es [252]	100 Фермий Fm [257]	101 Менделеев Md [258]	102 Нобелий No [259]	103 Лоуренсий Lr [262]

Периоды – это горизонтальные ряды, в которых элементы расположены в порядке возрастания их атомных номеров и последовательного изменения свойств.

Периодическая система состоит из 7 периодов:

1, 2, 3 – малые или типические;

4, 5, 6 – большие;

7 – незаконченный

Каждый период всегда начинается щелочным металлом, заканчивается инертным газом.

Группы - вертикальные ряды, в которых элементы обладают сходными химическими свойствами.

Периодическая система состоит из 8 групп. Каждая группа делится на главную и побочную.

Номер группы – максимальная валентность элемента

Главные подгруппы – типические элементы 1 – 3 периодов и сходные с ними по свойствам элементы 4 – 7 периодов (s- и p- элементы).

Побочные подгруппы включают только металлы (d- элементы).

IV группа

C

Si

Ti

Ge

Zr

Sn

Hf

Pb

Ku

Главная
подгруппа

Побочная
подгруппа

До 19 века считалось, что атом неделим.

1895 год – Крукс – катодные лучи
(поток отрицательно заряженных частиц)

1897 год – Томсон – открытие электрона

1909 год – Милликен – заряд и масса электрона

Заряд e^- $1,60 \cdot 10^{-19}$ Кл

Масса e^- $9,11 \cdot 10^{-31}$ кг
(1/1840 массы атома H)

Модели атома

1888 год – Б.Н. Чичерин – планетарная
модель

1903 год – Томсон – статическая модель
(пудинг с изюмом)

1911 год – Резерфорд – ядерная модель

1912 – 1914 г. - Г. Мозли

Заряд ядра атома = порядковому номеру
элемента

1920 г. – Д. Чедвик

**Число электронов = число протонов =
= порядковый номер элемента**

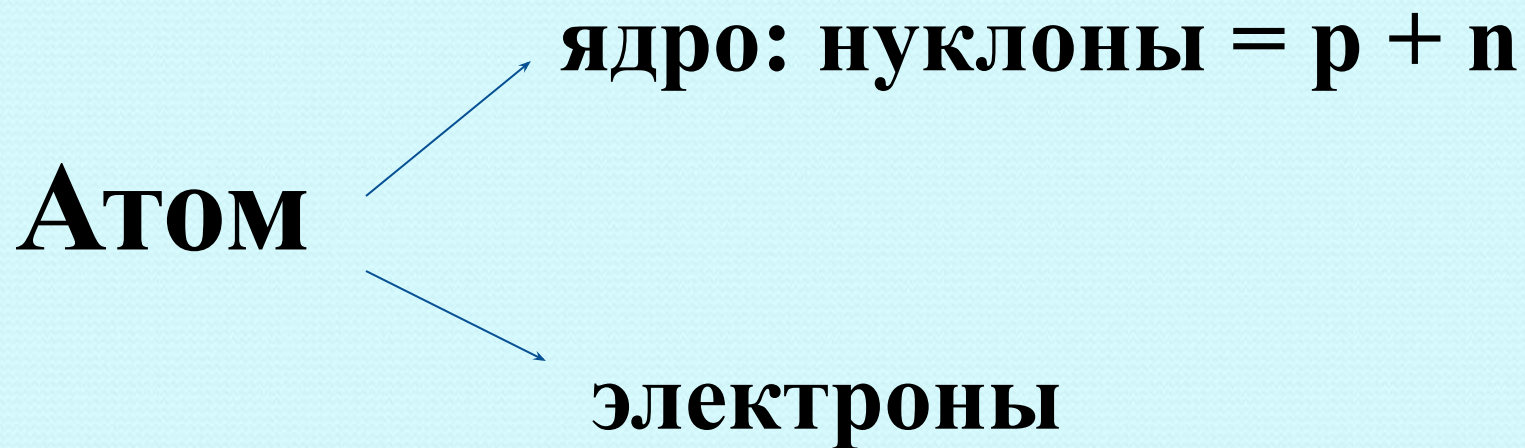
1933 г. – Д. Чедвик

Открытие нейтрона

Основные частицы, входящие в атом 1933 г.

Частицы	Относительная масса	Относительный заряд
Протон p	1,0073	+1
Нейтрон n	1,0087	0
Электрон e^{-}	0,00055 ≈ 0	- 1

Атомная масса : $A = p + n$



Постулаты Н. Бора

- 1. Электроны вращаются только по определенным стационарным орбитам.**
- 2. Находясь на стационарной орбите, электрон не излучает энергию.**
- 3. Возможны переходы электрона с одной орбиты на другую, но это связано с энергетическими изменениями.**

1925 г. В. Гейзенберг, П. Дирак, Э. Шредингер
Квантово-механическая модель атома

- 1. Электрон обладает свойствами и частицы, и волны (корпускулярно-волновым дуализмом)**
- 2. Электрон не имеет точных значений координат и импульса**

Оценка вероятности нахождения того или иного электрона в пространстве вокруг ядра производится математическим путем с помощью уравнения Шредингера (1926 г.)

Решение уравнения Шредингера – набор 3-х квантовых чисел, характеризующих движение электронов в атоме.

Строение электронных оболочек атомов

Электроны в атоме распределены по энергетическим уровням.

Энергетические уровни нумеруют от ядра:

⊕ 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7 или
K; L; M; N; O; H; Q

Максимальное число электронов на уровне

$$N_{\max} = 2n^2$$

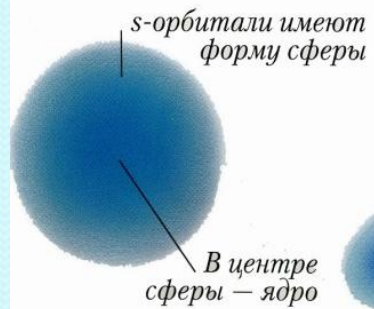
Номер уровня (периода)	$N_{\max} = 2n^2$
1	2
2	8
3	18
4	32

Орбитальное (побочное) квантовое число

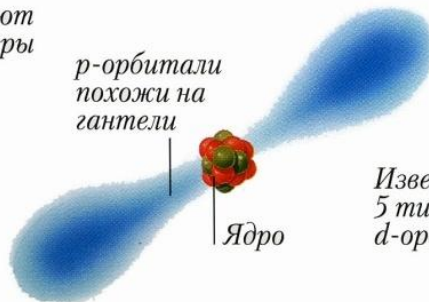
(число Зоммерфельда)

определяет распределение электронов по подуровням внутри энергетического уровня и определяет форму электронного облака.

АТОМНЫЕ ОРБИТАЛИ

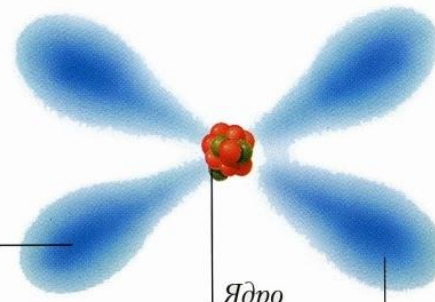


S-ОРБИТАЛЬ

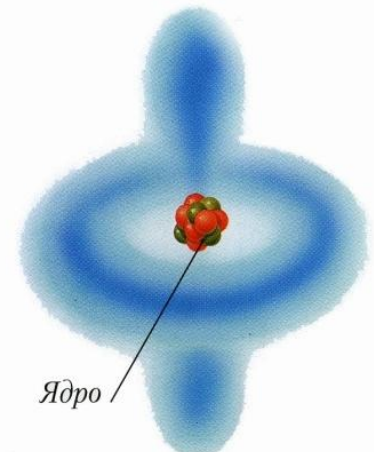


P-ОРБИТАЛЬ

Известно 5 типов d-орбиталей



D-ОРБИТАЛЬ



Один из типов d-орбиталей

D-ОРБИТАЛЬ

Последовательность заполнения атомных орбиталей в соответствии с их энергией

			1s
			2s
		2p	3s
		3p	4s
	3d	4p	5s
	4d	5p	6s
4f	5d	6p	7s
5f	6d	7p	

Орбитали	Число ориентаций орбитали	Макс . число электронов на орбитали
(s-орбиталь)	1	2
(p-орбиталь)	3	6
(d-орбиталь)	5	10
(f-орбиталь)	7	14

Электронная конфигурация

это запись распределения электронов в его атомах по уровням, подуровням и орбиталям.

Электронная конфигурация водорода

номер периода $\rightarrow 1$ s^1 $\leftarrow$ число e^- на орбитали
 $\uparrow$
тип орбитали

Электронные конфигурации элементов I и II периодов

Элемент	Электронная конфигурация	Распределение электронов	Число валентных e^-
H	$1s^1$	$1s \square$	1
He	$1s^2$	$1s \square$	0
Li	$1s^2 2s^1$	$2s \square$	1
Be	$1s^2 2s^2$	$2s \square$	0 (2)
B	$1s^2 2s^2 2p^1$	$2s \square \ 2p \square$	1(3)
C	$1s^2 2s^2 2p^2$	$2s \square \ 2p \square \ \square$	2 (4)
N	$1s^2 2s^2 2p^3$	$2s \square \ 2p \square \ \square \ \square$	3
O	$1s^2 2s^2 2p^4$	$2s \square \ 2p \square \ \square \ \square$	2
F	$1s^2 2s^2 2p^5$	$2s \square \ 2p \square \ \square \ \square$	1
Ne	$1s^2 2s^2 2p^6$	$2s \square \ 2p \square \ \square \ \square$	0

Периодичность

**объясняется повторением строения
внешнего энергетического уровня.**

Энергия ионизации, I , В -

**это энергия необходимая для отрыва
электрона от атома.**

**Минимальную энергию ионизации
имеют атомы щелочных и
щелочноземельных металлов
(I и II групп)**

Сродство к электрону, E , В -

**энергия, которая выделяется при
присоединении электрона к атому.**

**Максимальное сродство к электрону
имеют атомы галогенов (VII группа)**

Электроотрицательность, χ

характеризует способность атома притягивать электроны при образовании соединений.

(Л. Полинг, 1932 год)

Периодичность изменения свойств

Свойства	В группах	В периодах
Энергия ионизации	↓	←
Металлические свойства	↓	←
Способность терять e^- (восстановительные свойства)	↓	←
Сродство к электрону	↑	→
Неметаллические свойства	↑	→
Способность приобретать e^- (окислительные свойства)	↑	→
Электроотрицательность	↑	→
Радиус атома	↓	←

Современная формулировка Периодического Закона

**Свойства элементов, а также
свойства их соединений находятся в
периодической зависимости от
величины заряда их атомных ядер.**