

ХИМИЯ

Дополнительная
общеобразовательная
программа



Лекция 1.
Современная модель строения атома.
Периодическая система и Периодический
закон Д.И. Менделеева

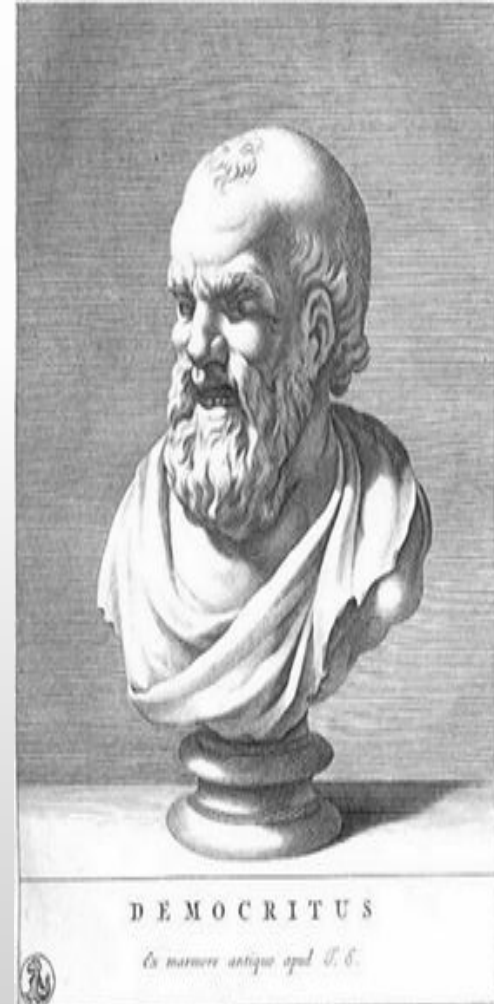
Тема 1. Строение вещества



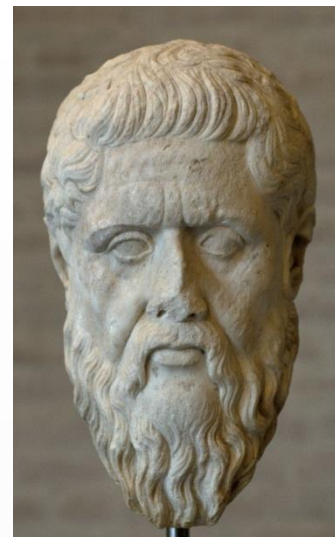
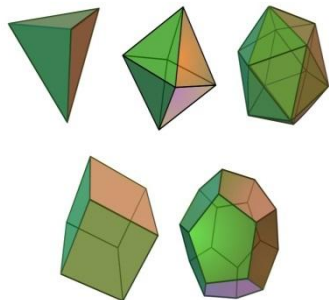
Учение о первоначалах мира последовательно разрабатывается *Демокритом*, который считал, что бесконечное бытие состоит из невидимых тел по причине их малости эти тела неделимы и поэтому называются **атомы**

Основные элементы его теории строения атома

- Все тела состоят из атомов, которые неделимы и имеют неизменную форму
- Число атомов бесконечно
- Атомы обладают разными выступами, углублениями, крючками, что позволяет им образовывать устойчивые соединения
- Атомы находятся в постоянном движении



Сторонником атомизма был *Платон*, который считал, что атомы имеют форму идеальных Платоновских тел (правильных многогранников).



ПЛАТОН

между 429 и 427 до н. э., — 347 до н. э

Одним из наиболее известных натурфилософов-атомистов Древнего Рима был *Тит Лукреций Кар* (ок.99 или 95—55 гг. до н.э.)



Его философская поэма «О природе вещей» является важным источником сведений об атомистических воззрениях Демокрита

Сущность строения атома
доказана
фундаментальными
открытиями, сделанными в
конце XIX и начале XX в

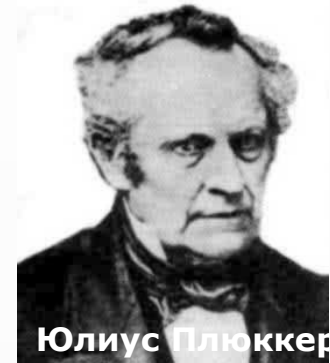
Какие же *экспериментальные*
факты свидетельствуют в пользу
сложного строения атома?



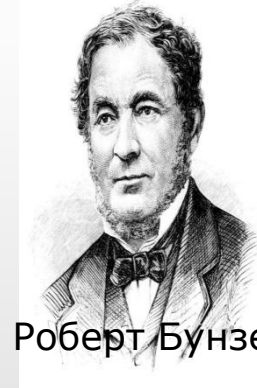


Первое открытие основывалось на изучении лучей, испускаемых отрицательно заряженным электродом – катодом, и потому получивших название **катодных лучей**

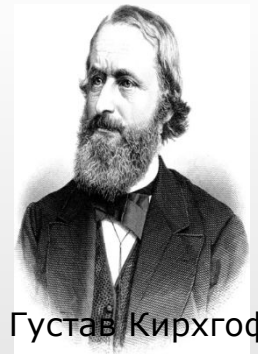
- В 1858 г. немецкий физик Юлиус П्लюккер (1801—1868) открывает *катодные* лучи. Он же замечает, что катодные лучи вызывают зеленоватое свечение стеклянных стенок трубки.
- В 1859 г. немецкие физики Роберт Бунзен (1811—1899) и Густав Кирхгоф (1824—1887), изучая особенности электрического разряда в газах при пониженном давлении, открывают спектральный анализ.
- В 1869 г. Иоганн Гитторф (1824—1914), помещает между катодом и анодом внутри трубки препятствие и обнаруживает тень от препятствия, создаваемую катодными лучами.



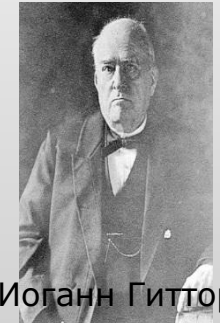
Юлиус Плюккер



Роберт Бунзен



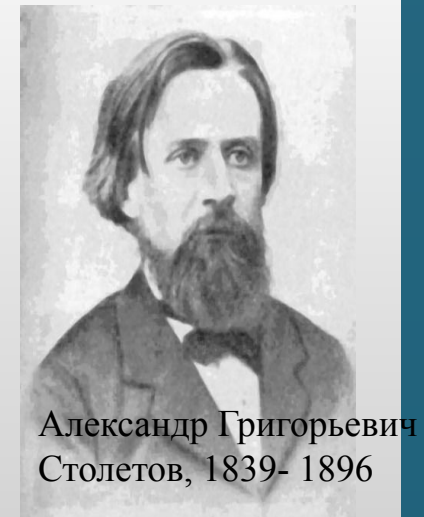
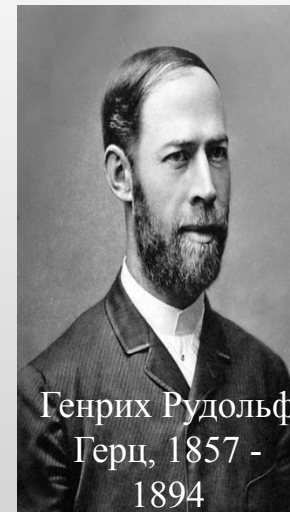
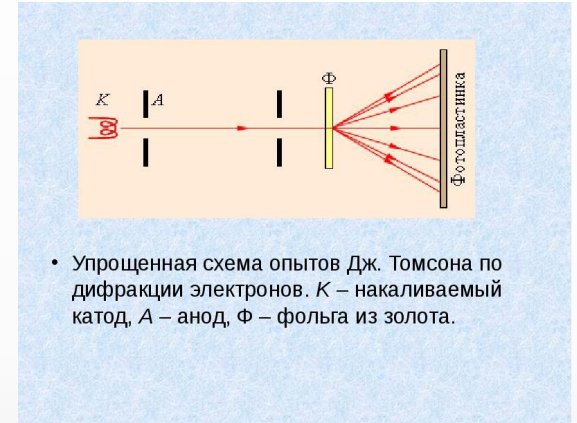
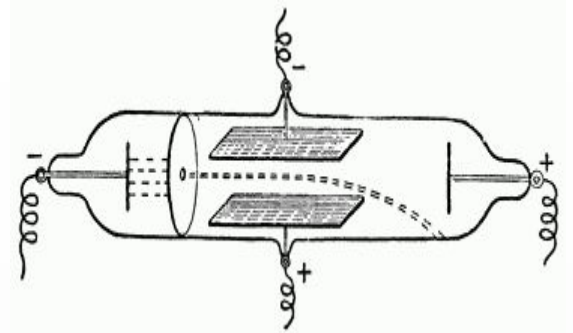
Густав Кирхгоф



Иоганн Гитторф



- В 1895 г. исследования Ж. Перрена (1870–1942) показали, что вызывающие свечение «катодные лучи» представляют собой отрицательно заряженные частицы, которые движутся прямолинейно, но могут отклоняться магнитным полем.
- Томсон Дж.Дж. доказал, что все частицы, образующие катодные лучи, тождественны друг другу и входят в состав вещества. Эти опыты привели к открытию **электрона**.
- в 1887 г. Г. Герц открыл фотоэффект
- Первые исследования фотоэффекта были выполнены русским ученым А. Г. Столетовым (1888 г.) и было доказано, что при фотоэффекте испускаются электроны





В 1895 г. Конрад Вильгельм Рентген открыл X-лучи, названные впоследствии **рентгеновскими лучами**

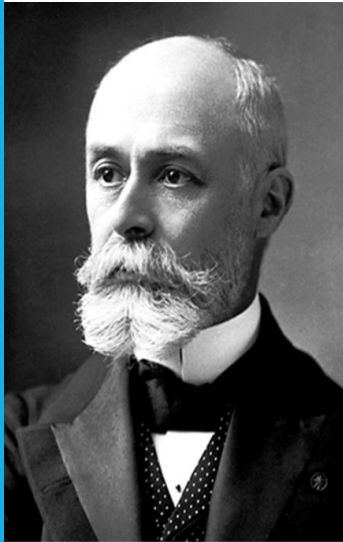
Проводя опыты с катодными лучами, 8 ноября 1895 года К. Рентген обнаружил слабое свечение экрана, несмотря на то, что вся аппаратура была плотно закрыта черной бумагой.



С помощью X-лучей Рентген сфотографировал скелет кисти своей руки и кусочки металла, помещенные в деревянный ящик. Рентген установил такие свойства X-лучей, как высокая проникающая способность, ионизирующее воздействие.



В 1896 г. Антуан Анри Беккерель показал, что соль урана самопроизвольно испускает невидимое глазу излучение, подобное рентгеновским лучам

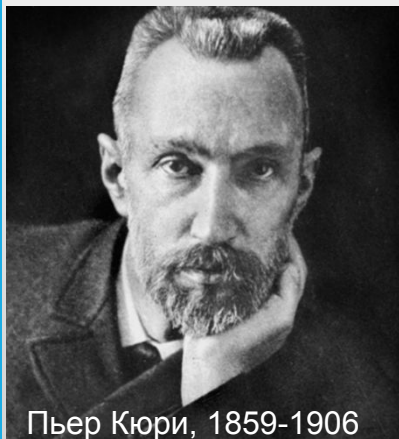
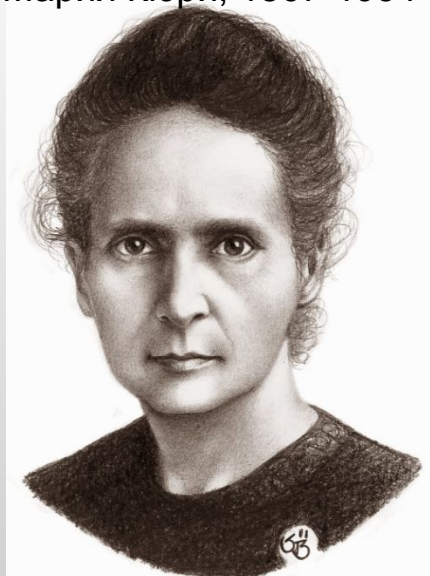


Антуан Анри Беккерель,
1852-1908

"Лучи Беккереля" впоследствии были подробно изучены супругами Кюри. Самопроизвольное испускание излучения каким-либо атомом было названо ими **радиоактивностью**.

М. Склодовская-Кюри предположила, что причиной радиоактивности является распад атомов. Ею были обнаружены два типа излучения, альфа(α)- и бета(β)-излучением.

Мария Кюри, 1867-1934

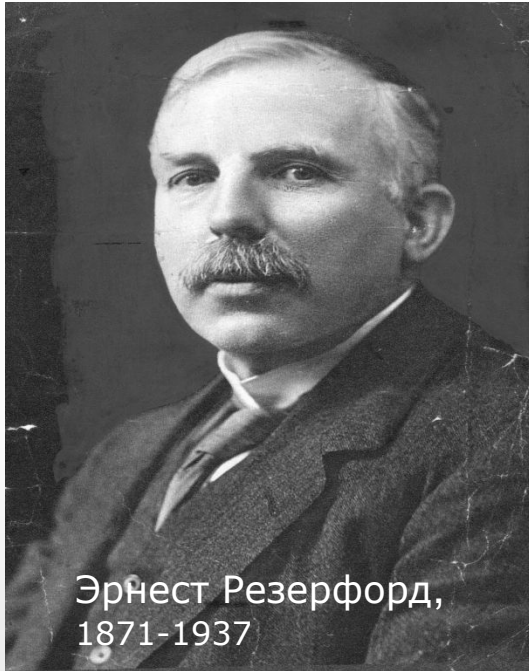


Пьер Кюри, 1859-1906

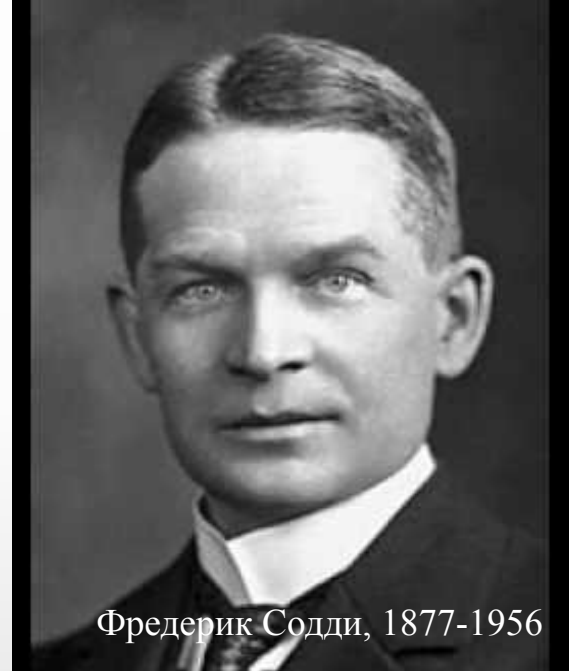
В 1900 г. Пьер Кюри открыл излучение третьего типа, получившее название гамма (γ)-излучения



В последующие несколько лет исследования радиоактивности продолжили Эрнест Резерфорд и Фредерик Содди, установившие природу альфа-лучей, представляющих собой поток двузарядных ионов гелия.



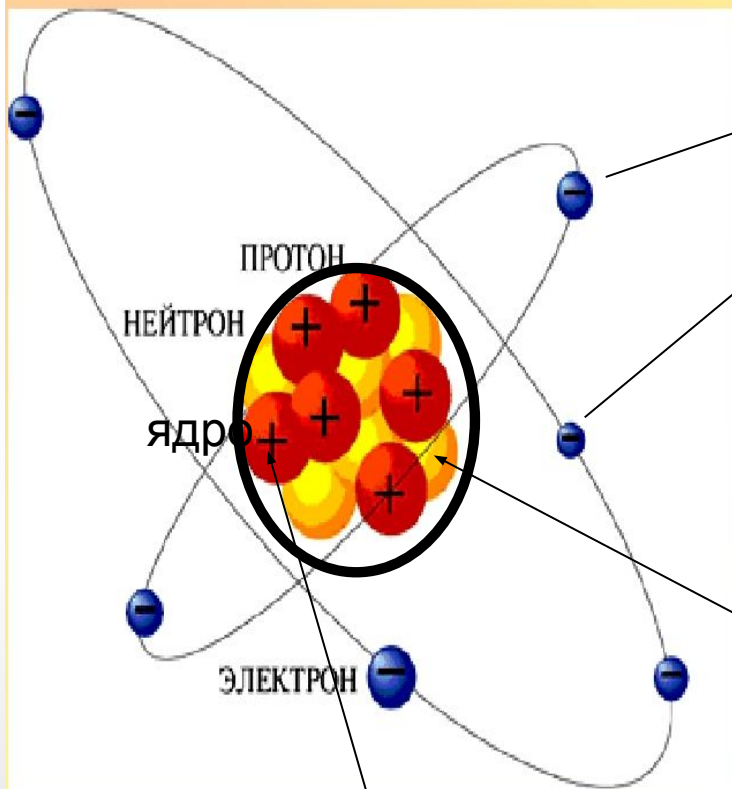
Эрнест Резерфорд,
1871-1937



Фредерик Содди, 1877-1956

Атомы обладают собственной структурой, имеют сложное строение.

Состав атома



Электроны:
заряд $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл
(-1) условно.
Масса – $9,1 \cdot 10^{-28}$ г.
Обозначают электроны - e

Протоны имеют заряд, равный заряду электронов ($1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл), но противоположный по знаку +1, (в условных ед.). Масса $1,672621777(74) \cdot 10^{-27}$ кг (а.е. м.) Обозначаются протоны знаком **p⁺**.

Нейтроны не несут заряда, имеют массу, равную массе протона, т. е. примерно 1 а.е.м. Обозначают нейтроны **n⁰**.

Изотóпы (от др.-греч. ἴσος — «равный», «одинаковый», и τόπος — «место») — разновидности атомов какого-либо химического элемента, которые имеют одинаковый заряд ядра, но разные массовые числа.

Все изотопы одного элемента отличаься **числом нейтронов**. Обычно изотоп обозначается символом химического элемента, к которому он относится, с добавлением верхнего левого индекса, означающего массовое число (например, ^{12}C , ^{222}Rn)

Химический элемент — это совокупность атомов с одинаковым зарядом ядра

Символ нуклида	Название	Зарядовое число	Нейтроны	Масса изотопа (а. е. м.)
^1_1H	Протий	1	0	1,0078250323
^2_1H (D)	Дейтерий	1	1	2,01410177812
^3_1H (T)	Тритий	1	2	3,0160492779
^4_1H	Квадрий	1	3	4,02643(11)
^5_1H	Пентий	1	4	5,03531(10)
^6_1H	Гексий	1	5	6,04496(27)
^7_1H	Септий	1	6	7,05275(108)

- В химии часто используют термин *нуклид*, обозначающий атом с определенным массовым числом A , равным сумме числа протонов Z и нейтронов N .
- Изотопы – это нуклиды одного химического элемента.
- В отличие от относительной атомной массы, массовое число
 - – величина целочисленная

Зная заряд ядра атома (порядковый номер элемента) и массовое число, можно установить число нейтронов в ядре данного изотопа, например, хлор-37

- › Порядковый номер хлора – 17, значит число протонов – 17
- › По условию, массовое число 37, значит число нейтронов равно разности массового числа и числа протонов:

$$\text{число нейтронов} = 37 - 17 = 20$$

- › Определите число нейтронов в ядре атома уран-238:
- › $238 - 92 = 146$



В Периодической таблице указаны средние атомные массы химического элемента с учетом его изотопного состава, например, атомная масса хлора примерно 35,5. Как возникла эта величина?

$$\text{› } W^{35}\text{Cl} = 75\% \quad W^{37}\text{Cl} = 25\%$$

$$\text{› } A_r = A_r^{35}\text{Cl} \cdot 0,75 + A_r^{37}\text{Cl} \cdot 0,25 =$$

$$35 \cdot 0,75 + 37 \cdot 0,25 = 26,25 + 9,25 = 35,5$$

$$\text{› } A_r = A_{r(1)} \cdot W(1) + A_{r(2)} \cdot W(2) + A_{r(3)} \cdot W(3) + \dots + A_{r(i)} \cdot W(i)$$

› **Задание:** определите массовую долю изотопов медь-63 и медь-65, относительную атомную массу принять равной 63,546

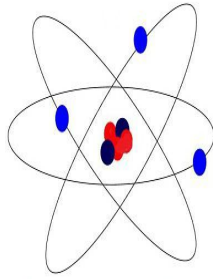
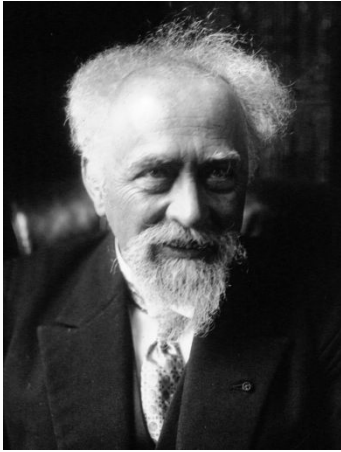
$$\text{› Ответ: } W^{63}\text{Cu} = 72,7\% \quad W^{65}\text{Cu} = 27,3\%$$

Модели атома

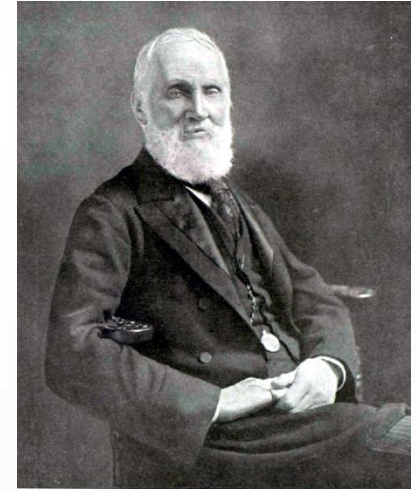
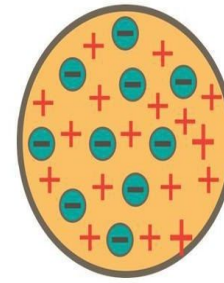




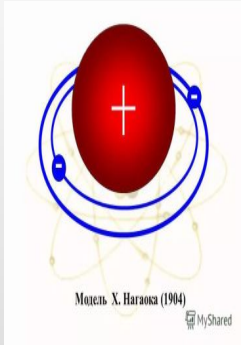
1901 г. Предложил планетарную модель строения атома



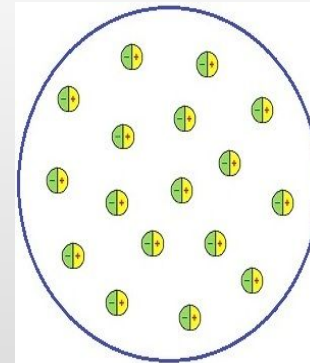
1902 году Ульям Томсон



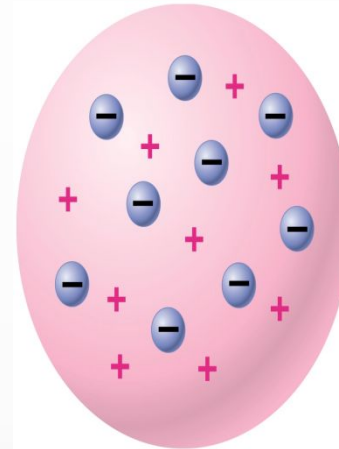
в 1904 г Ханатаро Нагаока



В 1903 г. Филипп фон Ленард



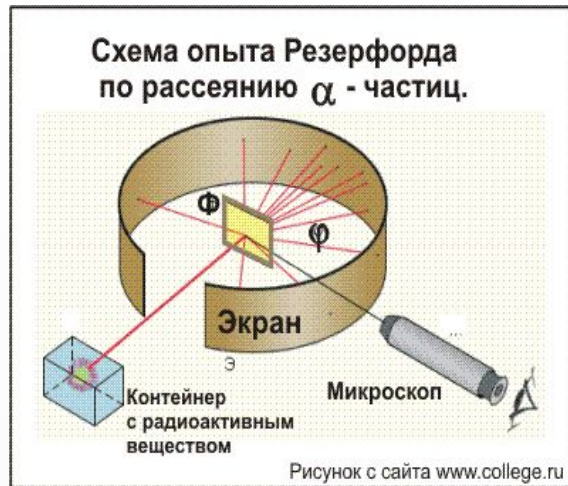
«Пудинг с изюмом»



В 1904 г. Томсон Д.Д. развил идею У. Томсона - модель атома представляла собой равномерно заряженную положительным электричеством сферу, внутри которой вращались отрицательно заряженные частицы, число и расположение которых зависело от природы атома.

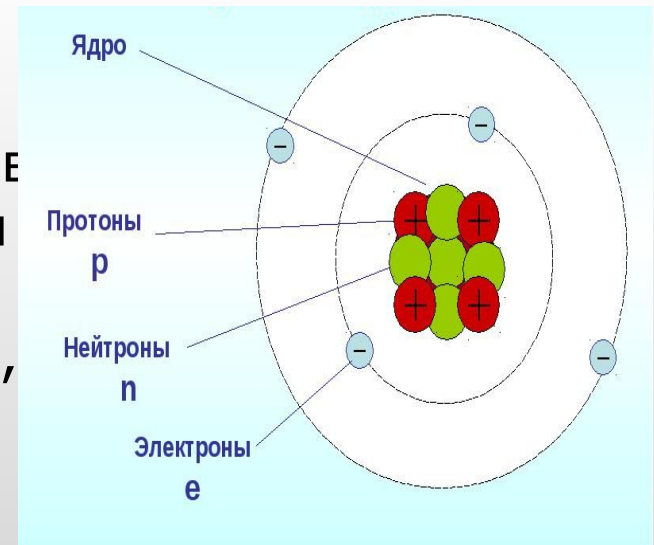


Модель Резерфорда



Э. Резерфорд исследовал особенности прохождения альфа-частиц через тонкие металлические пластинки. На основании чего построена модель атома

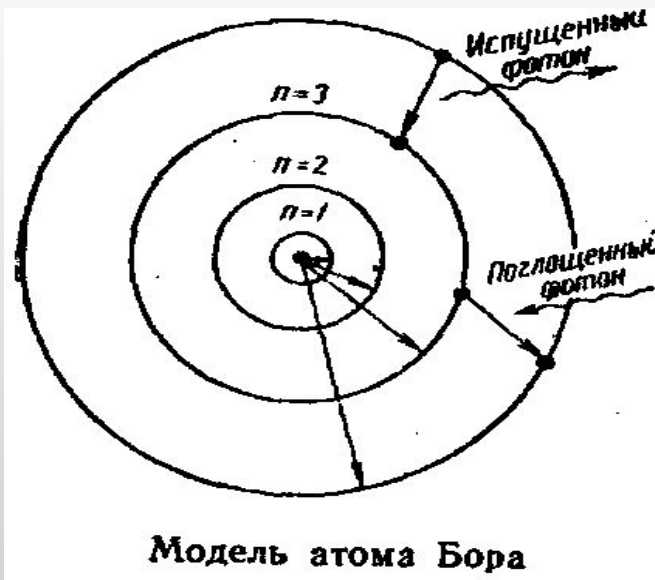
В центре атома расположено положительно заряженное ядро, в котором сосредоточена почти вся масса атома. Вокруг ядра двигаются электроны по орбитам, подобно тому, как планеты обращаются вокруг Солнца.





Постулаты Бора

- каждый электрон в атоме может совершать устойчивое движение без излучения энергии,
- каждый электрон в атоме может переходить из одного состояния в другое, выделяя или поглощая при этом определенную порцию энергии





- Бор предположил, что энергия электрона в атоме принимает не любые, а лишь строго фиксированные значения. Эти значения энергии Бор назвал дискретными или **квантовыми уровнями**.
- Каждому такому значению энергии Бор приписал определенное число, которое он назвал **квантовым числом**.
- Электрон может перескакивать с одного уровня на другой, испуская или поглощая при этом определенное, фиксированное количество энергии – квантов энергии.

- Электрон на своем энергетическом уровне считается находящимся в **основном состоянии**.
- Электроны переходя на более высокие энергетические уровни считаются находящимися в **возбужденных состояниях**.
- Переход электрона на более высокий энергетический уровень называется **возбуждением**.



В 1925–1926 гг. Началась эра волновой механики, составившей основу **квантово-механической теории атома**.

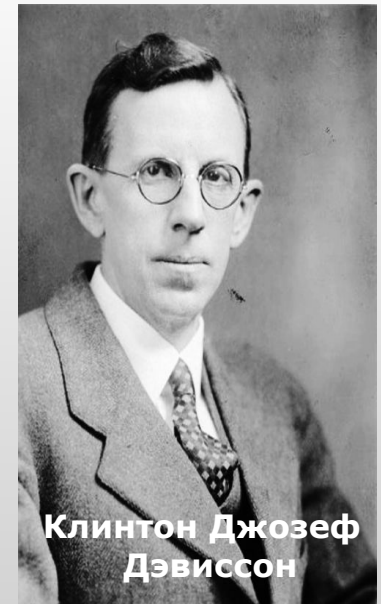
В 1925 году, когда Луи-Виктор-Пьер-Раймон де Бройль предположил, что все виды материи обладают как корпускулярными, так и волновыми свойствами, и любой движущийся объект может быть охарактеризован длиной волны и частотой, связанной с его движением

Де Бройль предложил рассматривать электрон, как стоячую волну, которая должна уместиться на круговой атомной орбите.

В 1927 году наличие **ВОЛНОВЫХ СВОЙСТВ** электрона экспериментально подтвердили опыты Клинтона Джозефа Дэвиссона (совместно с Л. Джермером), а также Джорджа Паджета Томсона. Они обнаружили, что пучок электронов испытывает дифракцию, проходя через кристалл или через металлическую фольгу.



Де Бройль,
1892–1987



Клинтон Джозеф
Дэвиссон



- В 1927 г. **Вернер Карл Гейзенберг** сформулировал принцип, ограничивающий эксперименты по изучению отдельных событий микромира.
- Согласно принципу неопределенности, положение и импульс электрона не поддаются одновременному определению с абсолютной точностью.
- Другими словами, чем точнее мы определяем положение микрообъекта, тем большую неопределенность мы получаем в значении его импульса или скорости. Напротив, чем точнее значение скорости движения микрообъекта, тем неопределеннее его положение в пространстве (координаты).
- Несмотря на невозможность точного определения положения электрона, можно указать вероятность нахождения электрона в определенном положении в любой момент времени.
- **Вероятность** – это основа характеристики состояния и движения электрона в **квантово-механической модели**.
- При этом из обсуждения принципиально исключаются такие понятия, как траектории движения электронов, подобные орбитам планет.



Итак, рождение квантово-механической модели обусловлено тремя особенностями микромира и происходящих в нем процессов:

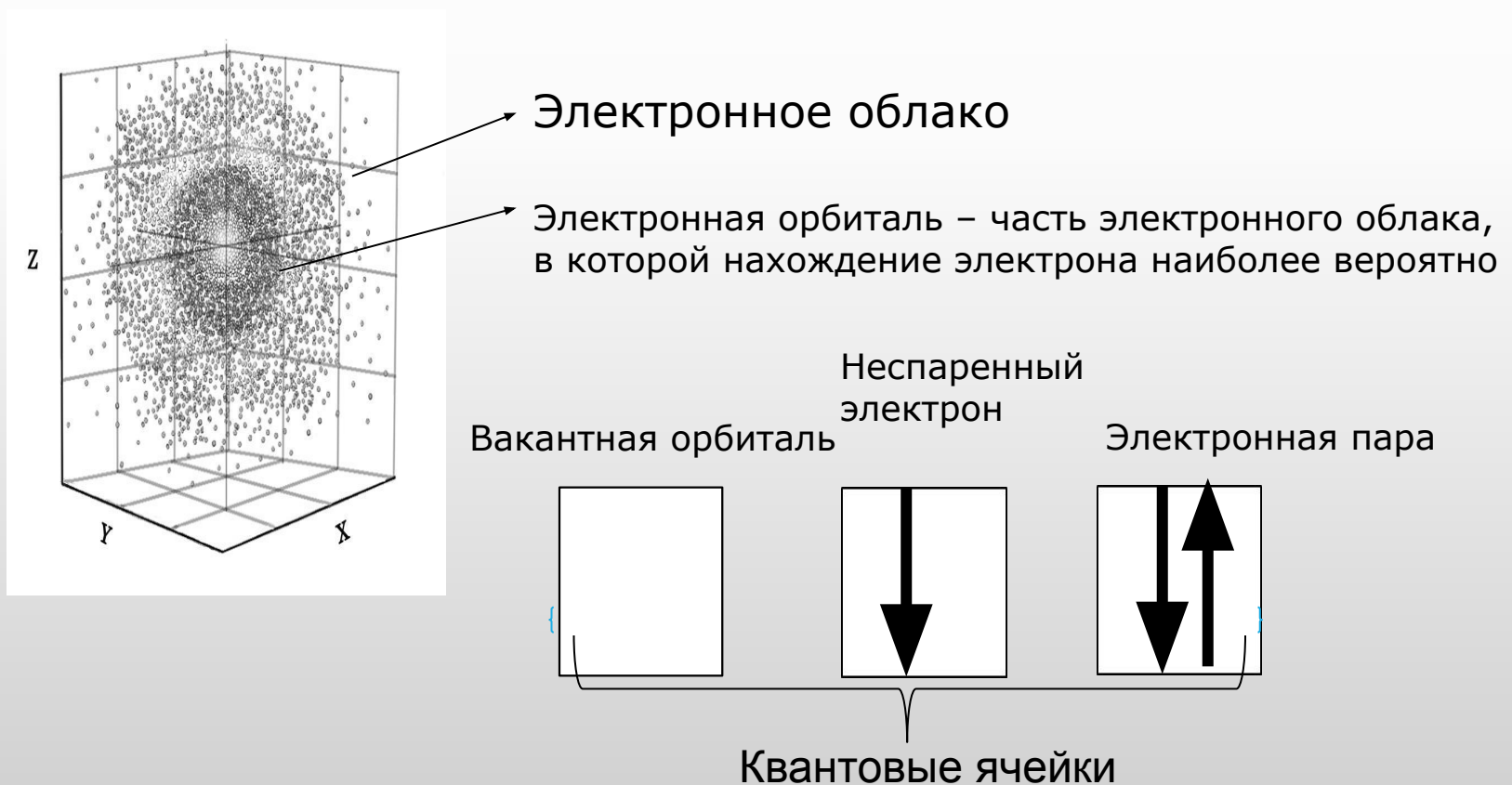
- квантование энергии (энергия микрообъекта изменяется не непрерывно, а дискретно - порциями, квантами);*
- корпускулярно-волновой дуализм микрообъектов (сочетание свойств частицы и волны);*
- необходимость вероятностного подхода к описанию процессов.*



Состояние электрона в атоме

- это информация об энергии определенного электрона и пространстве, в котором он находится.

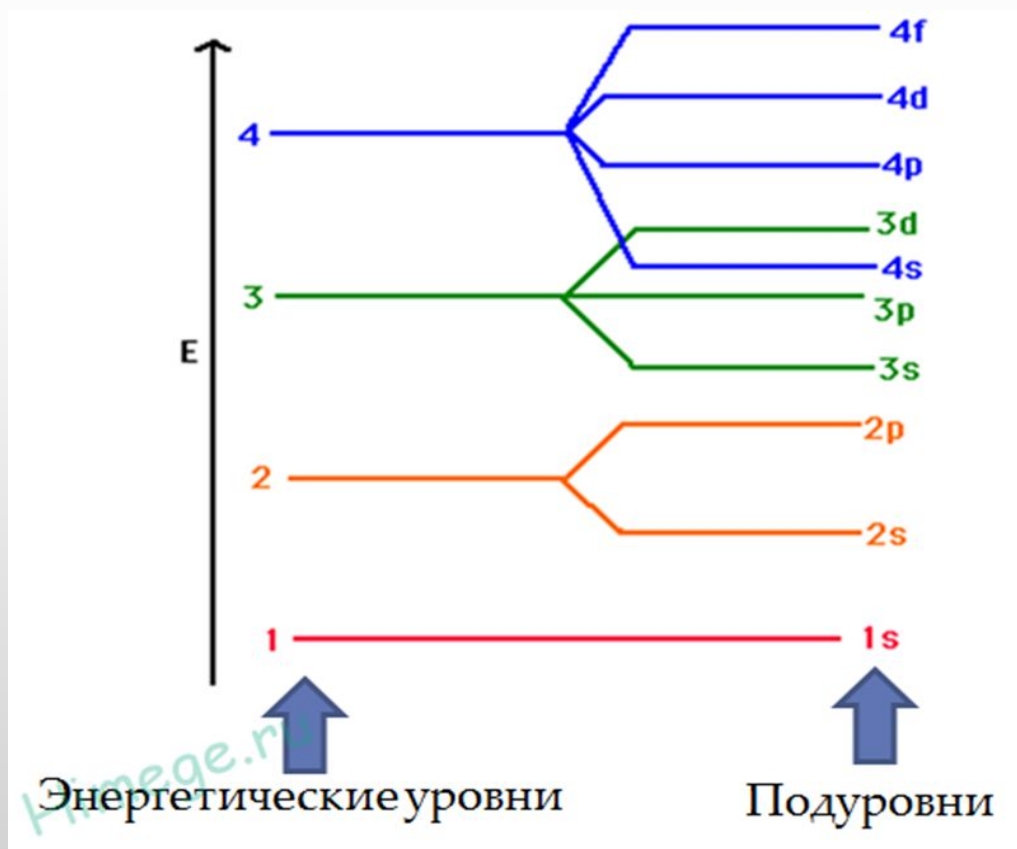
электрон в атоме не имеет траектории движения, т.е. можно говорить только о вероятности нахождения его в пространстве



Квантовые числа



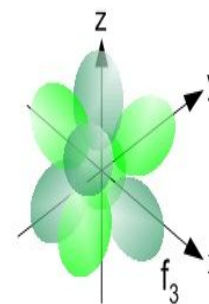
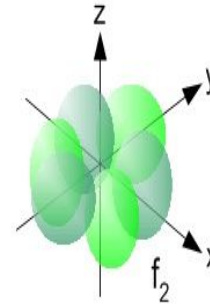
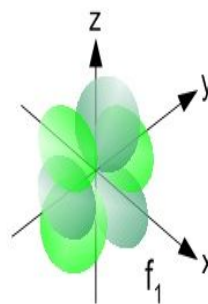
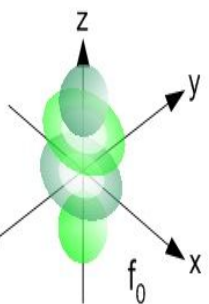
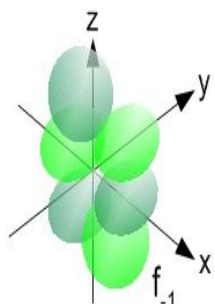
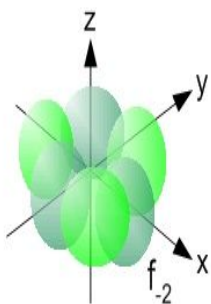
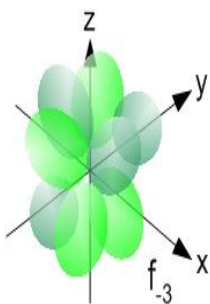
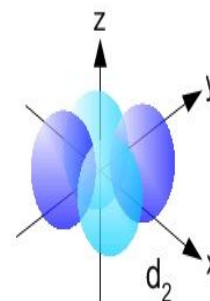
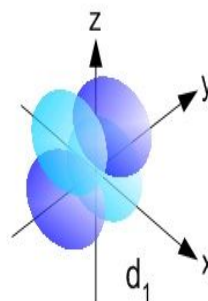
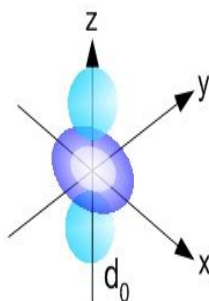
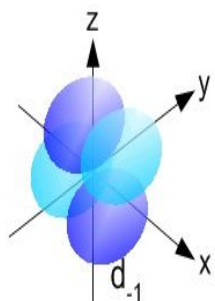
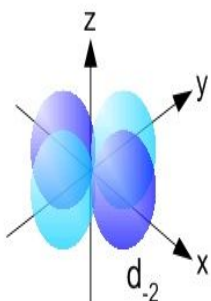
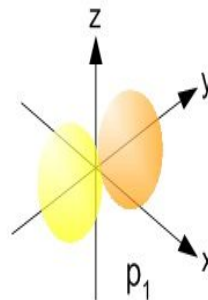
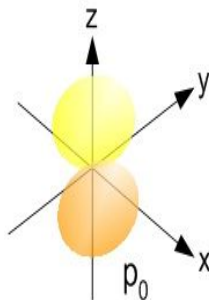
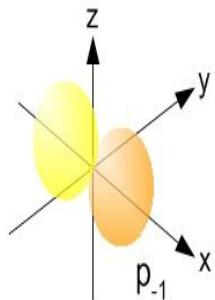
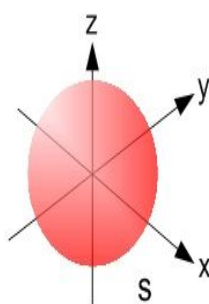
Главное квантовое число (n) принимает значения в ряду целых чисел от 1 до бесконечности: 1, 2, 3, 4, 5, ... и характеризует энергетический уровень электрона.





Орбитальное квантовое число (ℓ)

определяет геометрическую форму электронной орбитали

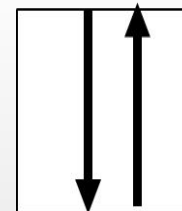
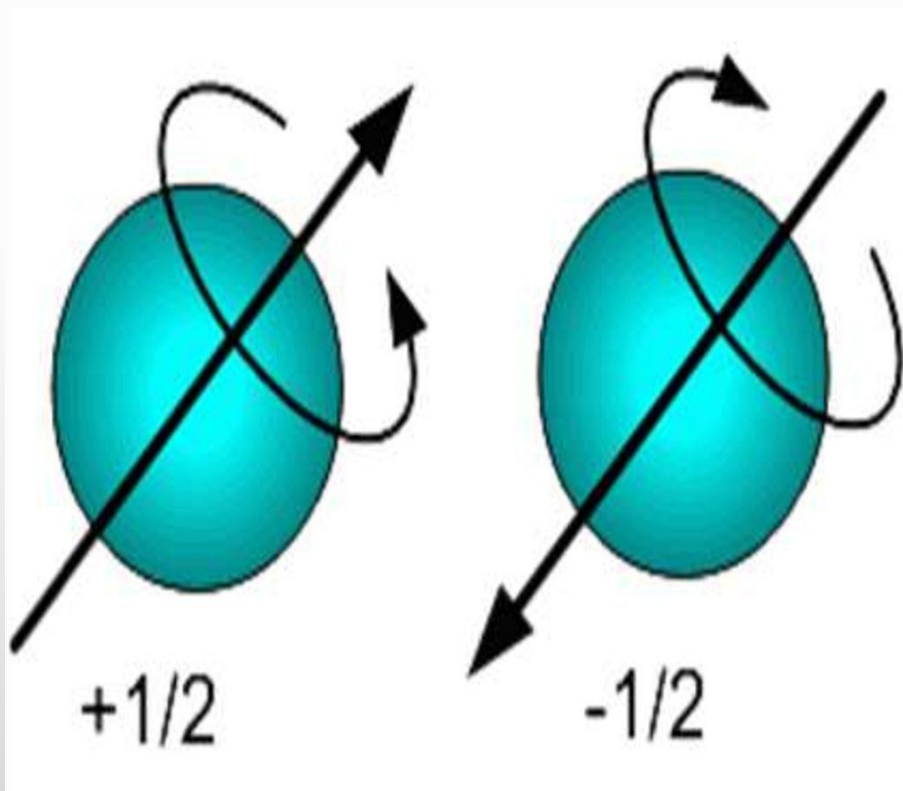


Магнитное квантовое число (m_ℓ) позволяет определить число орбиталей на данном энергетическом подуровне



Спиновое квантовое число.

Значения спинового квантового числа отождествляется с направлением стрелки: \uparrow ($m_s = +1/2$), \downarrow ($m_s = -1/2$).

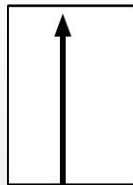




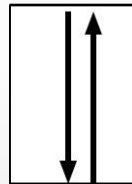
Принципы заполнения электронами электронных орбиталей

1) При составлении электронных формул следует производить заполнение энергетических подуровней в порядке роста их энергии, низшие по энергии подуровни всегда заполняются первыми (Принцип наименьшей энергии)

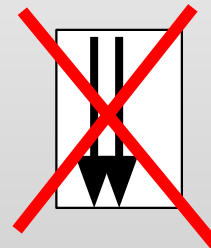
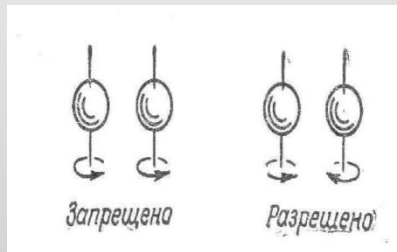
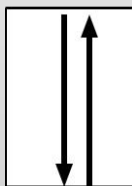
2) На одной орбитали может находиться не более двух электронов



Или



3) Если электроны располагаются на одной орбитали, то они имеют разный спин



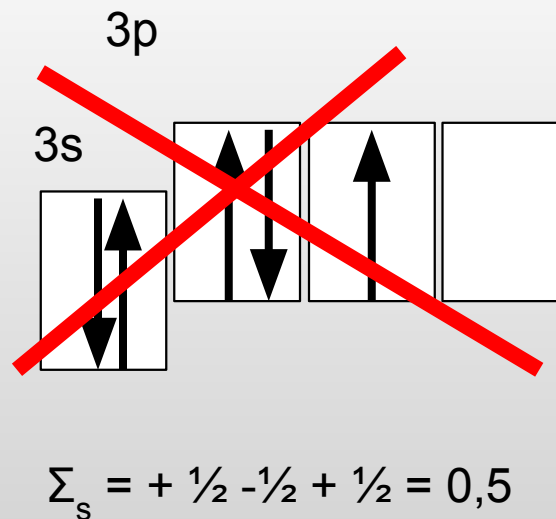
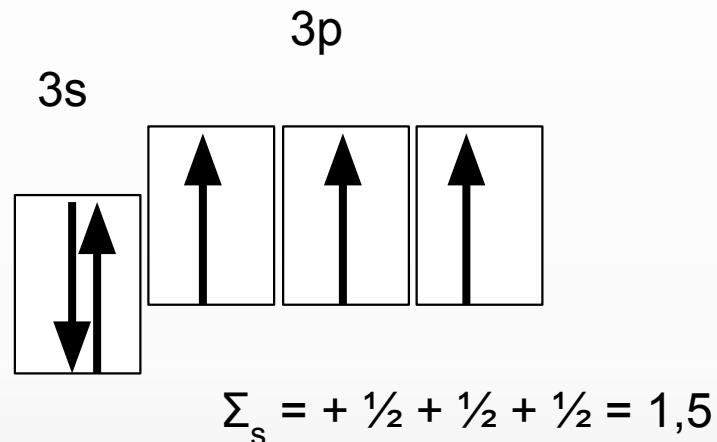


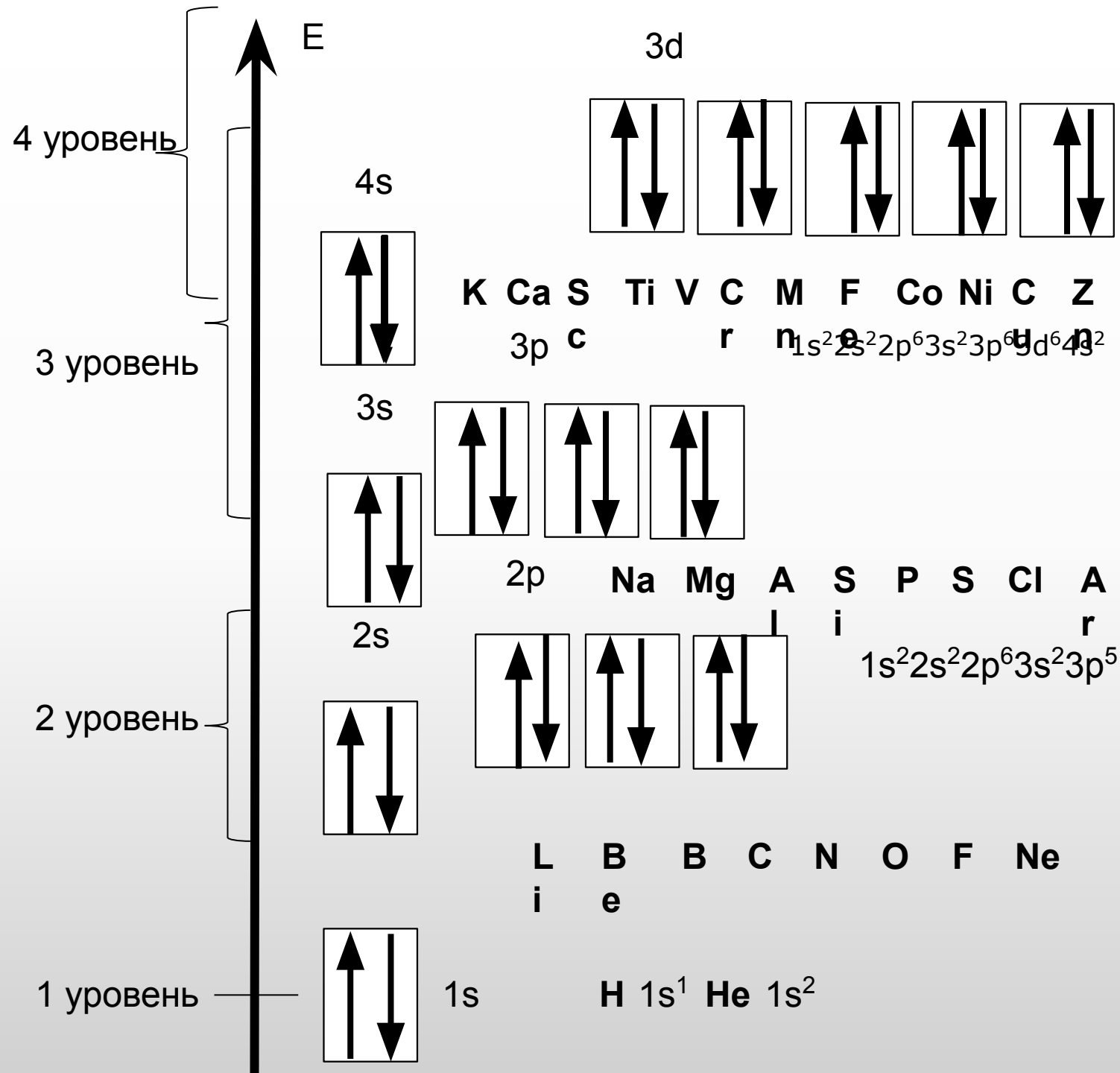
Правило Хунда

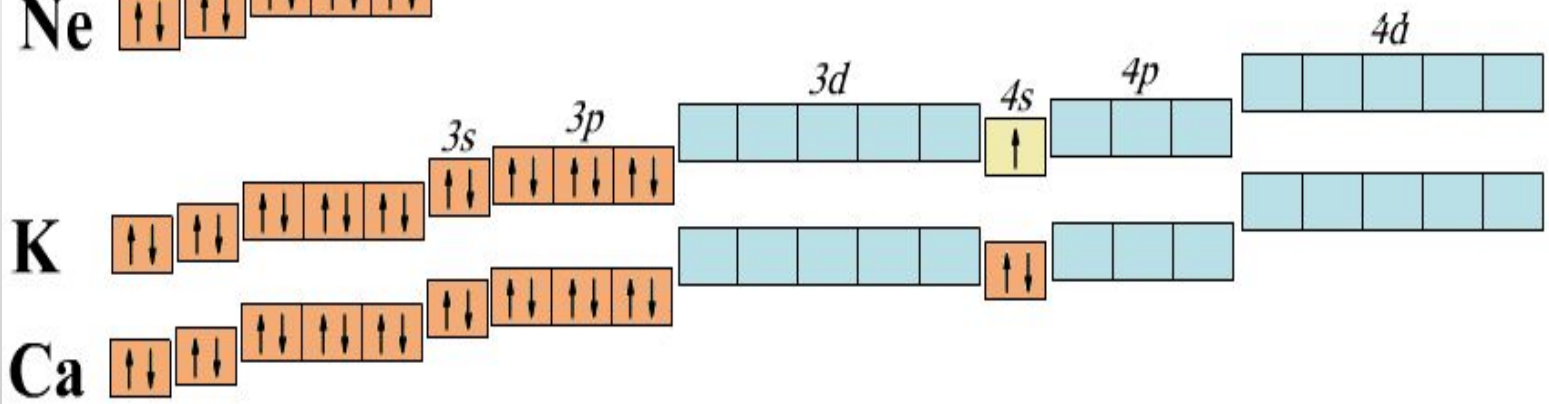
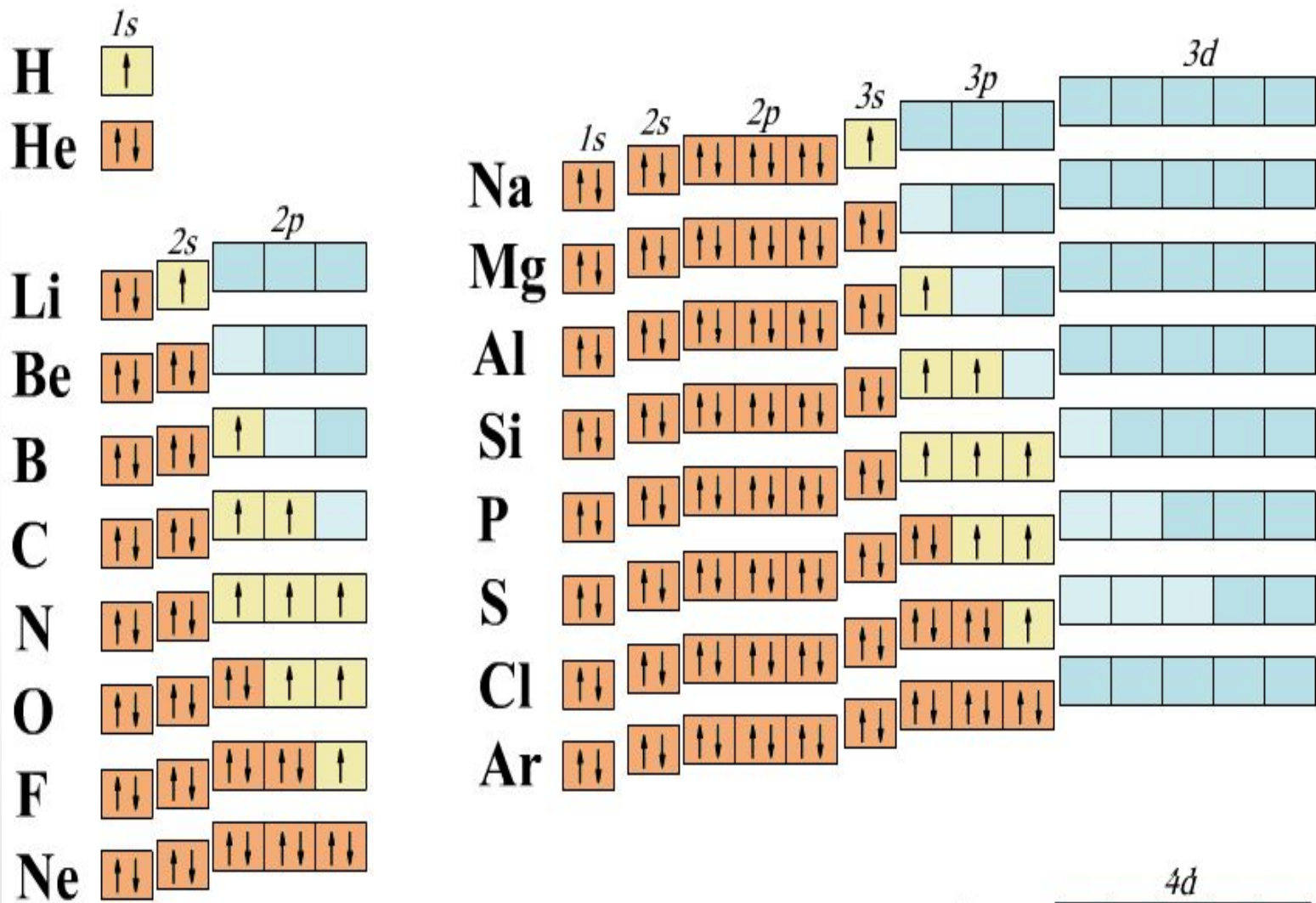
Абсолютное значение суммарного спинового числа электронов данного энергетического подуровня должно быть максимальным.



Фридрих Хунд,
(1896- 1997)







Периодическая система и строение атома

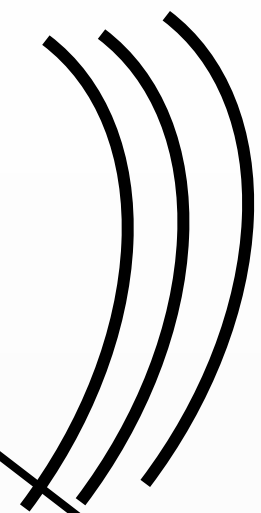




Период	Ряд	Г Р У П П			
		I	II	III	IV
I	1	(H)			
II	2	Li 3 Литий	Be 4 Бериллий	B 5 Бор	C 6 Углерод
III	3	Na 11 Натрий	Mg 12 Магний	Al 13 Алюминий	Si 14 Кремний
IV	4	K 19 Калий	Ca 20 Кальций	Sc 21 Скандий	Ti 22 Титан
	5	Cu 29 Медь	Zn 30 Цинк	Ga 31 Галлий	Ge 32 Германий
V	6	Rb 37 Рубидий	Sr 38 Стронций	Y 39 Иттрий	Zr 40 Цирконий
	7	Ag 47 Серебро	Cd 48 Кадмий	In 49 Индий	Sn 50 Олово

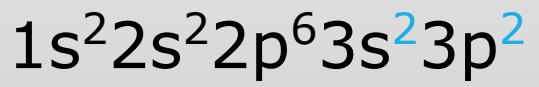
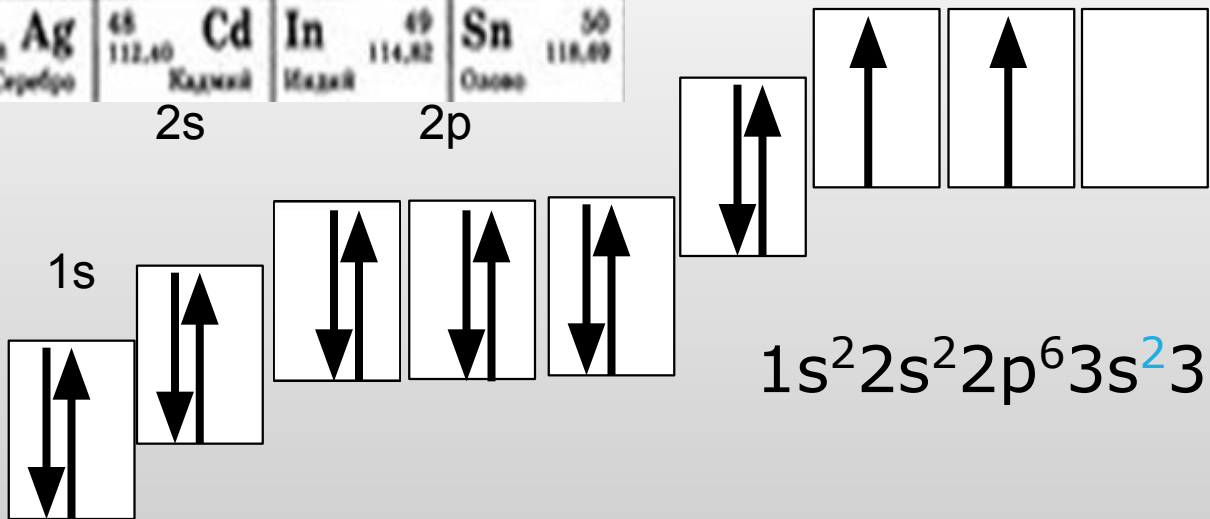


+14



2 8 4

3p 14



Свойства элементов, а также свойства их соединений, находятся в периодической зависимости от зарядов атомных ядер

Периодический закон



Свойства атомов

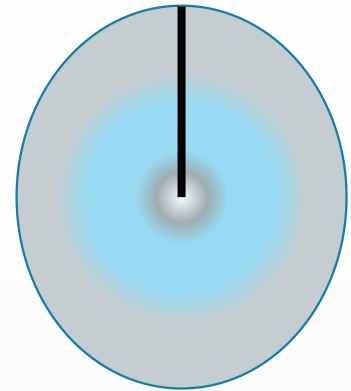


1) **Радиус** атома

2) **Энергия ионизации (I)** – это энергия, необходимая для отрыва электрона от атома.

3) **Энергия сродства к электрону (E)** – энергия, которая выделяется при присоединении к атому одного электрона

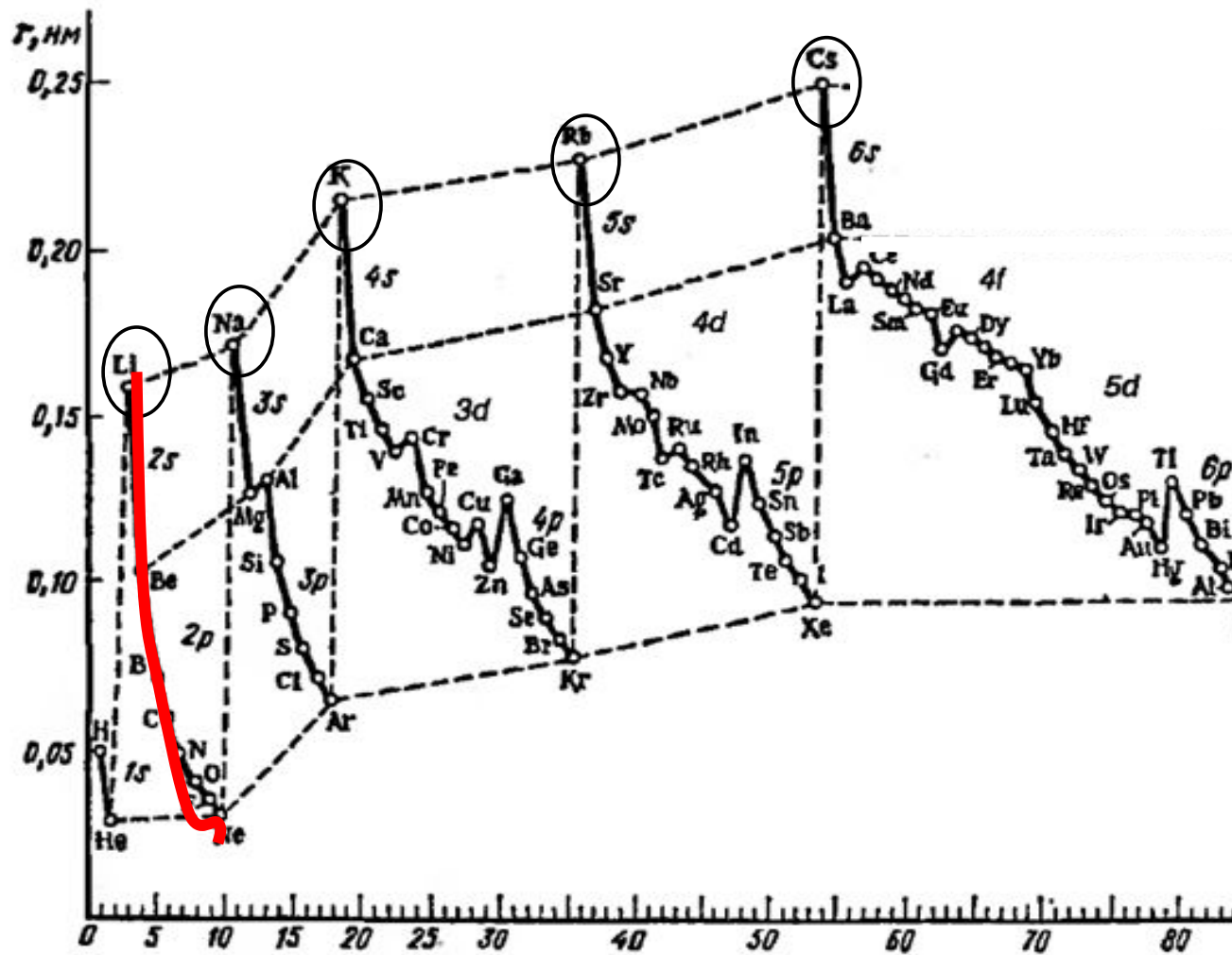
4) **Электроотрицательность** - способность атома в молекуле притягивать к себе электроны связи.





Периоды	Ряды	группы элементов								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	V	
1	I	H 1,00794(7) водород 1s'								He
2	II	Li [6,941(2)] литий 2s'	Be 9,012182(3) бериллий 2s'	B 10,811(5) бор 2p'	C 12,011(1) углерод 2p'	N 14,0074(7) азот 2p'	O 15,9994(3) кислород 2p'	F 18,9984032(9) фтор 2p'		

Периоды	Ряды	I	
		1	H 1,00794(7) водород 1s'
2	II	Li [6,941(2)] литий 2s'	
3	III	Na 22,98976(6) натрий 3s'	
4	IV	K 39,0983(1) калий 4s'	
5	V	Cu 63,546(3) медь 3d ¹⁰ 4s'	
	VI	Rb 85,4678(3) рубидий 5s'	
6	VII	Ag 107,8682(2) серебро 4d ¹⁰ 5s'	
	VIII	Cs 132,90543(5) цезий 6s'	
7	IX	Au 196,96654(3) золото 5d ¹⁰ 6s'	
	X	Fr 223,0197 франций 7s'	

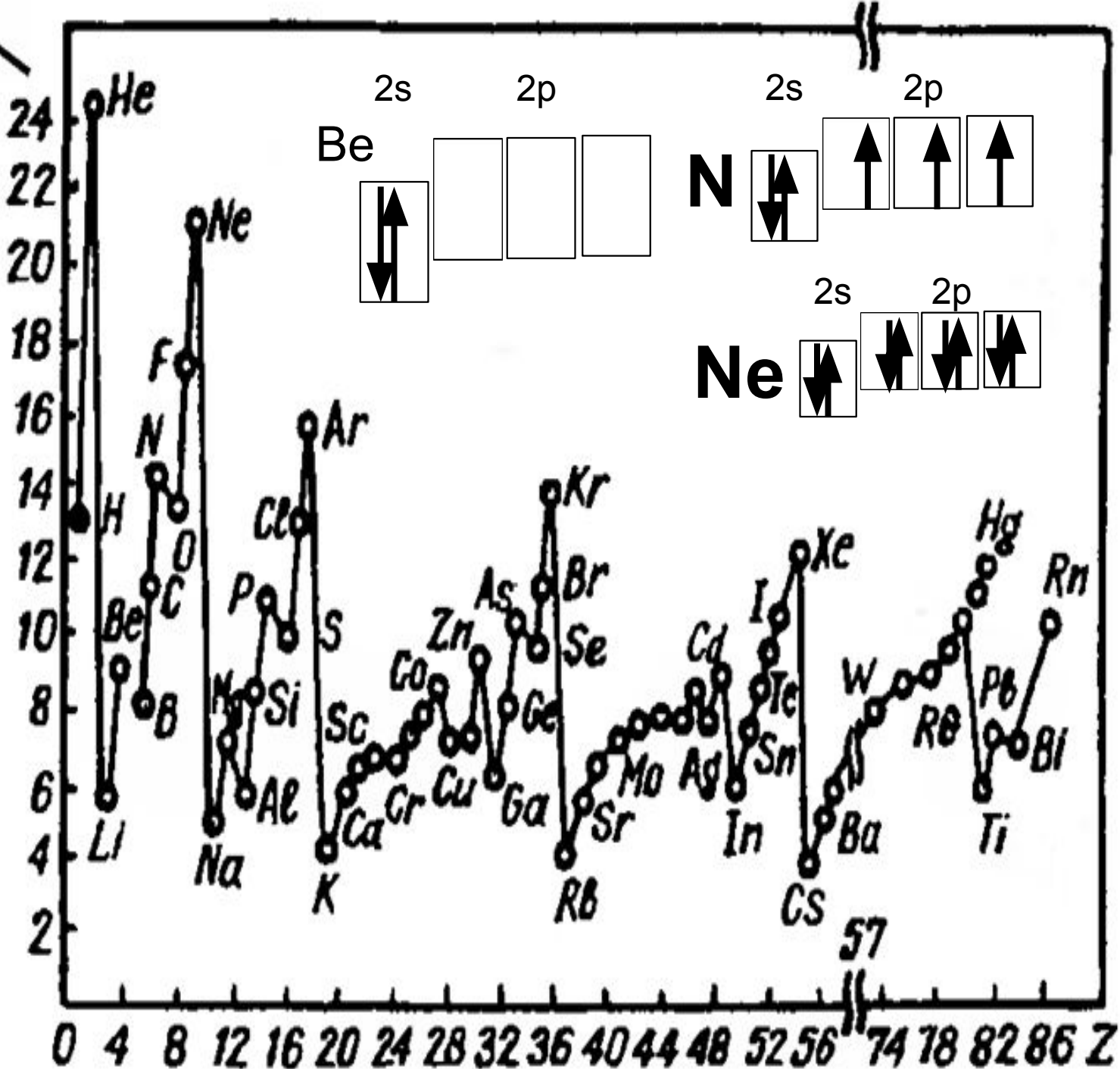


Зависимость радиуса атома от порядкового номера элемента

La 57 138,9055(2) лантан 5d ¹ 6s ²	Ce 58 140,115(4) церий 4f ¹ 6s ²	Pr 59 140,90765 празеодим 4f ² 6s ²
---	---	--

Ac 89 227,0278 актиний 6d ¹ 7s ²	Th 90 232,0381 торий 6d ² 7s ²	Pa 91 231,03588 протактиний 5f ² 6d ¹ 7s ²
---	---	--

Первая энергия ионизации, эВ



Относительная электроотрицательность (желтым выделены р-элементы – металлы!)

В свете современных представлений причина периодичности в изменении свойств заключается в периодическом изменении числа электронов внешнего уровня, которое для элементов главных подгрупп совпадает с номером группы.

Группа \ Период	1	2	3	4	5	6	7
I	H 2.1						
II	Li 1.0	Be 1.5	B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0
III	Na 0.9	Mg 1.2	Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0
IV	K 0.8	Ca 1.0	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.5
V	Rb 0.8	Sr 1.0	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5
VI	Cs 0.7	Ba 0.9	Tl 1.8	Pb 1.6	Bi 1.9	Po 1.8	At 2.3

Периоды	Ряды	Г р у п п ы э л е м е н т о в													
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						
1	1	H ¹ 1,00794(7)						He ² 4,002602(2)							
Радиус атомов уменьшается															
2	2	Li ³ [6,941(2)] литий	Be ⁴ 9,012182(3) бериллий	B ⁵ 10,811(5) бор	C ⁶ 12,011(1) углерод	N ⁷ 14,00674(7) азот	O ⁸ 15,9994(3) кислород	F ⁹ 18,9984032(9) фтор	Ne ¹⁰ 20,17976(6) неон						
3	3	Na ¹¹ 22,989768(6) натрий	Mg ¹² 24,3050(6) магний	Al ¹³ 26,981539(5) алюминий	Si ¹⁴ 28,0855(3) кремний	P ¹⁵ 30,973762(4) фосфор	S ¹⁶ 32,066(6) сера	Cl ¹⁷ 35,4527(9) хлор	Ar ¹⁸ 39,948(1) аргон						
Энергия ионизации атомов увеличивается															
4	4	K ¹⁹ 39,0983 калий	Ca ²⁰ 40,078(4) кальций	Sc ²¹ 44,955910(9) скандий	Ti ²² 47,867(1) титан	V ²³ 50,9415 ванадий	Cr ²⁴ 51,996(6) хром	Mn ²⁵ 54,93805(1) марганец	Fe ²⁶ 55,845(2) железо	Ni ²⁸ 58,6934(2) никель					
Электроотрицательность атомов увеличивается															
5	5	Rb ³⁷ 85,4678 рубидий	Sr ³⁸ 87,62(1) стронций	Y ³⁹ 88,90585(2) иттрий	Zr ⁴⁰ 91,224(2) цирконий	Nb ⁴¹ 92,90638(2) ниобий	Mo ⁴² 95,94(1) молибден	Tc ⁴³ 98,9062 технеций	Ru ⁴⁴ 101,07(2) рутений	Rh ⁴⁵ 102,90550(3) родий	Pd ⁴⁶ 106,42(1) палладий				
6	6	Cs ⁵⁵ 132,905 цезий	Ba ⁵⁶ 137,327(7) барий	La⁵⁷-Lu⁷¹ * лантаноиды	Hf ⁷² 178,49(2) hafний	Ta ⁷³ 180,9479(1) тантал	W ⁷⁴ 183,84(1) вольфрам	Re ⁷⁵ 186,207(1) рений	Os ⁷⁶ 190,23(3) осмий	Ir ⁷⁷ 192,22(3) иридий	Pt ⁷⁸ 195,08(3) платина				
7	7	Fr ⁸⁷ 223,019 франций	Ra ⁸⁸ 226,0254 радий	Ac⁸⁹-Lr¹⁰³ ** актиноиды	Pb ⁸² 207,2(1) свинец	Bi ⁸³ 208,98037(3) висмут	Po ⁸⁴ 209 полоний	At ⁸⁵ 209,9871* астат	Hs ¹⁰⁸ [265] хассий	Mt ¹⁰⁹ [266] мейтнерий	Rn ⁸⁶ 222,0176* радон				
*лантаноиды															
		La ⁵⁸ 138,9055(2) лантан	Ce ⁵⁹ 140,116(1) церий	Nd ⁶⁰ 144,24(3) неодим	Pm ⁶¹ 144,9127* прометий	Eu ⁶³ 151,965(9) европий	Gd ⁶⁴ 157,25(3) гадолиний	Tb ⁶⁵ 158,92534(3) тербий	Dy ⁶⁶ 162,52(3) диспрозий	Ho ⁶⁷ 164,93032(3) гольмий	Er ⁶⁸ 167,26(3) эрбий	Tm ⁶⁹ 168,9342 тулий	Yb ⁷⁰ 173,04(3) иттербий	Lu ⁷¹ 174,967(1) лютеций	
**актиноиды															
		Ac ⁸⁹ 227,0278 актиний	Th ⁹⁰ 232,0381* торий	Pa ⁹¹ 231,0359* протактиний	U ⁹² 238,0508* уран	Np ⁹³ 237,0482* нептуний	Am ⁹⁵ 243,0614* амерсций	Cm ⁹⁶ 247,0703* куриум	Bk ⁹⁷ 247,0703* берклий	Cf ⁹⁸ 251,0796* калийфорний	Es ⁹⁹ 252,083 эйнштейний	Fm ¹⁰⁰ 257,0951 фермий	Md ¹⁰¹ 258,1* менделеев	No ¹⁰² 259,101 нобелий	Lr ¹⁰³ 262,11 лоуренсий

Радиус атома увеличивается

Энергия ионизации атома уменьшается

Электроотрицательность атома уменьшается

Периоды	Ряды	Г															
1	I	Металлические свойства ослабевают															
2	II	3	4	5	6												
		Be	B														
		9,012182(3)	10,811(5)														
		бериллий	бор														
3	III	1	12	13	14												
		Mg	Al														
		24,3050(6)	26,981539(5)														
		магний	алюминий														
4	IV	9	20	21	22												
		Ca	Sc	Ti													
		40,078(4)	44,955910(9)	47,867(1)													
		кальций	скандий	титан													
	V	11	30	31	32												
		Cu	Zn	Ga													
		63,546(3)	65,39(2)	69,723(1)													
		медь	цинк	галлий													
5	VI	7	38	39	40												
		Sr	Y	Zr													
		87,62(1)															
		стронций															
	VII	19	48	49	50												
		Rb	Mo	Tc	Ru												
		85,468(3)	95,94(2)	98,9062(1)	101,07(2)												
		рубидий	молибден	технеций	рутений												
6	VIII	5	54	55	56												
		Ba	La	Ce	Pr												
		137,327(7)	138,9055(2)	140,115(4)	140,90765(3)												
		барий	лантан	церий	протактиний												
	IX	11	80	81	82												
		Tl	Pb	Bi	Po												
		204,3833(2)	208,98038(2)	208,9804(1)	209												
		таллий	свинец	висмут	полоний												
7	X	87	88	89	90												
		Ra	Ac	Th	Pa												
		226,0254	227,0278	232,0381*	231,0359*												
		радий	актиний	торий	протактиний												
						89	90	91	92	93	94						
						Ac	Th	Pa	U	Np	Pu						
						227,0278	232,0381*	231,0359*	238,0508*	237,0482*	244,0642*						
						актиний	торий	протактиний	уран	нептуний	плутоний						

Металлические свойства усиливаются

Металлические свойства ослабевают

Неметаллические свойства усиливаются

Неметаллические свойства ослабевают

Металлические свойства атомов:

- 1) Большой радиус
- 2) Низкая энергия ионизации (легко отдает электроны)
- 3) Низкая электроотрицательность
- 4) восстановители
- 5) Малое число валентных электронов

Неметаллические свойства атомов:

- 1) Небольшой радиус
- 2) Высокая энергия ионизации (легко принимает электроны)
- 3) Высокая электроотрицательность
- 4) Окислители
- 5) Большое число валентных электронов



Периодически изменяются не только свойства элементов, но и свойства простых веществ и соединений

Металлы

Неметаллы,
Атомная
кристаллическая
решетка

Неметаллы,
Молекулярная
кристаллическая
решетка

Неметаллы,
Инертные,
свободные
атомы

Периоды	Ряды	г р у п п ы э л е м е н т о в									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
1	I	H ¹ 1,00794(7) водород <i>1s¹</i>						He 4,002602(2) гелий <i>1s²</i>			
2	II	Li [6,941(2)] литий <i>2s¹</i>	Be 9,01218(3) бериллий <i>2s²</i>	B 10,811(5) бор <i>2s² 2p¹</i>	C 12,011(1) углерод <i>2s² 2p²</i>	N 14,00674(7) азот <i>2s² 2p³</i>	O 15,999(3) кислород <i>2s² 2p⁴</i>	F 18,9984032(9) фтор <i>2s² 2p⁵</i>	Ne 20,17976(4) неон <i>2s² 2p⁶</i>		
3	III	Na ¹¹ 22,989768(6) натрий <i>3s¹</i>	Mg ¹² 24,3050(6) магний <i>3s²</i>	Al ¹³ 26,981539(5) алюминий <i>3s² 3p¹</i>	Si ¹⁴ 28,0855(3) кремний <i>3s² 3p²</i>	P ¹⁵ 30,973762(4) фосфор <i>3s² 3p³</i>	S ¹⁶ 32,066(6) сера <i>3s² 3p⁴</i>	Cl ¹⁷ 35,4527(9) хлор <i>3s² 3p⁵</i>	Ar ¹⁸ 39,948(1) аргон <i>3s² 3p⁶</i>		
IV	IV	K ¹⁹ 39,0983(1) <i>4s¹</i>	Ca ²⁰ 40,078(4) <i>4s²</i>	Sc ²¹ 44,955910(9) <i>3d¹ 4s²</i>	Ti ²² 47,867(1) <i>3d² 4s²</i>	V ²³ 50,9415 <i>3d³ 4s²</i>	Cr ²⁴ 51,996(6) <i>3d⁵ 4s¹</i>	Mn ²⁵ 54,93805(1) <i>3d⁵ 4s²</i>	Fe ²⁶ 55,845(2) <i>3d⁶ 4s²</i>	Co ²⁷ 58,93320(1) <i>3d⁷ 4s²</i>	Ni ²⁸ 58,6934(2) <i>3d⁸ 4s²</i>

Свойства оксидов и гидроксидов

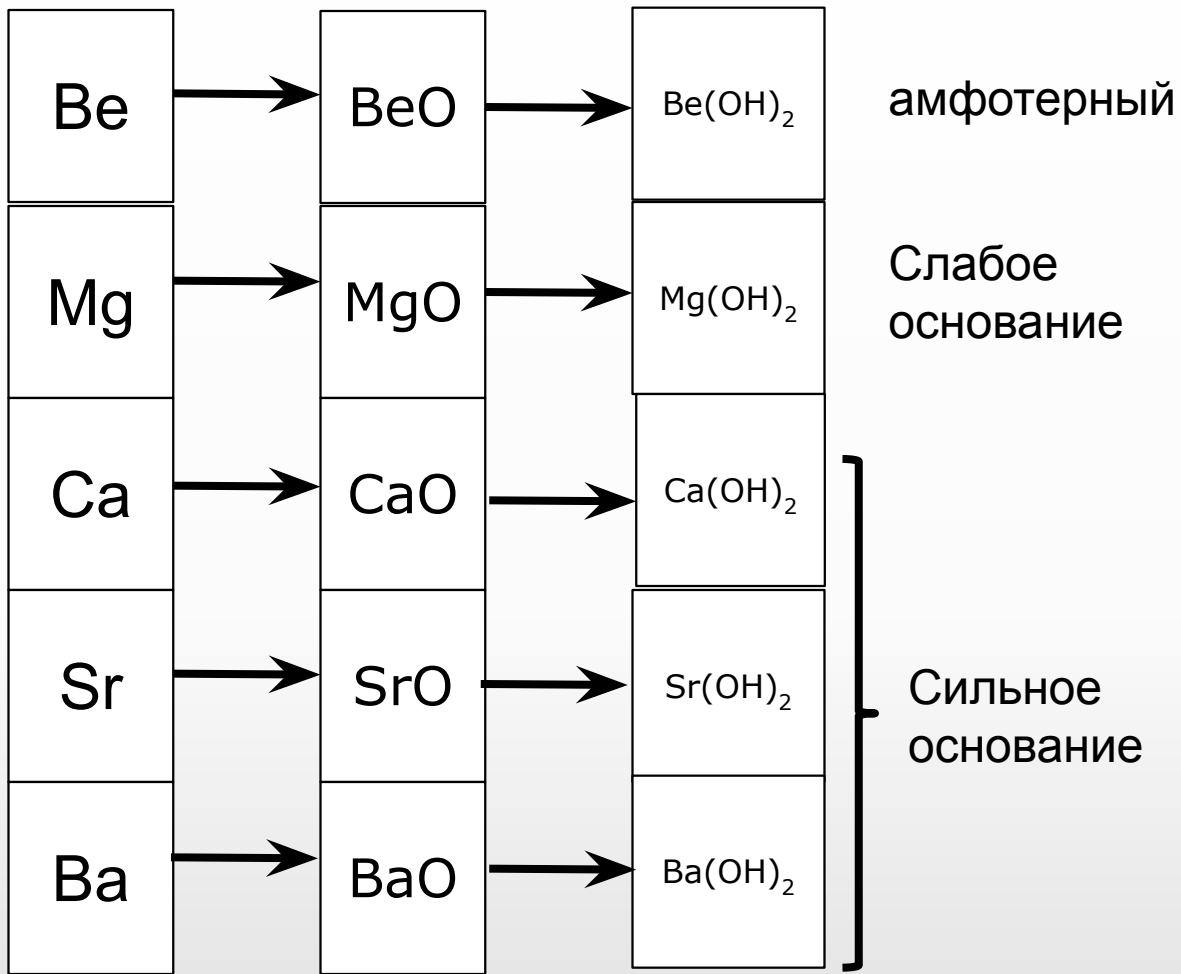


Амфотерные оксиды и гидроксиды

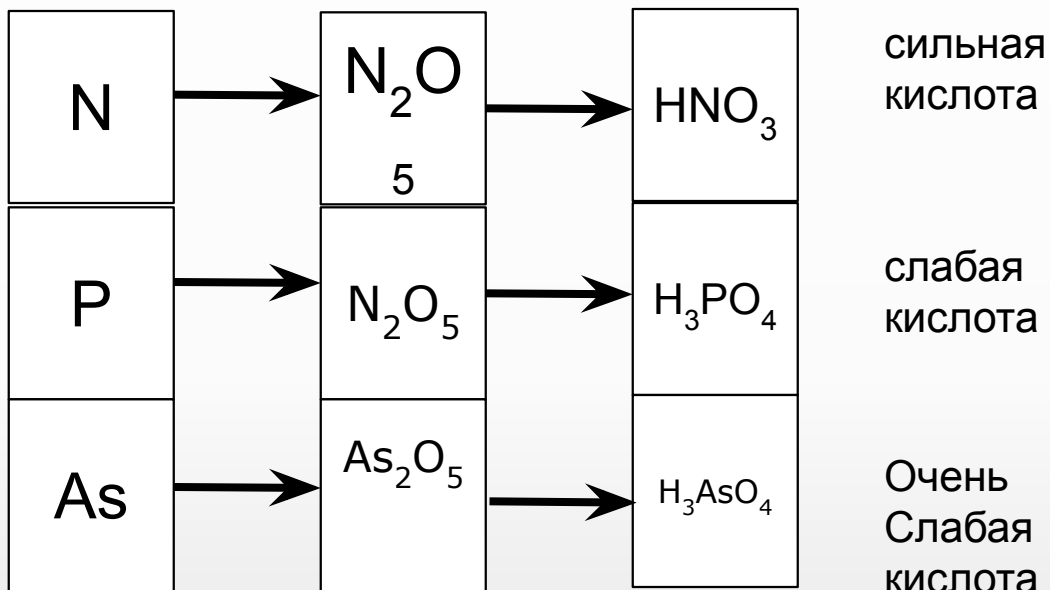
Периоды	Ряды	г р у п п ы э л е м е н т о в										
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			
1	I	H 1 1,00794(7) водород <i>1s'</i>							He 2 4,002602(2) гелий <i>1s²</i>			
2	II	Li 3 6,941(3) литий <i>2s'</i>	Be 4 9,01218(3) бериллий <i>2s²</i>	B 5 10,811(5) бор <i>2s² 2p¹</i>	C 6 12,011(1) углерод <i>2s² 2p²</i>	N 7 14,007(4) азот <i>2s² 2p³</i>	O 8 15,999(3) кислород <i>2s² 2p⁴</i>	F 9 18,9984032(9) фтор <i>2s² 2p⁵</i>				Ne 10 20,1797(6) неон <i>2s² 2p⁶</i>
3	III	Na 11 22,98976928(6) натрий <i>3s'</i>	Mg 12 24,3050(6) магний <i>3s²</i>	Al 13 26,9815385(3) алюминий <i>3s² 3p¹</i>	Si 14 28,0855(3) кремний <i>3s² 3p²</i>	P 15 30,973762(4) фосфор <i>3s² 3p³</i>	S 16 32,06(6) сера <i>3s² 3p⁴</i>	Cl 17 35,4527(9) хлор <i>3s² 3p⁵</i>				Ar 18 39,948(1) аргон <i>3s² 3p⁶</i>
	IV	K 19 39,0983(1) калий <i>4s'</i>	Ca 20 40,078(4) кальций <i>4s²</i>	Sc 21 44,955910(9) скандий <i>3d¹ 4s²</i>	Ti 22 47,867(1) титан <i>3d² 4s²</i>	V 23 50,9415 ванадий <i>3d³ 4s²</i>	Cr 24 51,9961(6) хром <i>3d⁵ 4s¹</i>	Mn 25 54,93805(1) марганец <i>3d⁵ 4s²</i>	Fe 26 55,845(2) железо <i>3d⁶ 4s²</i>	Co 27 58,93320(1) кобальт <i>3d⁷ 4s²</i>	Ni 28 58,6934(2) никель <i>3d⁸ 4s²</i>	

Основные оксиды и гидроксиды

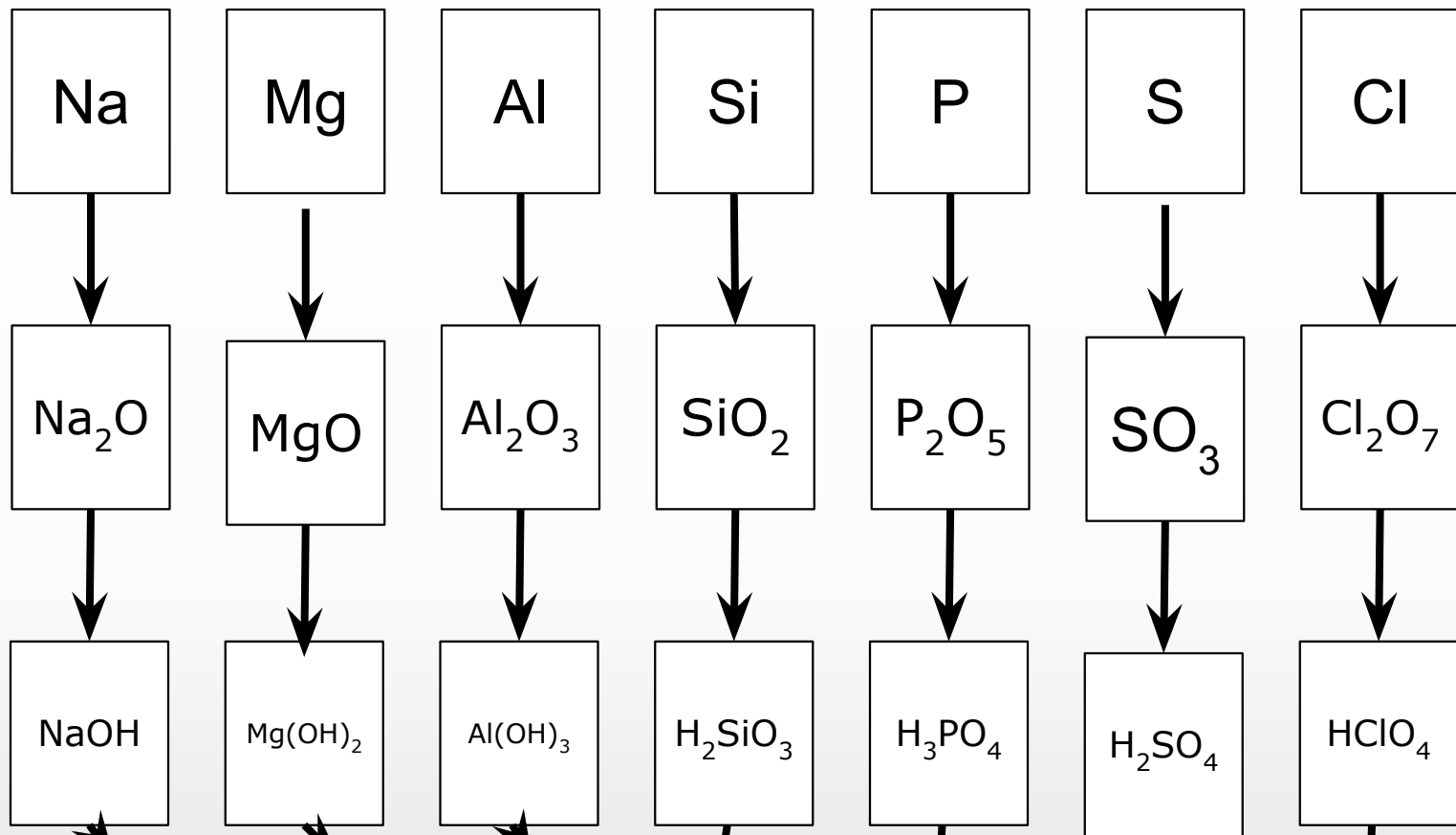
Кислотные оксиды и гидроксиды



Основной характер гидроксидов усиливается



Кислотный характер
гидроксидов ослабевает



Сильное
основание

Слабое
основание

Амфотерный
гидроксид

Очень
слабая
кислота

Слабая
кислота

Сильная
кислота

Очень
сильная
кислота

Основный характер
гидроксидов ослабевает

Кислотный характер
гидроксидов усиливается



Выводы о взаимосвязи строения атомов и свойств химических элементов, а также причины периодического изменения их свойств, сходства и различия между ними

- 1) свойства химических элементов, расположенных в порядке возрастания заряда ядра, изменяются периодически потому, что периодически повторяется сходное строение внешнего электронного слоя атомов элементов
- 2) плавное изменение свойств элементов в пределах одного периода можно объяснить постепенным увеличением числа электронов на внешнем уровне атома
- 3) завершение внешнего электронного уровня атома приводит к резкому скачку в свойствах, при переходе от галогена к инертному элементу и от инертного элемента к щелочному металлу;
- 4) свойства химических элементов, принадлежащих к одному семейству, сходны потому, что на внешнем электронном слое их атомов одинаковое число электронов.

**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ**