

Дисциплина «Химия»

Тема «Периодический закон Д.И. Менделеева. Строение атома»



2016 г.

Материал подготовлен кандидатом технических наук
Кузьминой Ириной Викторовной





Я, Кузьмина Ирина
Викторовна, кандидат
технических наук с большим
опытом преподавания в
высшей школе, обобщила
полезную для Вас
информацию по дисциплине
«Химия».



Инструкция по использованию интерфейса



Справочная
таблица
Вернемся к ...

Вернуться к содержанию

Переход к тому действию, о котором гласит надпись, выделенная вишневым или желтым цветом



Для выхода из программы нажмите «Esc» на клавиатуре



Кнопки для перемещения вперед и назад по материалу занятий





Содержание

Инструкция по использованию интерфейса
Тела и вещества. Строение вещества. Строение
атома. Изотопы. Проверим, как Вы поняли и
запомнили пройденный материал. Проверьте свои
ответы. Строение электронной оболочки атома.
Проверим, как Вы поняли и запомнили пройденный
материал. Классификация элементов на основе
строения их атомов. Периодический закон. Структура
периодической системы химических элементов Д. И.
Менделеева и электронное строение атома. Малые
периоды. Главные подгруппы. Проверим, как Вы
поняли и запомнили пройденный материал.
Практическая работа № 2 «Составление электронного
строения атома». Проверим, как Вы поняли и
запомнили пройденный материал.
Использованные источники.



Тела и вещества

Все окружающие нас предметы, а также растения и животные – это **физические тела**. То, из чего состоит физическое тело, называют **веществом**.

Физические тела	Вещества, из которых они состоят
Стакан 	Стекло  
Капля воды 	Вода  
Ложка 	Алюминий  



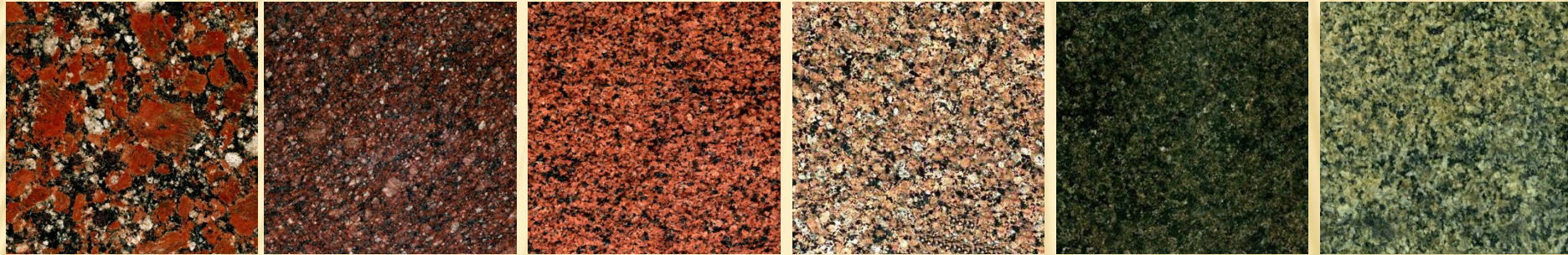
Физические тела	Вещества, из которых они состоят
Гвоздь, подкова 	Железо 

Добавьте в таблицу свои примеры.

Для более чёткого различения понятий «**вещество**» и «**тело**» можно воспользоваться подсказкой: к названию **тела** – **существительному** – можно подобрать относительное **прилагательное**, образованное от названия вещества, например **железная подкова**. Значит, **подкова** – **тело**, а **железо** – **вещество**.



Физическое тело может состоять из нескольких веществ. Кусок гранита, например, состоит из частиц кварца, полевого шпата и слюды.



Гранит



Кварц



Полевой шпат

Слюда



Веществ очень много – более десяти миллионов, и каждое из них обладает определёнными физическими и химическими свойствами.



Сделаем запись в тетради.

Все окружающие нас предметы, а также растения и животные – это **физические тела**. То, из чего состоит физическое тело, называют **веществом**.

Физические тела

Вещества, из которых они состоят

Стакан

Стекло

Капля воды

Вода

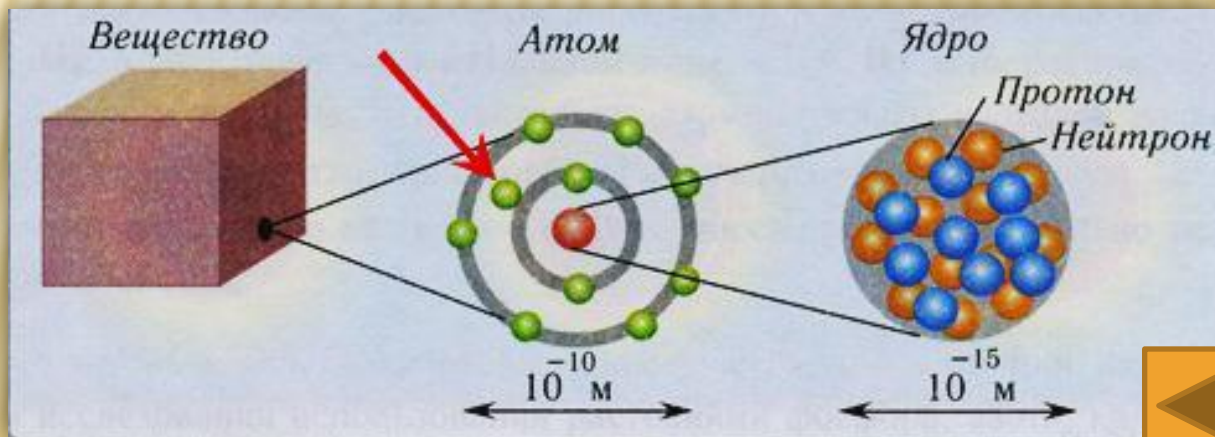
Ложка

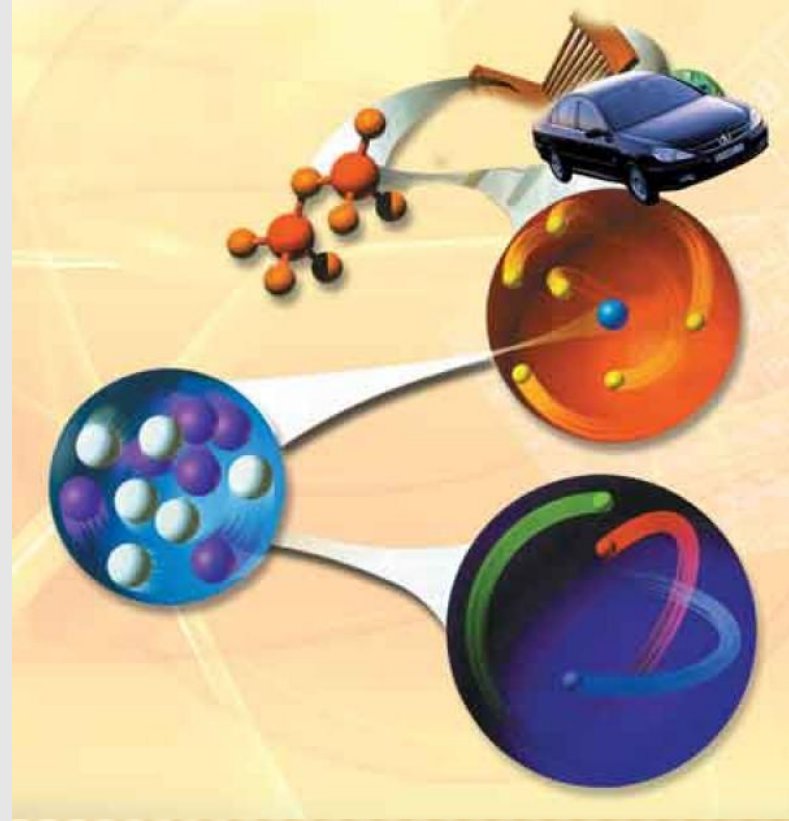
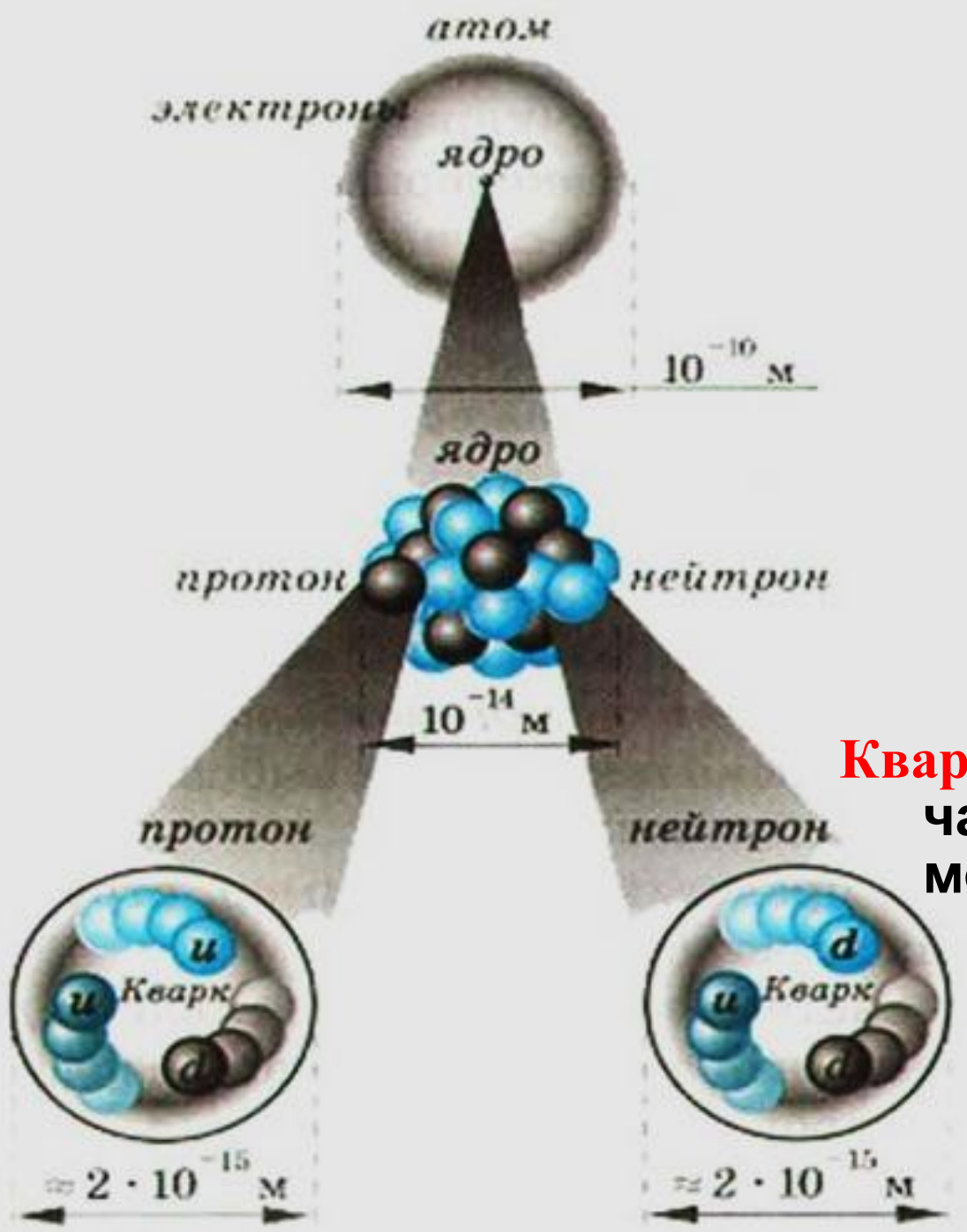
Алюминий



Строение вещества

Независимо от того, в каком состоянии – газообразном, жидком или твердом – находится вещество, оно всегда состоит из отдельных мельчайших частиц: молекул и атомов. В природе встречается огромное количество различных видов атомов, начиная от самых простых – атомов водорода – и кончая наиболее массивными – атомами урана. Кроме того, существует несколько еще более массивных атомов, полученных человеком с помощью ускорителей или ядерных реакторов.



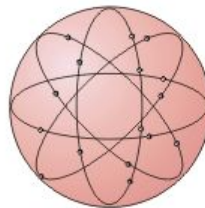


Кварк – фундаментальная частица в стандартной модели.

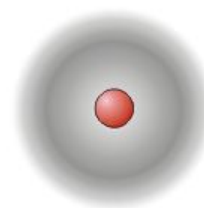


До конца XIX столетия атом считали элементарной (т. е. неделимой) частицей. Научные открытия на рубеже XIX – XX вв. (вы их рассмотрите в курсе физики) показали, что атом имеет сложное строение.

Устаревшие модели атома



Модель Томсона



Модель Нагаоки

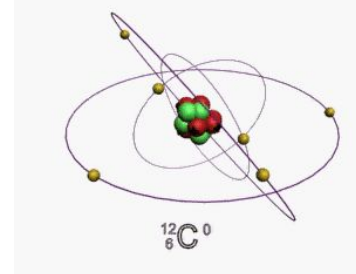


Модель Резерфорда

Современные модели атома



Ядро имеет сложную структуру:



Атом

ядро

электроны
 ($m_e = 9,108 \cdot 10^{-28}$ г; отрицательно заряженные частицы; спин 1/2)

барионы
 (тяжелые частицы)

мезоны
 (масса больше лептонов, но меньше нуклонов)

лептоны
 (легкие частицы)

нуклоны

гипероны
 (нестабильные частицы
 $m > m_{\text{нейтрона}}$;
 $\tau_{\text{жизни}} < 10^{-10}$ с)

резонансы
 (неустойчивые частицы
 $\tau_{\text{ж}} \approx 10^{-21} \div 10^{-24}$ с)

пионы
 (нестабильные частицы
 π^+, π^-, π^0 ; $m \approx 2,5 \cdot 10^{-25}$ г;
 переносчики ядерных сил)

каоны
 (нестабильные частицы
 K^+, K^-, K^0 ;
 $m \approx 8,83 \cdot 10^{-25}$ г)

позитроны
 (устойчивые частицы; $m = m_e$;
 положительный заряд по абсолютной величине равен заряду электрона
 (античастицы электрона))

нейтрино
 стабильные нейтральные частицы; $m \approx 0$;
 образуются при β -распаде)

мюоны
 (μ^-, μ^+) ;
 неустойчивые частицы
 $\tau_{\text{ж}}$ миллионные доли секунды)

протоны
 (устойчивые частицы;
 $m = 1,67 \cdot 10^{-24}$ г;
 $|+ \text{ заряд}| = |\text{заряд } e|$)

нейтроны
 (электронейтральные частицы;
 в свободном состоянии
 $\tau_{\text{ж}} = 16$ мин; $m_n \approx m_p$)

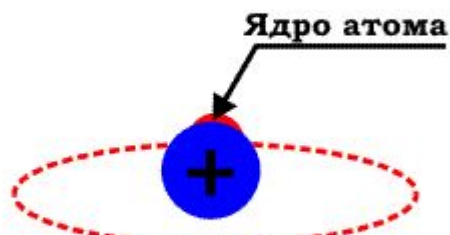


1

СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

ИСТОРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СТРОЕНИЯ АТОМА

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

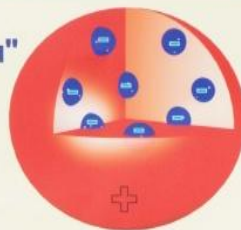


- электрон

Анимация Озolina Э.Э.

Модель "Булка с изюмом"

Дж. Дж. ТОМСОН
(1903)



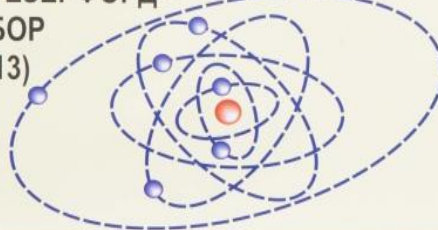
Ядерная модель

Э. РЕЗЕРФОРД
(1911)



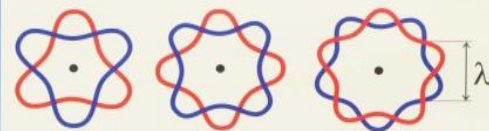
Планетарная модель

Э. РЕЗЕРФОРД -
Н. БОР
(1913)



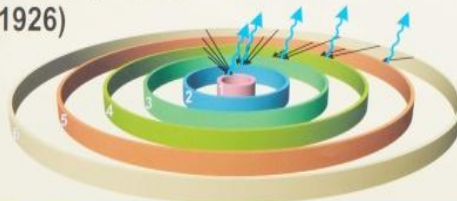
Волновая модель

Л. ДЕ БРОЙЛЬ
(1924)



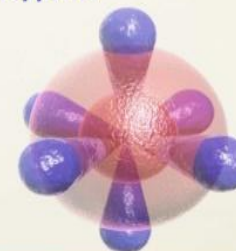
Квантово-механическая модель

Э. ШРЕДИНГЕР
(1926)



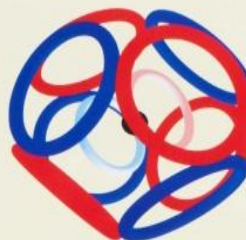
Орбитальная модель

Г. УАЙТ
(1931)

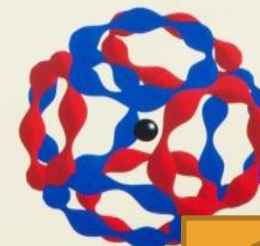


Кольцевая модель

К. СНЕЛЬСОН
(1963)

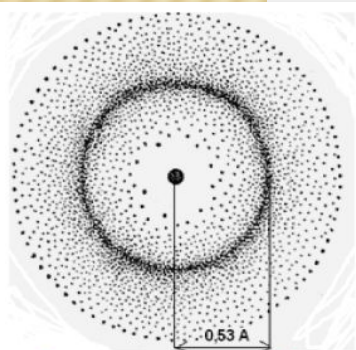
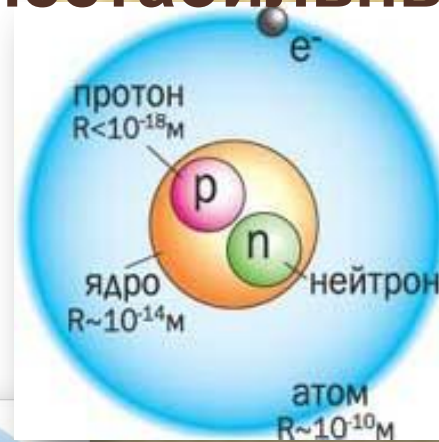


Волногранная модель

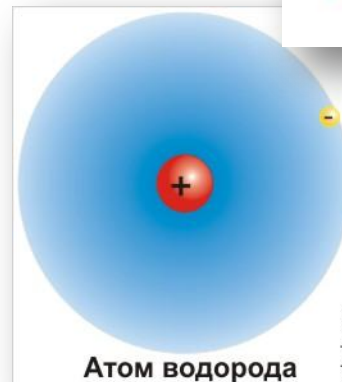


В центре атома находится **положительно заряженное ядро**, которое имеет чрезвычайно малый размер по сравнению с размерами атома. Радиус атомного ядра в сто тысяч раз меньше радиуса атома. Например, радиус атома водорода 0,046 нм, а радиус ядра **атома водорода** – $6,5 \cdot 10^{-7}$ нм. Но и это крошечное ядро имеет сложное строение, в его состав входят протоны, нейтроны и другие еще более мелкие и нестабильные частицы.

Модель атома водорода



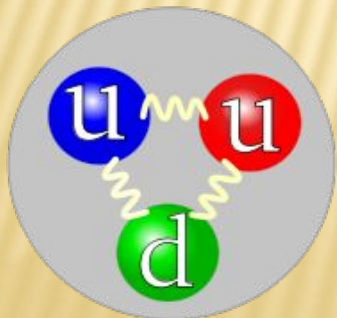
Электронное облако водорода с неравномерной плотностью



Протóн (от древнегреческого πρῶτος – первый, основной) – элементарная частица с положительным зарядом +1 (в условных единицах) и относительной массой, равной 1. Состоит из трёх кварков (один *d*-кварк и два *u*-кварка). **Протон** обозначают латинской буквой *p* (или $\frac{1}{1}p$).

Кварк – фундаментальная частица в стандартной модели.

В данном курсе химии, мы не будем учитывать сложное строение протона.

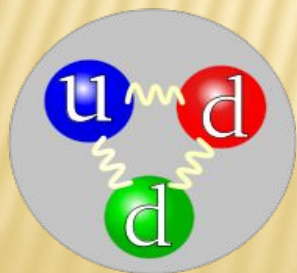


Протон



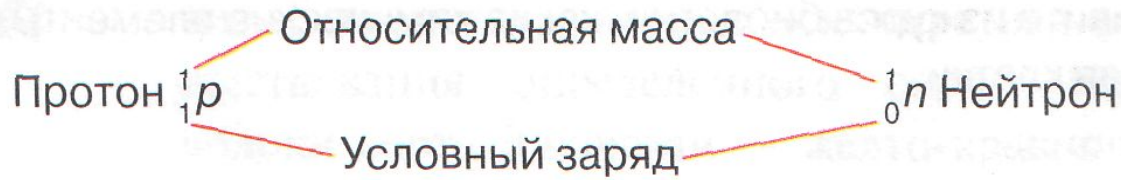
Нейтрон (от латинского *neuter* – ни тот, ни другой) – элементарная частица, не имеющая электрического заряда с относительной массой, также равной 1. Время жизни в свободном состоянии: $880,0 \pm 0,9$ секунды (большинство частиц, входящих в состав атома имеют время жизни меньше 10^{-20} секунды, поэтому их мы рассматривать не будем).

Нейтрон обозначают латинской буквой **n** (или $\frac{1}{0}n$). В данном курсе химии, мы не будем учитывать сложное строение нейтрона.



Нейтрон

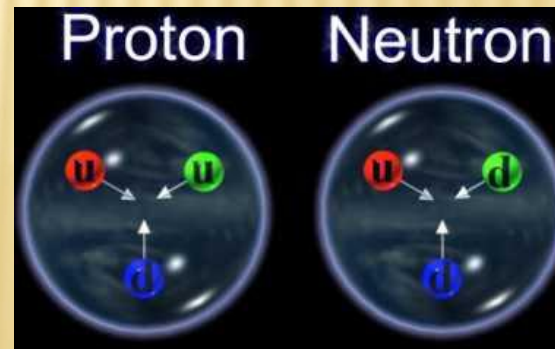
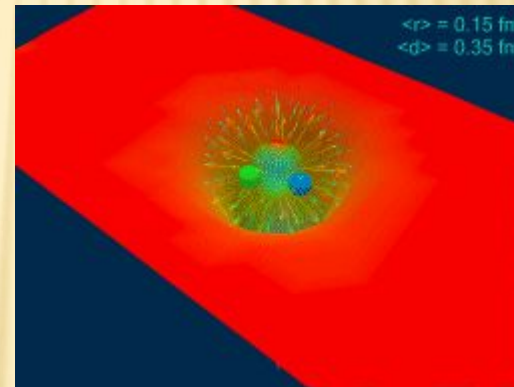




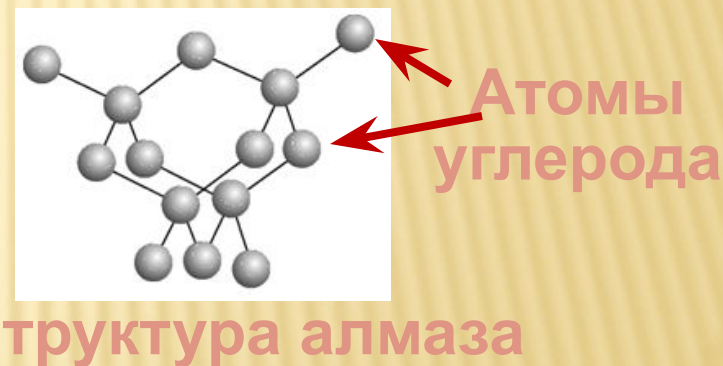
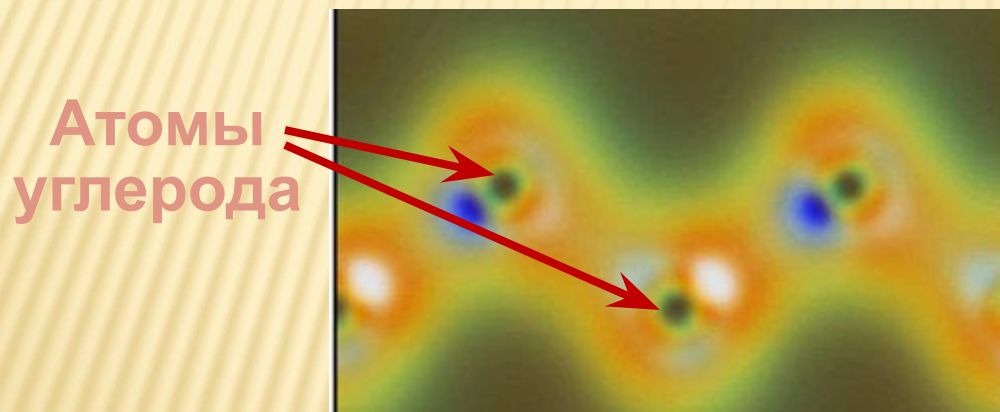
Положительный заряд ядра равен числу протонов. Экспериментально доказано, что положительный заряд ядра атома (число протонов в ядре) равен атомному (порядковому) номеру химического элемента в Периодической системе элементов.



Нейтрон



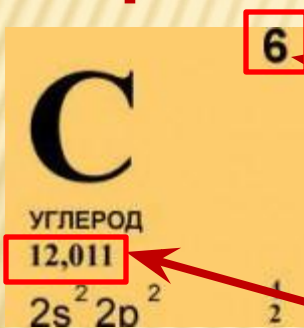
Электрон (от древнегреческого ἤλεκτρον – янтарь) – стабильная, с отрицательным зарядом -1 (в условных единицах) элементарная частица, одна из **основных структурных единиц вещества**. Относительная масса электрона равна $\frac{1}{1837}$ массы протона. **Электрон обозначают e^-** .



Физики использовали сверхмощный рентгеновский лазер LCLS для получения первых фотоснимков отдельных **электронов**, обращающихся вокруг атомов углерода в кристалле алмаза.

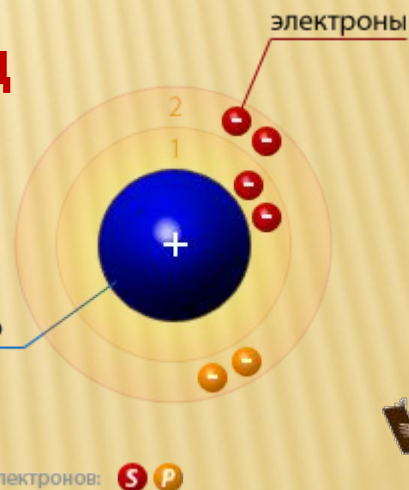


Найдите в Периодической системе химических элементов **углерод**. Каким символом его обозначают? Обратите внимание на то, что атомный (порядковый) номер углерода **6**. Следовательно, в ядре атома углерода находятся **6 протонов** ($6\frac{1}{1}p$) и заряд ядра равен **+6**.



6 ← **Атомный номер** элемента, заряд ядра атома, число протонов (p), число электронов (ē), т. к. атом электронейтрален

Массовое число атома A



		Группы			
		I	II	III	IV
Периоды	I	H 1,00794 водород			
	II	Li 6,941 ЛИТИЙ	Be 9,01218 БЕРИЛЛИЙ	B 10,811 БОР	C 12,011 УГЛЕРОД
	III	Na 22,98977 НАТРИЙ	Mg 24,304 МАГНИЙ	Al 26,9815 АЛЮМИНИЙ	Si 28,0855 КРЕМНИЙ



Массовое число
(количество протонов
и нейтронов в атоме)

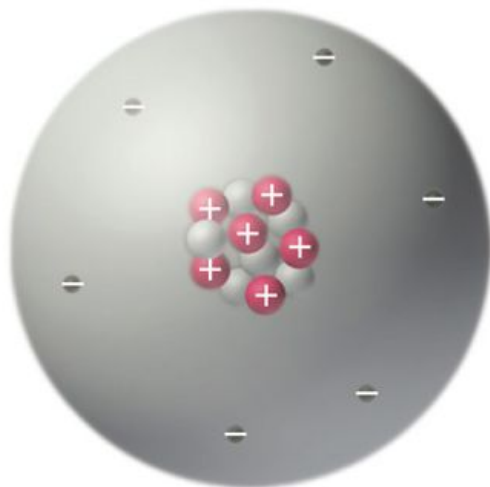


Атомный символ
(аббревиатура, которую
используют для
идентификации атома
в химических формулах)

Атомный номер
[количество протонов
(электронов) в атоме]



6 протонов \oplus
6 нейтронов \ominus
6 электронов $\omin�$



Число нейтронов в
ядре атома равно
разности между
массовым числом
элемента A и его
атомным номером Z :

$$N = A - Z.$$

$$N(C) = 12 - 6 = 6.$$



Атомный номер элемента, заряд ядра атома и число протонов в ядре обозначают буквой **Z**, а **число нейтронов** – буквой **N**.

Суммарное число протонов **Z** и нейтронов **N** называют массовым числом атома и обозначают буквой **A**:

$$A = Z + N$$

Из этой формулы следует, что **число нейтронов** в ядре атома равно разности между массовым числом элемента **A** и его атомным номером **Z**:

$$N = A - Z.$$


Массовое число атома A приблизительно (округлённо) равно относительной **атомной массе** A_r .



Так как масса электрона ничтожно мала – в 1837 раз меньше массы протона или нейтрона, то очевидно, что практически вся масса атома сосредоточена в его ядре.

Объём атомного ядра мал, но его плотность очень велика. Так, если заполнить 1 см³ ядрами атомов, то их масса составит около 116 млн т.

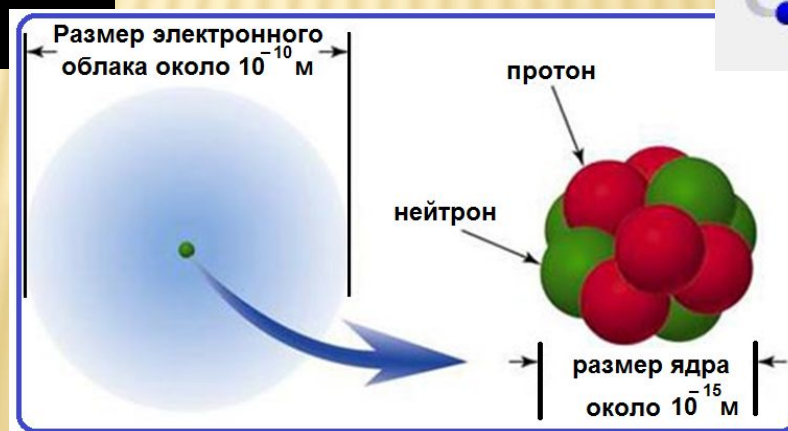
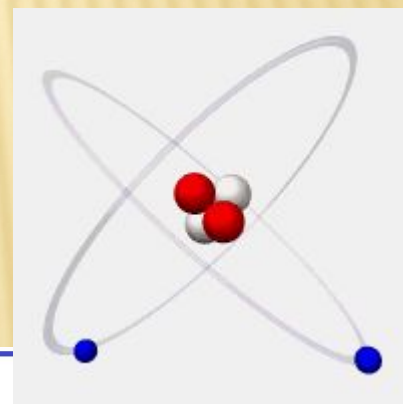
Композиционные частицы Фундаментальная частица



Нейтрон Протон Электрон

$m = 1,675 \times 10^{-27}$ кг $m = 9,109 \times 10^{-31}$ кг

$m = 1,672 \times 10^{-27}$ кг



Таким образом:

- Электроны, протоны и нейтроны являются микрочастицами, из которых состоит атом.
- Изучение строения атома позволило дать новое (современное) определение понятия «атом»:

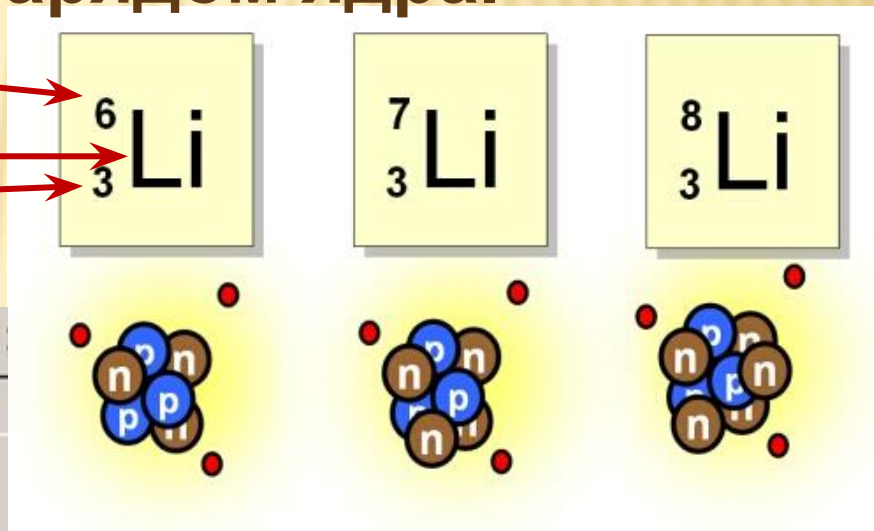
Атом – это электронейтральная и химически неделимая частица, состоящая из положительно заряженного ядра и движущихся вокруг него отрицательно заряженных электронов.



□ Положительный заряд ядра является главной характеристикой атома. Он определяет строение атома, число электронов, движущихся вокруг ядра, и служит отличительным признаком различных видов атомов. Поэтому дано новое (современное) определение химического элемента.

Химический элемент – это вид атомов с одинаковым зарядом ядра.

Массовое число
 Химический элемент
 Заряд ядра
 (порядковый номер элемента)



		Группы			
		I	II	III	IV
Периоды	I	Н 1,00794 ВОДОРОД			
	II	Li 6,941 ЛИТИЙ	Be 9,01218 БЕРИЛЛИЙ	B 10,811 БОР	C 12,011 УГЛЕРОД
	III	Na 22,9897	Mg 24,305	Al 26,9815	Si 28,0855



□ **Атомный номер элемента** в Периодической системе указывает на заряд ядра, число протонов в ядре и число электронов, содержащихся в атоме, – в этом заключается физический смысл атомного (порядкового) **номера элемента** в Периодической системе химических элементов:

Атомный (порядковый) номер = Число протонов в ядре = Заряд ядра атома = Число электронов в атоме



6



Сделаем запись в тетради.

В центре атома находится **положительно заряженное ядро**, которое имеет чрезвычайно малый размер по сравнению с размерами атома. Радиус атомного ядра в сто тысяч раз меньше радиуса атома.

Ядро имеет сложное строение, в его состав входят протоны, нейтроны и другие еще более мелкие и нестабильные частицы.



Сделаем запись в тетради.

Прото́н – элементарная частица с положительным зарядом $+1$ (в условных единицах) и относительной массой, равной 1 , обозначают латинской буквой **p** (или 1_1p).

Нейтрон – элементарная частица, не имеющая электрического заряда с относительной массой, также равной 1 , обозначают латинской буквой **n** (или 1_0n).



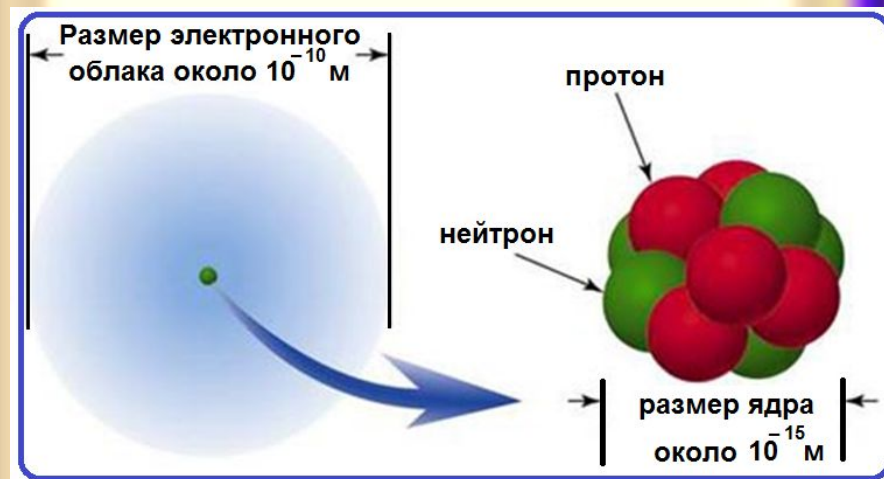
Сделаем запись в тетради.

Атом – это электро-
нейтральная и хими-
чески неделимая
частица, состоящая из
положительно заря-
женного ядра и
движущихся вокруг
него отрицательно за-
ряженных электронов.



Сделаем запись в тетради.

Электрон –
стабильная, с
отрицательным
зарядом -1 (в
условных единицах)
элементарная частица,
одна из основных
структурных единиц
вещества.
Относительная масса
электрона равна
массе протона.
Электрон обозначают e^- .



Сделаем запись в тетради.

Массовое число
(количество протонов
и нейтронов в атоме)

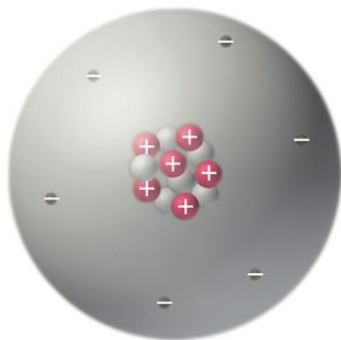
A X
Z

Атомный символ
(аббревиатура, которую
используют для
идентификации атома
в химических формулах)

Атомный номер
[количество протонов
(электронов) в атоме]

12 C
6

6 протонов ⊕
6 нейтронов ⊙
6 электронов ⊖



Число нейтронов в ядре атома равно разности между массовым числом элемента A и его атомным номером Z :

$$N = A - Z.$$

$$N(\text{C}) = 12 - 6 = 6.$$

Значения A
(относительных
атомных масс)

химических элементов
приведены в таблице,
которая носит название
«**Периодическая система химических элементов Менделеева Д.И.**».



Сделаем запись в тетради.

Атомный
(порядковый) номер = Число протонов в ядре = Заряд ядра атома = Число электронов в атоме



Изотопы

Исследования по определению массы и заряда ядра атомов различных элементов показали, что **в природе** встречаются атомы одного и того же элемента с **одинаковым зарядом ядра**, но **имеющие** при этом **различную массу**. Так, были обнаружены **атомы хлора** с различными массовыми числами: атомы с массовым числом **35** (хлор-35) и атомы с массовым числом **37** (хлор-37), но с одним и тем же зарядом атомных ядер **+17**. **Одинаковый заряд ядра** свидетельствует о том, что это атомы одного и того же элемента – хлора.

Группы химических элементов

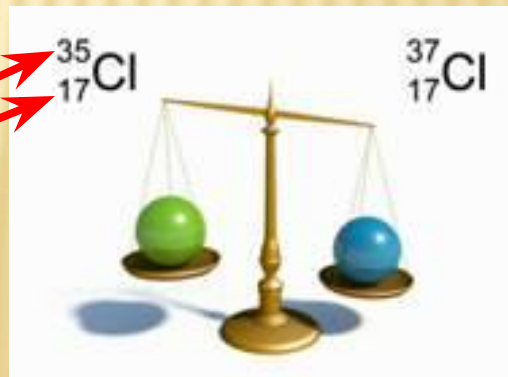
	I	II	III	IV	V	VI	VII
I	Н 1,00794 ВОДОРОД						
II	Li 6,941 ЛИТИЙ	Be 9,01218 БЕРИЛЛИЙ	B 10,811 БОР	C 12,011 УГЛЕРОД	N 14,0067 АЗОТ	O 15,9994 КИСЛОРОД	F 18,9984 ФТОР
III	Na 22,9897 НАТРИЙ	Mg 24,305 МАГНИЙ	Al 26,9815 АЛЮМИНИЙ	Si 28,0855 КРЕМНИЙ	P 30,9737 ФОСФОР	S 32,066 СЕРА	Cl 35,453 ХЛОР
	K 39,0983 КАЛИЙ	Ca 40,078 КАЛЬЦИЙ	Sc	Ti 47,88 ТИТАН	V 50,9415 ВАНАДИЙ	Cr 51,9961 ХРОМ	Mn 54,938 МАРГАНЕЦ



Вам известно, что **массовое число** определяет общее число протонов и нейтронов: $A = Z + N$. Так как **число протонов** в ядрах атомов одинаково и равно **17**, то, следовательно, в ядрах одной из разновидностей атомов хлора содержится **18 нейтронов** ($35 - 17 = 18$), а в ядрах другой – **20 нейтронов** ($37 - 17 = 20$).

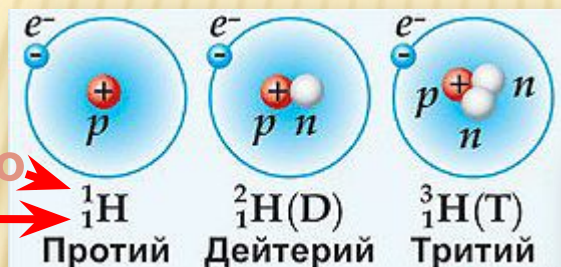
Разновидности атомов одного и того же химического элемента, имеющие одинаковый заряд ядра, но разные массовые числа, называют **изотопами**. Изотопы одного и того же элемента имеют одинаковое число протонов и электронов, а отличаются друг от друга только числом нейтронов.

Массовое число
Заряд ядра



Слово «**ИЗОТОП**» образовано от двух греческих слов: **ИЗОС** – один и **ТОПОС** – место. Изотопы занимают одно место (клетку) в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева.

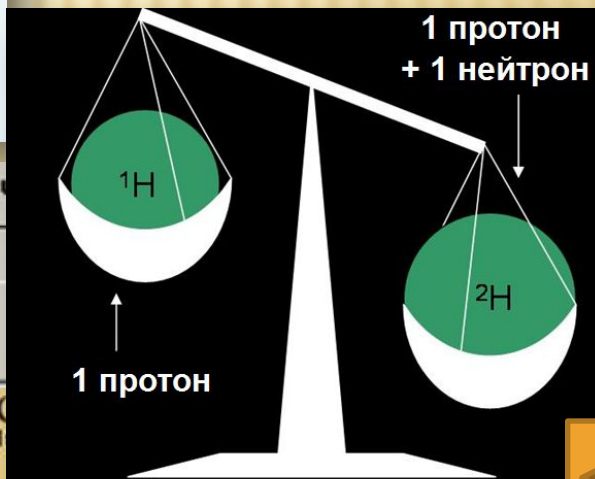
Каждый **ИЗОТОП** характеризуется двумя величинами: **массовым числом** (его указывают вверху слева от символа элемента) и **зарядом ядра** (его указывают внизу слева от символа элемента).



Массовое число →
Заряд ядра →

Группы химии

	I	II	III	IV	V
I	<div style="border: 2px solid blue; padding: 2px;"> H 1,00794 ВОДОРОД </div>				
II	Li 6,941 ЛИТИЙ	Be 9,01218 БЕРИЛЛИЙ	B 10,811 БОР	C 12,011 УГЛЕРОД	N 14,0067 АЗОТ
III	Na 22,98977 НАТРИЙ	Mg 24,304 МАГНИЙ	Al 26,9815 АЛЮМИНИЙ	Si 28,0855 КРЕМНИЙ	P 30,97376 ФOSФОР



Два изотопа водорода



Массовые числа изотопов всегда выражают целыми числами. Но в природе содержание каждого изотопа различно, поэтому относительные атомные массы элементов имеют не целочисленные значения.

Относительная атомная масса элемента, которая указана в Периодической системе химических элементов, является средней величиной из массовых чисел всех его природных изотопов с учётом их распространённости.

Например, содержание в природе **изотопа хлора** с массовым числом 35 (${}_{17}^{35}\text{Cl}$) составляет 75,5%, а изотопа хлора с массовым числом 37 (${}_{17}^{37}\text{Cl}$) – 24,5 %. Следовательно:



$$A_r(\text{Cl}) = \frac{35 \cdot 75,5 + 37 \cdot 24,5}{100} \approx 35,5.$$



Так как изотоп хлора с массовым числом 35 более распространён, то значение относительной атомной массы хлора ближе к этому числу.

Теперь мы можем уточнить, что принято за **эталон**, используемый при вычислении относительной атомной массы. **Углерод** имеет два устойчивых изотопа: с массовым числом 12 – углерод-12 (его содержание в природе составляет 98,89%) и с массовым числом 13 – углерод-13. В настоящее время за **эталон** принята (1/12) массы изотопа углерода с массовым числом 12 (углерода-12).

Массовое число
Заряд ядра



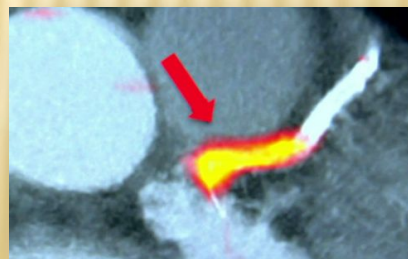
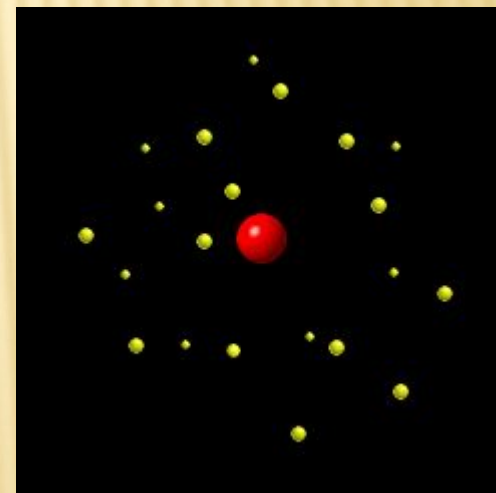
Изотопы находят широкое применение в биологии, медицине, географии, технике и археологии. Например, в медицине кобальт-60 применяют для лечения рака, железо-59 – для измерения скорости тока крови и изучения заболеваний крови, иод-130 – для диагностики заболеваний щитовидной железы, барий-137 – для диагностики заболеваний пищеварительной системы.



Установка протонной терапии рака (слева) и результат сканирования тела с помощью протонно-эмиссионной томографии



Британские ученые используют радиацию для борьбы с инфарктом. В основе технологии лежит использование **радиоактивного изотопа**, «подсвечивающего» опасные отложения в артериях, которые таким образом оказываются видны во время магнитно-резонансной томографии.

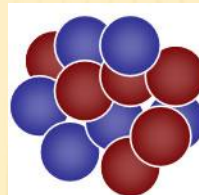


Меченные атомы используют в животноводстве. Добавляя, например, в корма коровы ^{131}I , изучают его обмен в щитовидной железе. По результатам исследования определяют дальнейшую молочную продуктивность животного.

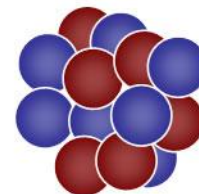


Стабильность ядер зависит от числа протонов и нейтронов, входящих в их состав, и от их соотношения. В максимально устойчивых **ядрах легких элементов** на 1 протон приходится 1 нейтрон, т. е. соблюдается соотношение:

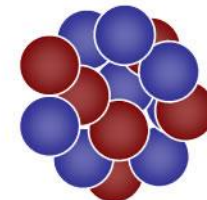
$$\frac{N_p}{N_n} = 1$$



carbon-12
98.9%
6 protons
6 neutrons



carbon-13
1.1%
6 protons
7 neutrons

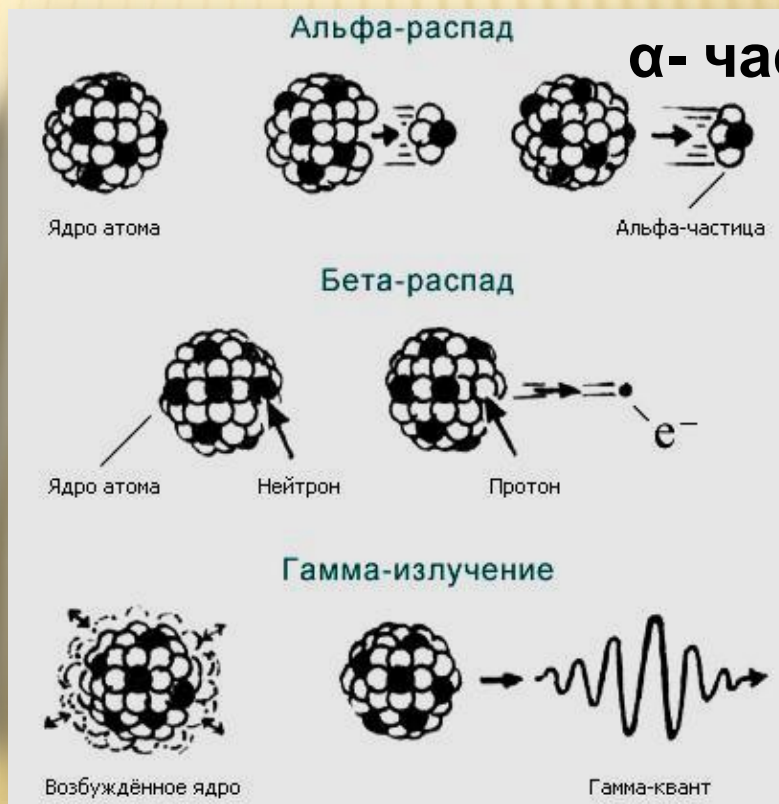


carbon-14
<0.1%
6 protons
8 neutrons

По мере увеличения заряда ядра рост числа нейтронов опережает рост числа протонов и для **ядер тяжелых элементов** отношение числа протонов к числу нейтронов составляет около 0,6. При недостатке или избытке нейтронов ядро становится неустойчивым и распадается (α - и β -распад или γ излучение).



α - и β -частицы, также как и γ -излучение, обладают высокой энергией, измеряемой сотнями тысяч и даже миллионами электрон-вольт. Для сравнения можно сказать, что энергия разрыва одной химической связи измеряется несколькими эВ; энергия, необходимая для удаления одного электрона из окружающей атом электронной оболочки, измеряется несколькими эВ или небольшим числом десятков эВ.



α - частица – ${}^4_2\text{He}$



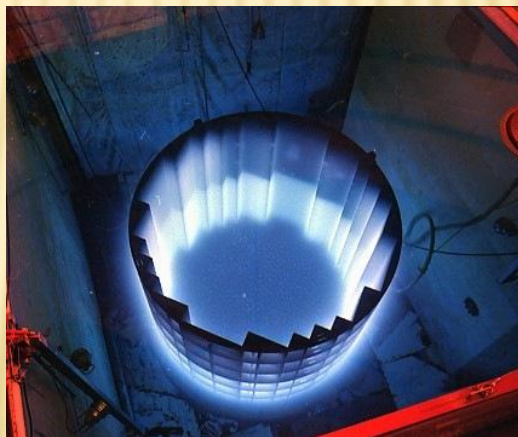
Появление нового ядра в результате **термоядерного синтеза** сопровождается образованием различного рода элементарных частиц и высокоэнергетичных квантов электромагнитного излучения. Наряду со вновь образовавшимся ядром все они имеют большую кинетическую энергию, то есть в реакции термоядерного синтеза происходит преобразование **внутриядерной энергии сильного взаимодействия** в тепловую.



Термоядерные реакции в крупных масштабах осуществлены пока в испытательных взрывах термоядерных (водородных) бомб.



В наши дни один ядерный реактор средней мощности производит 10 т искусственных радиоактивных веществ, большая часть которых относится к короткоживущим изотопам, имеющим период полураспада от нескольких долей секунды до нескольких часов или дней. После выработки ядерного топлива реакторами **АЭС** (атомной электро**с**танции), подводных и надводных кораблей, научно-исследовательских центров остаются сотни тонн радиоактивных отходов, требующих утилизации.



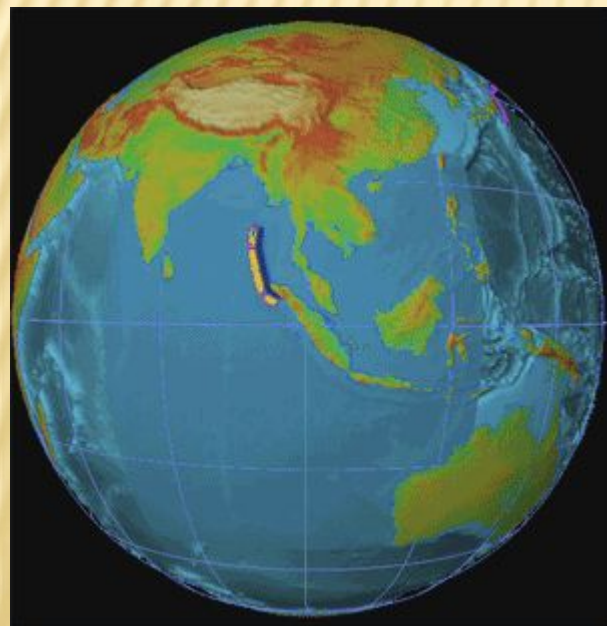
Ядерный реактор



АЭС «Фукусима-1»



11 апреля 2011 г. после ряда аварий, вызванных землетрясением и цунами, на АЭС «Фукусима-1» (Япония) зафиксировали утечку радиации.





авария на чернобыльской аэс
в ссср не было разделения на российское и
украинское горе

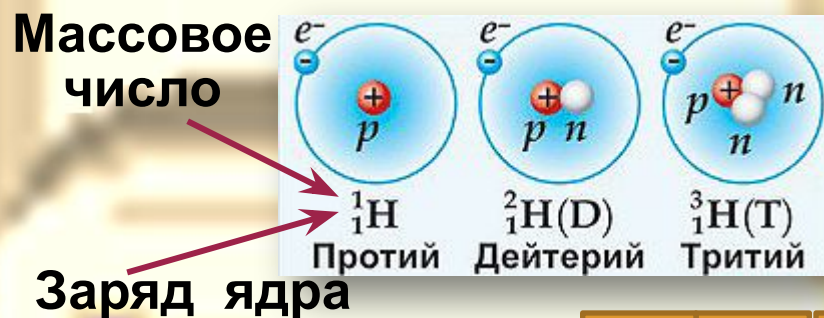
26 апреля 1986 года была
авария на Чернобыльской
АЭС – первенце атомной
энергетики в СССР



Сделаем запись в тетради.

Разновидности атомов одного и того же химического элемента, имеющие одинаковый заряд ядра, но разные массовые числа, называют **изотопами**. Изотопы одного и того же элемента имеют одинаковое число протонов и электронов, а отличаются друг от друга только числом нейтронов.

Каждый **ИЗОТОП** характеризуется двумя величинами: **массовым числом** (его указывают вверху слева от символа элемента) и **зарядом ядра** (его указывают внизу слева от символа элемента).



Сделаем запись в тетради.

Стабильность
ядер зависит от
числа протонов и
нейтронов, входящих
в их состав, и от их
соотношения. В
максимально устойчи-
вых **ядрах легких**
элементов на 1
протон приходится 1
нейтрон, т. е.
соблюдается соотно-
шение:

$$\frac{N_p}{N_n} = 1$$



Проверим, как Вы поняли и запомнили пройденный материал

1. Какое количество нейтронов содержит ядро атома ${}_{17}^{37}\text{Cl}$?
1) 52 2) 20 3) 35 4) 17
2. Какое число нейтронов содержится в атоме ${}_{5}^{11}\text{B}$?
1) 11 2) 5 3) 6 4) 3
3. Какое количество нейтронов содержится в атоме ${}_{15}^{31}\text{P}$?
1) 5 2) 15 3) 16 4) 31
4. Какое количество нейтронов содержится в атоме изотопа ${}_{7}^{15}\text{N}$?
1) 5 2) 7 3) 8 4) 15



5. У атомов ${}_{17}^{35}\text{Cl}$ и ${}_{17}^{37}\text{Cl}$ одинаковое число

- 1) нейтронов в ядре
- 2) нейтронов и протонов
- 3) протонов в ядре
- 4) нейтронов и электронов

6. Изотопы одного элемента имеют

- 1) одинаковое число нейтронов
- 2) одинаковое число протонов
- 3) равную сумму числа протонов и нейтронов
- 4) одинаковую разность числа протонов и нейтронов

7. У атомов ${}_{11}^{23}\text{Na}$ и ${}_{12}^{24}\text{Mg}$ одинаковое число

- 1) нейтронов в ядре
- 2) валентных электронов
- 3) протонов в ядре
- 4) электронов в атоме



8. Относительная атомная масса изотопа численно равна

- 1) сумме числа электронов и протонов
- 2) разности между числом протонов и числом нейтронов
- 3) сумме числа протонов и нейтронов
- 4) порядковому номеру элемента

9. Одинаковое число протонов и нейтронов содержится в атоме

- | | |
|----------------|---------------|
| 1) углерода-14 | 3) фтора-19 |
| 2) углерода-12 | 4) фосфора-31 |

10. Одинаковое число электронов содержится в атомах

- 1) углерода-14, фтора-19
- 2) углерода-12, углерода-14
- 3) фосфора-31, фтора-19
- 4) углерода-12, фтора-19



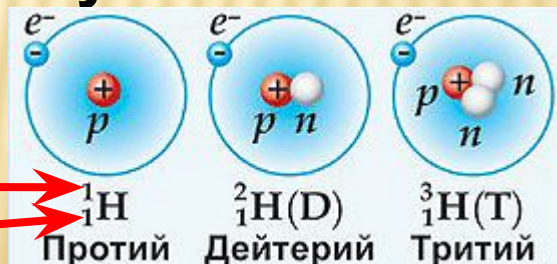
Проверьте свои ответы

1. Какое количество нейтронов содержит ядро атома ${}^{37}_{17}\text{Cl}$?
1) 52 2) 20 3) 35 4) 17

Вспомним: число нейтронов в ядре атома равно разности между массовым числом элемента A и его атомным номером Z :

$$N = A - Z.$$

Изотопы занимают одно место (клетку) в Периодической системе химических элементов Менделеева Д.И. Каждый **изотоп** характеризуется двумя величинами: **массовым числом** (его указывают вверху слева от символа элемента) и **зарядом ядра** (его указывают внизу слева от символа элемента).



Массовое число
Заряд ядра

Ответ: $N(\text{Cl}) = A - Z = 37 - 17 = 20$



2. Какое число нейтронов содержится в атоме $^{11}_5\text{B}$?
1) 11 2) 5 3) 6 4) 3

Ответ: $N(\text{B}) = A - Z = 11 - 5 = 6$

3. Какое количество нейтронов содержится в атоме $^{31}_{15}\text{P}$?
1) 5 2) 15 3) 16 4) 31

Ответ: $N(\text{P}) = A - Z = 31 - 15 = 16$

4. Какое количество нейтронов содержится в атоме изотопа $^{15}_7\text{N}$?
1) 5 2) 7 3) 8 4) 15

Ответ: $N(\text{N}) = A - Z = 15 - 7 = 8$



5. У атомов $^{35}_{17}\text{Cl}$ и $^{37}_{17}\text{Cl}$ одинаковое число

- 1) нейтронов в ядре
- 2) нейтронов и протонов
- 3) протонов в ядре
- 4) нейтронов и электронов

Число нейтронов в ядре атома: $N(\text{Cl}) = A - Z$

$$N(^{35}\text{Cl}) = A - Z = 35 - 17 = 18$$

$$N(^{37}\text{Cl}) = A - Z = 37 - 17 = 20$$

Число протонов и электронов в ядре атома совпадает с номером элемента для ^{35}Cl и ^{37}Cl равны **17**.

Ответ: 3) протонов в ядре



6. Изотопы одного элемента имеют

1) одинаковое число нейтронов

2) одинаковое число протонов

3) равную сумму числа протонов и нейтронов

4) одинаковую разность числа протонов и нейтронов

Изотопы занимают одно место (клетку) в
Периодической системе химических элементов
Менделеева Д.И., следовательно, у них
одинаковое число протонов и электронов.

Ответ: 2) одинаковое число протонов



7. У атомов $^{23}_{11}\text{Na}$ и $^{24}_{12}\text{Mg}$ одинаковое число

- 1) нейтронов в ядре
- 2) валентных электронов
- 3) протонов в ядре
- 4) электронов в атоме

Число нейтронов в ядре атома: $N(\text{Cl}) = A - Z$

$$N(^{23}_{11}\text{Na}) = A - Z = 23 - 11 = 12$$

$$N(^{24}_{12}\text{Mg}) = A - Z = 24 - 12 = 12$$

Число протонов и электронов в ядре атома совпадает с номером элемента для $^{23}_{11}\text{Na}$ это **11**, а для $^{24}_{12}\text{Mg}$ это **12**.

Ответ: 1) нейтронов в ядре



8. Относительная атомная масса изотопа численно равна

- 1) сумме числа электронов и протонов
- 2) разности между числом протонов и числом нейтронов
- 3) сумме числа протонов и нейтронов
- 4) порядковому номеру элемента

Вспомним: суммарное число протонов Z и нейтронов N называют массовым числом атома, которое приблизительно (округлённо) равно относительной **атомной массе** A_r .

Ответ: 3) сумме числа протонов и нейтронов



9. **Одинаковое число протонов и нейтронов содержится в атоме**

1) углерода-14

2) углерода-12

3) фтора-19

4) фосфора-31

Число нейтронов в ядре атома: $N(Cl) = A - Z$

$$N({}^{14}_6C) = A - Z = 14 - 6 = 8$$

$$N({}^{12}_6C) = A - Z = 12 - 6 = 6$$

$$N({}^{19}_9F) = A - Z = 19 - 9 = 10$$

$$N({}^{31}_{15}P) = A - Z = 31 - 15 = 16$$

Число протонов и электронов в ядре атома совпадает с номером элемента для ${}^{14}_6C$ это **6**, для ${}^{12}_6C$ это **6**, для ${}^{19}_9F$ это **9**, для ${}^{31}_{15}P$ это **15**.

Ответ: 2) углерода-12



10. **Одинаковое число электронов содержится в атомах**

- 1) углерода-14, фтора-19
- 2) углерода-12, углерода-14
- 3) фосфора-31, фтора-19
- 4) углерода-12, фтора-19

Число электронов в ядре атома совпадает с номером элемента

для ${}^{14}_6\text{C}$ это **6**,

для ${}^{12}_6\text{C}$ это **6**,

для ${}^{19}_9\text{F}$ это **9**,

для ${}^{31}_{15}\text{P}$ это **15**.

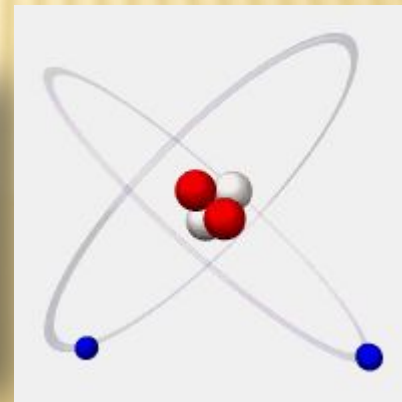
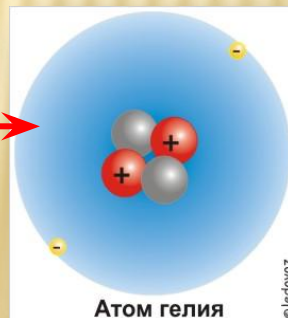
Ответ: 2) углерода-12, углерода-14



Строение электронной оболочки атома

Мы выяснили, что **атом** состоит из положительно заряженного ядра и движущихся вокруг него отрицательно заряженных электронов, которые образуют электронную оболочку. **Электронная оболочка атома** – это совокупность всех электронов данного атома.

Электронная оболочка атома



Рассмотрим, как распределяются электроны вокруг ядра атома. Условно можно представить, что электроны, образующие электронную оболочку атома, размещаются вокруг ядра электронными слоями (одни ближе к ядру, другие – дальше) и обладают различным запасом энергии. Чем ближе к ядру расположены электроны, тем прочнее их связь с ядром, но меньше запас энергии. По мере удаления от ядра атома сила притяжения электрона к ядру уменьшается, а запас энергии увеличивается. Каждый слой состоит из электронов с близкими значениями энергии, поэтому слои электронов называют энергетическими уровнями.

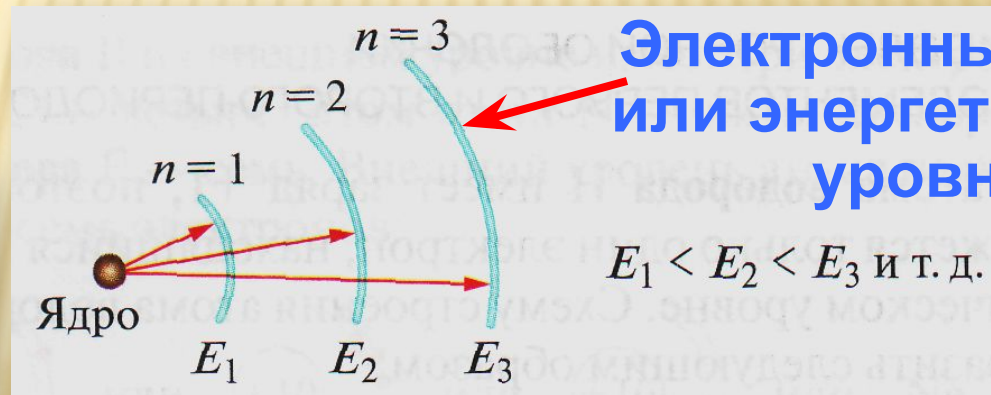


Электронный слой, или энергетический уровень, – это совокупность электронов с близкими значениями энергии (E).

Номер энергетического уровня (n) обозначают цифрами 1, 2, 3, 4, 5...:

n	1	2	3	4	5	6	7
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Сила притяжения электрона к ядру уменьшается, а запас энергии увеличивается



Электронные слои, или энергетические уровни

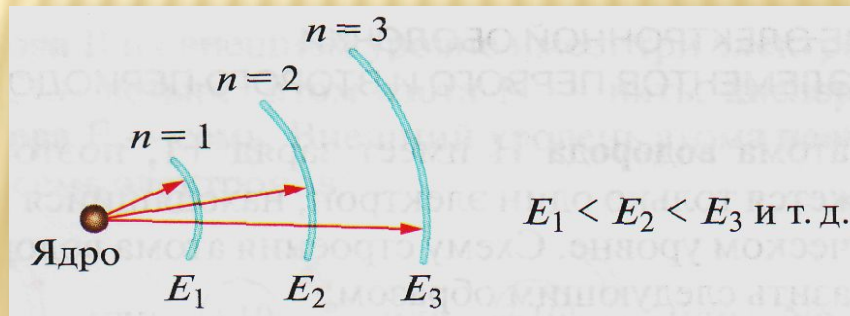
Энергетическая схема электронных слоев



Электроны **внешнего энергетического уровня** обладают максимальным запасом энергии и наименее прочной связью с ядром.

Максимальное число электронов, которые могут находиться на том или ином энергетическом уровне, определяется по формуле: $N = 2n^2$, где N – максимальное число электронов на уровне; n – номер энергетического уровня.

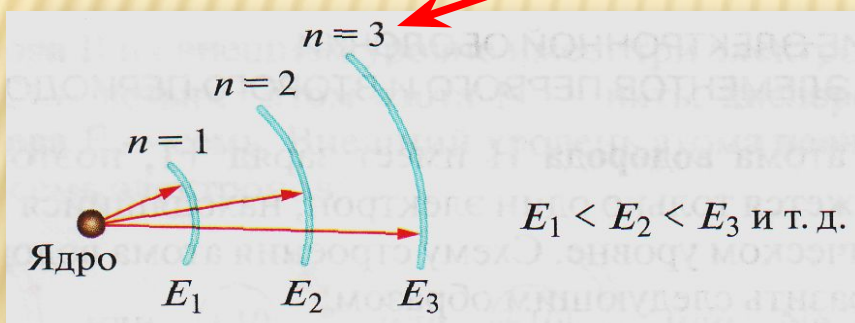
Следовательно, **на первом энергетическом уровне** ($n = 1$) может находиться **не более двух электронов** ($2 \cdot 1^2 = 2$); **на втором** ($n = 2$) – **не более восьми** ($2 \cdot 2^2 = 8$); **на третьем** ($n = 3$) – **не более восемнадцати** ($2 \cdot 3^2 = 18$) и т. д. Кроме того, установлено, что **на внешнем энергетическом уровне** может находиться **не более восьми электронов**.



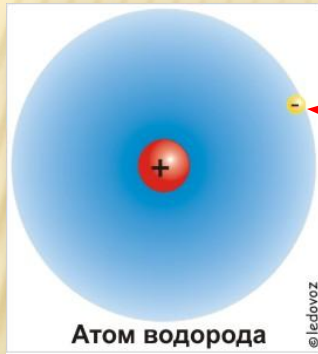
Электронные оболочки атомов

Энергетический уровень	Число электронов
1 уровень $n=1$	$N=2 \cdot 1^2 = 2$ 
2 уровень $n=2$	$N=2 \cdot 2^2 = 8$ 
3 уровень $n=3$	$N=2 \cdot 3^2 = 18$ 
4 уровень $n=4$	$N=2 \cdot 4^2 = 32$ 

Номер энергетического уровня

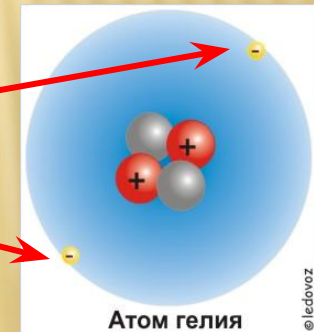


Если энергетический уровень содержит максимально возможное число электронов, то его называют **завершённым**. Энергетические уровни, не содержащие максимального числа электронов, называют **незавершёнными**. На первом энергетическом уровне **максимально** может быть только **два электрона**.



Энергетический уровень незавершён

Энергетический уровень завершён



Теперь мы можем составить упрощённые **схемы строения электронных оболочек атомов** (соотношения размеров ядра и атома на схемах не соблюдены), руководствуясь следующими правилами:

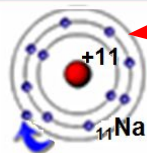
1. **Общее число электронов** в атоме равно заряду ядра атома, т. е. атомному номеру элемента.

2. **Максимальное число электронов** на каждом энергетическом уровне равно $2n^2$.

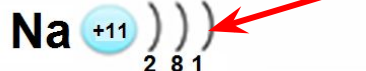
3. На внешнем энергетическом уровне может находиться **не более восьми электронов**, а на первом – **не более двух электронов**.

		Группы			
		I	II	III	IV
Периоды	I	Н 1,00794 ВОДОРОД			
	II	Li 6,941 ЛИТИЙ	Be 9,01218 БЕРИЛЛИЙ	B 10,811 БОР	C 12,011 УГЛЕРОД
	III	Na 22,9897 НАТРИЙ	Mg 24,305 МАГНИЙ	Al 26,9815 АЛЮМИНИЙ	Si 28,0855 КРЕМНИЙ
	IV	K 39,0983 КАЛИЙ	Ca 40,078 КАЛЬЦИЙ	Sc 44,9559 СКАНДИЙ	Ti 47,88 ТИТАН

Число электронов на внешнем энергетическом уровне совпадает с номером группы



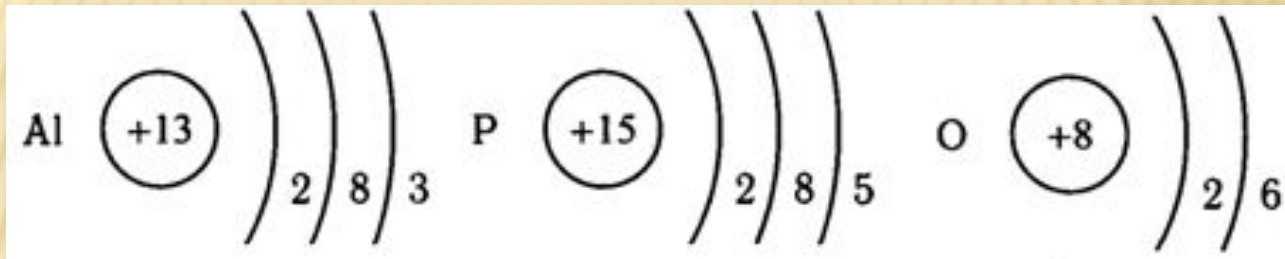
Энергетические уровни



Число энергетических уровней совпадает с номером периода



Схему расположения электронов по электронным слоям, или энергетическим уровням, называют электронной схемой (электронной конфигурацией) атома.



Группы химических элементов

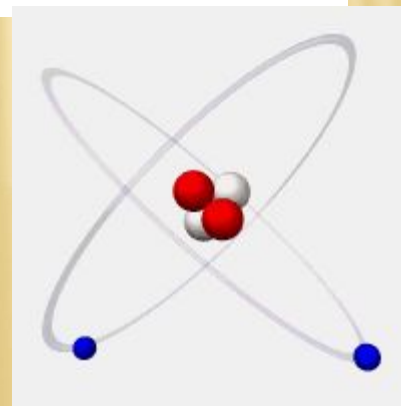
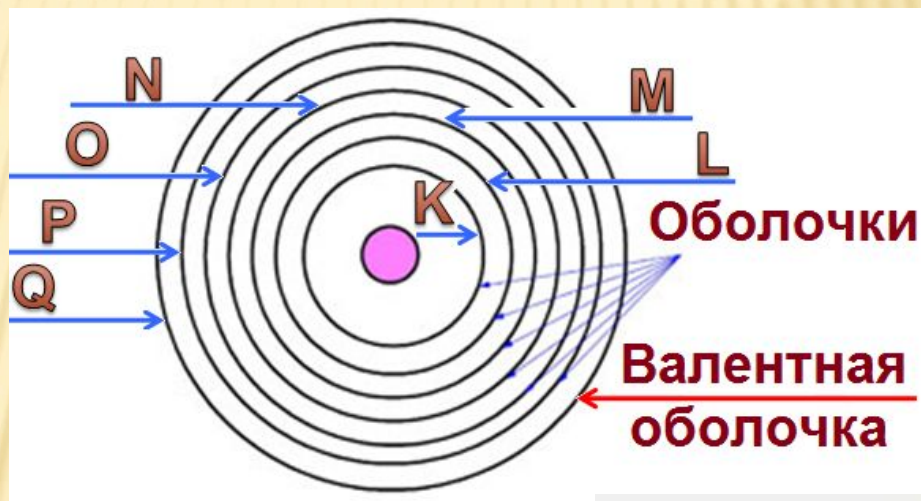
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
I	H 1,00794 ВОДОРОД								He 4,00260 ГЕЛИЙ	
II	Li 6,941 ЛИТИЙ	Be 9,01218 БЕРИЛЛИЙ	B 10,811 БОР	C 12,011 УГЛЕРОД	N 14,0067 АЗОТ	O 15,9994 КИСЛОРОД	F 18,9984 ФТОР		Ne 20,179 НЕОН	
III	Na 22,9897 НАТРИЙ	Mg 24,305 МАГНИЙ	Al 26,9815 АЛЮМИНИЙ	Si 28,0855 КРЕМНИЙ	P 30,9737 ФОСФОР	S 32,066 СЕРА	Cl 35,453 ХЛОР		Ar 39,948 АРГОН	
IV	K 39,0983 КАЛИЙ	Ca 40,078 КАЛЬЦИЙ	Sc 44,9559 СКАНДИЙ	Ti 47,88 ТИТАН	V 50,9415 ВАНАДИЙ	Cr 51,9961 ХРОМ	Mn 54,9380 МАРГАНЕЦ	Fe 55,847 ЖЕЛЕЗО	Co 58,9332 КОБАЛЬТ	Ni 58,6934 НИКЕЛЬ

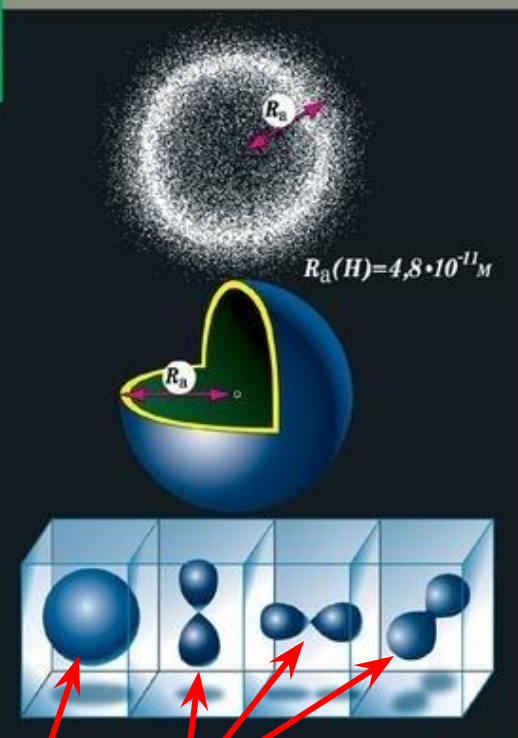


Согласно модели атома Бора, электроны вращаются вокруг ядра по **круговым орбиталям (оболочкам)**. Каждая оболочка имеет строго определенный энергетический уровень, которые Бор обозначил буквами латинского алфавита K, L, M, N и далее.



Датский физик Бор
Нильс-Хенрик-Давид
(7.10.1885 - 18.11.1962)



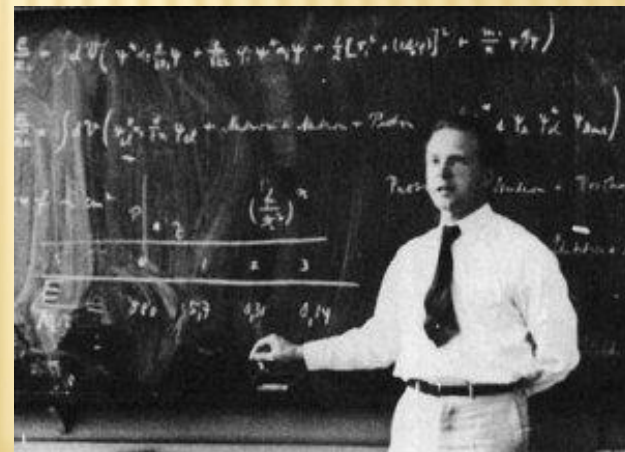
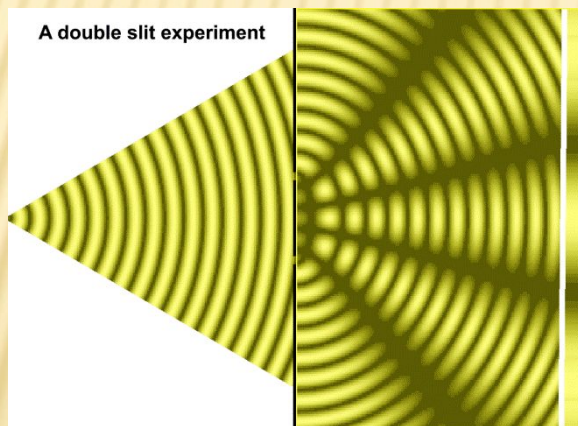


s- и p- орбитали

Согласно принципу неопределенности Гейзенберга, точно определить местонахождение электрона в любой определенный момент времени невозможно. Однако можно указать *вероятность* этого. Область пространства, в которой вероятность нахождения электрона наиболее высока, называется *орбиталью*. Электроны могут занимать 4 орбитали разных типов, которые называются **s**- (*sharp* – резкая), **p**- (*principal* – главная), **d**- (*diffuse* – диффузная) и **f**- (*fundamental* – базовая) орбитали.



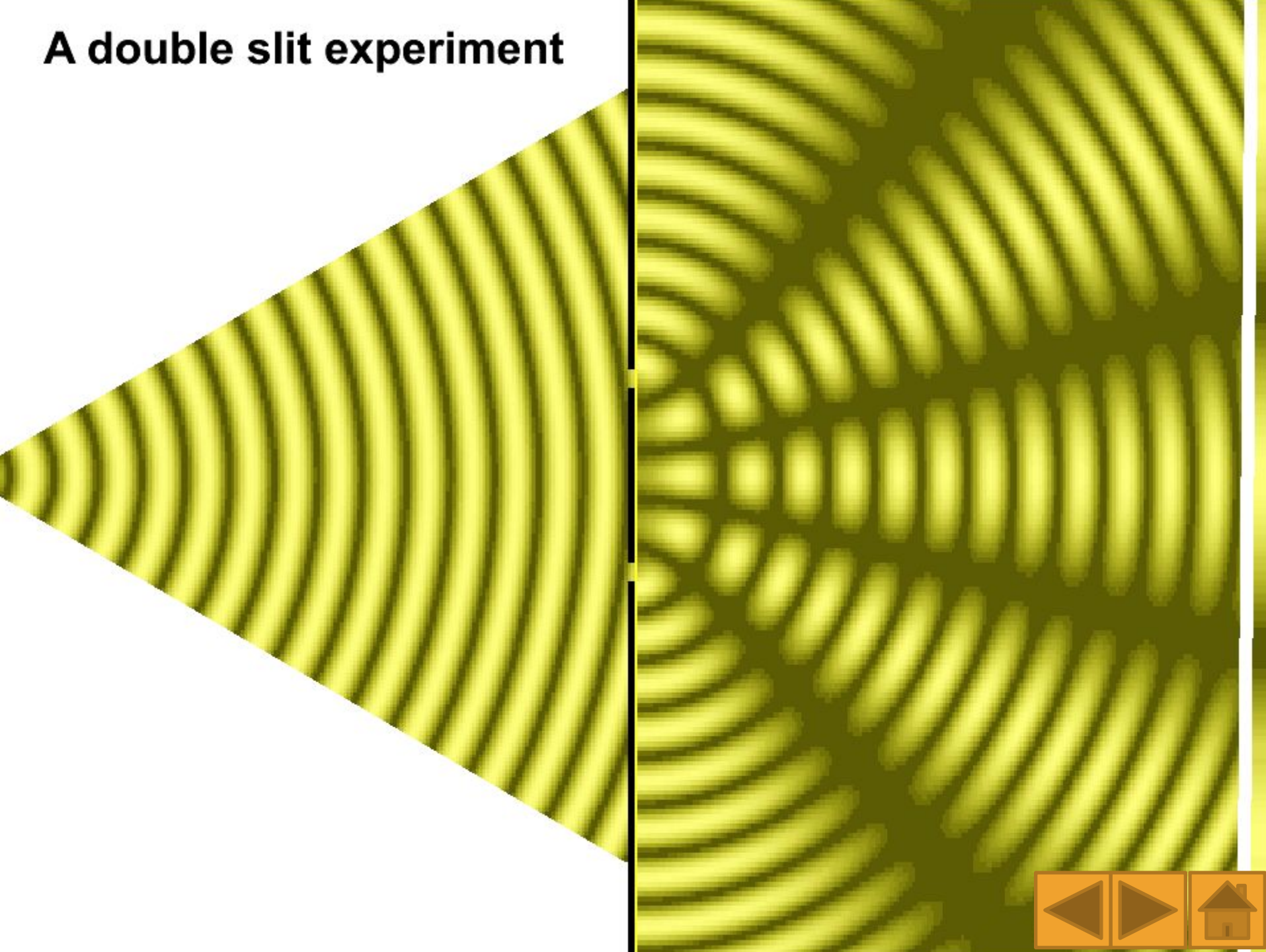
Вернер Гейзенберг сформулировал **принцип неопределенности** в 1927 году. Согласно которому (справедливости ради отметим, что первым об этом замечательном принципе догадался Нильс Бор, но то ли по занятости, то ли из вежливости, то ли еще почему подарил догадку своему ученику и коллеге, который и довел ее до уровня основополагающей истины) **невозможно точно измерить скорость и местоположение элементарной частицы. Чем точнее вы измеряете одно, тем неопределеннее становится другое.**



Физики сумели «упростить» принцип неопределенности Гейзенберга



A double slit experiment





Электронные орбитали атома:

s-орбиталь имеет сферическую форму,

p-орбиталь – форму гантели,

d-орбиталь – форму двух гантелей, перекрещивающихся в двух узловых взаимно перпендикулярных плоскостях,

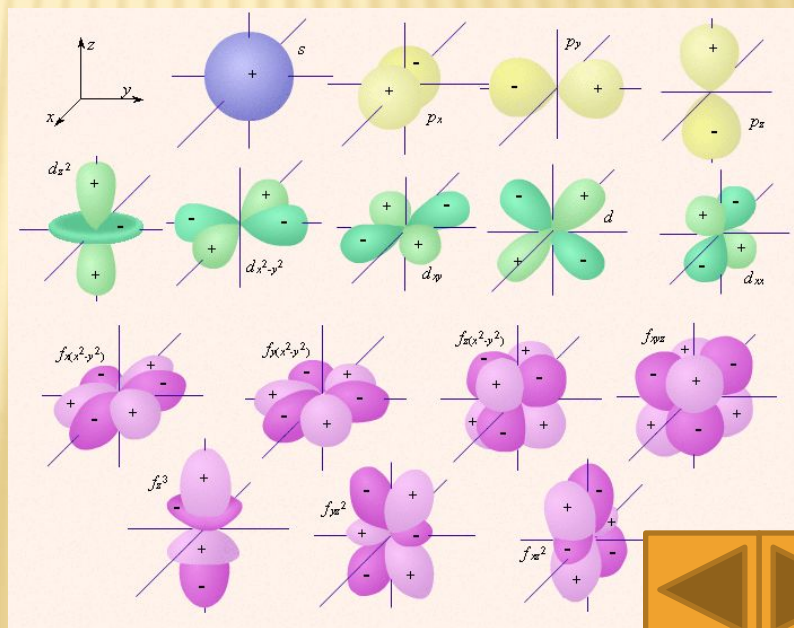
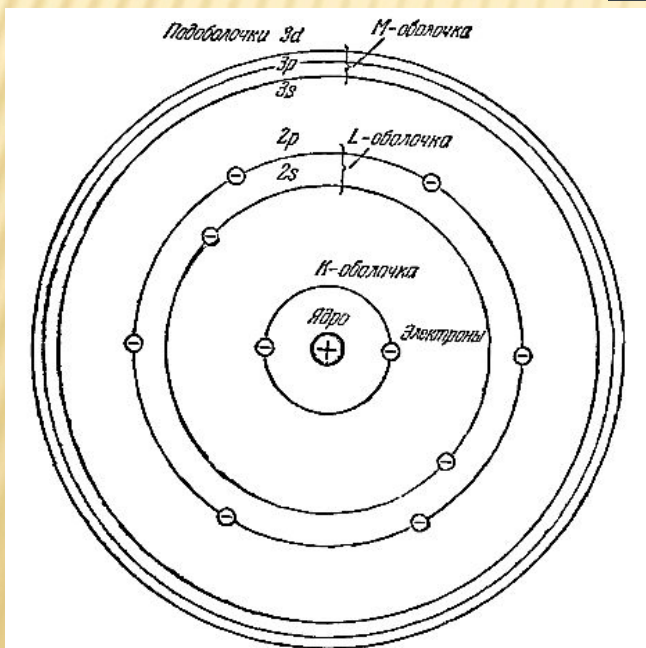
f-орбитали имеют более сложную форму

s-подоболочка состоит из одной s-орбитали,

p-подоболочка – из 3 p-орбиталей,

d-подоболочка – из 5 d-орбиталей,

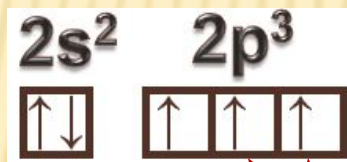
f-подоболочка – из 7 f-орбиталей.



В каждой орбитали может находиться не более 2-х электронов – принцип Паули.

Если в орбитале находится один электрон, то он называется **не спаренным**, если 2 – то это **спаренные** электроны.

Орбитали (изображают квадратиками) данного подуровня заполняются электронами (изображают стрелками – первая вверх, а вторая – вниз) сначала по одному, а затем по второму:

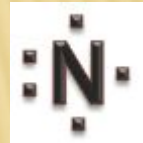
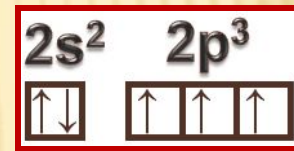
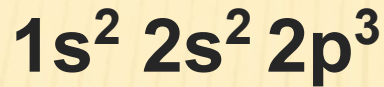
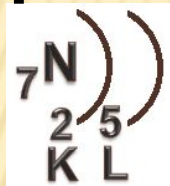


↑
Спаренные
электроны

↑↑↑
Не спаренные
электроны



Электроны можно обозначать не только стрелками в орбитали, но и точками около атома (в этом случае количество спаренных и не спаренных точек должно быть таким же, как и в электронно-графической формуле), например:



Распределение электронов по энергетическим уровням

(электронная схема)

Электронная формула атома












Электронно-графическая формула атома

Группы химических элементов

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
I	Н 1,00794 ВОДОРОД								He 4,00260 ГЕЛИЙ	
II	Li 6,941 ЛИТИЙ	Be 9,01218 БЕРИЛЛИЙ	B 10,811 БОР	C 12,011 УГЛЕРОД	N 14,0067 АЗОТ	O 15,9994 КИСЛОРОД	F 18,9984 ФТОР		Ne 20,179 НЕОН	
III	Na 22,9897 НАТРИЙ	Mg 24,305 МАГНИЙ	Al 26,9815 АЛЮМИНИЙ	Si 28,0855 КРЕМНИЙ	P 30,9737 ФОСФОР	S 32,066 СЕРА	Cl 35,463 ХЛОР		Ar 39,948 АРГОН	
IV	K 39,0983 КАЛИЙ	Ca 40,078 КАЛЬЦИЙ	21 Sc 44,9559 СКАНДИЙ	22 Ti 47,88 ТИТАН	23 V 50,9415 ВАНАДИЙ	24 Cr 51,9961 ХРОМ	25 Mn 54,9380 МАРГАНЕЦ	26 Fe 55,847 ЖЕЛЕЗО	27 Co 58,9332 КОБАЛЬТ	28 Ni 58,6934 НИКЕЛЬ



Электронные орбитали атома (форма, количество и максимальное заполнение электронами)

№ периода	Орбитали	Число орбиталей		Максимальное число электронов	
		В подуровне	В уровне	на подуровне	на уровне
I	1s 		1	2	2
II	2s 		4	2	8
	2p 			6	
III	3s 		9	2	18
	3p 			6	
	3d 			10	
IV	4s 		16	2	32
	4p 			6	
	4d 			10	
	4f 			14	

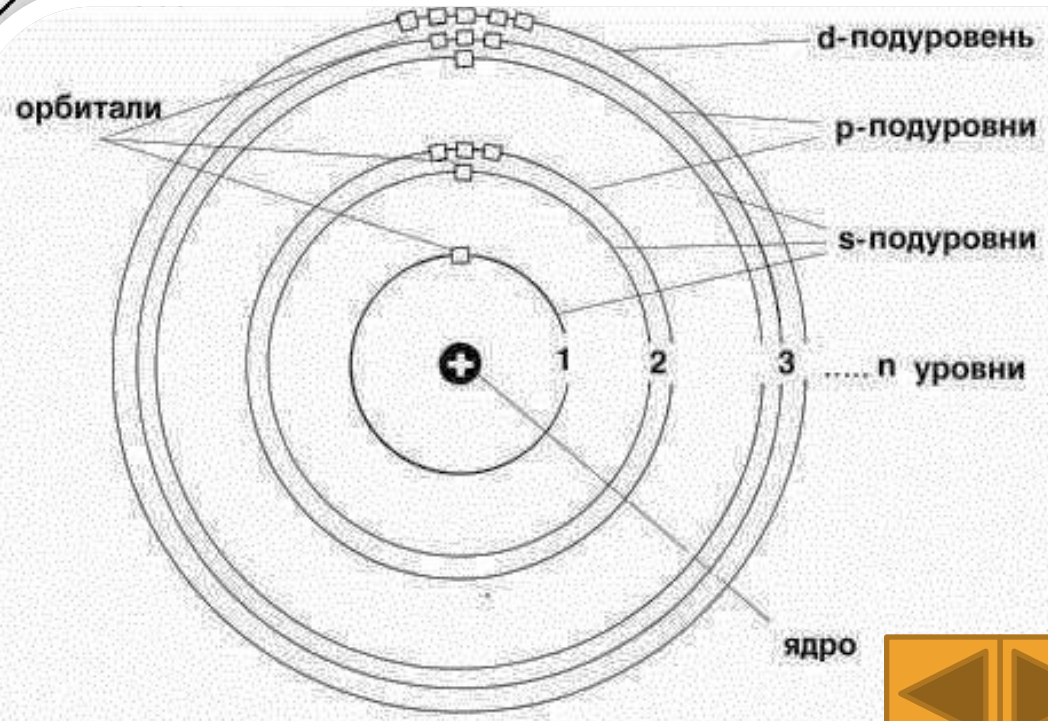
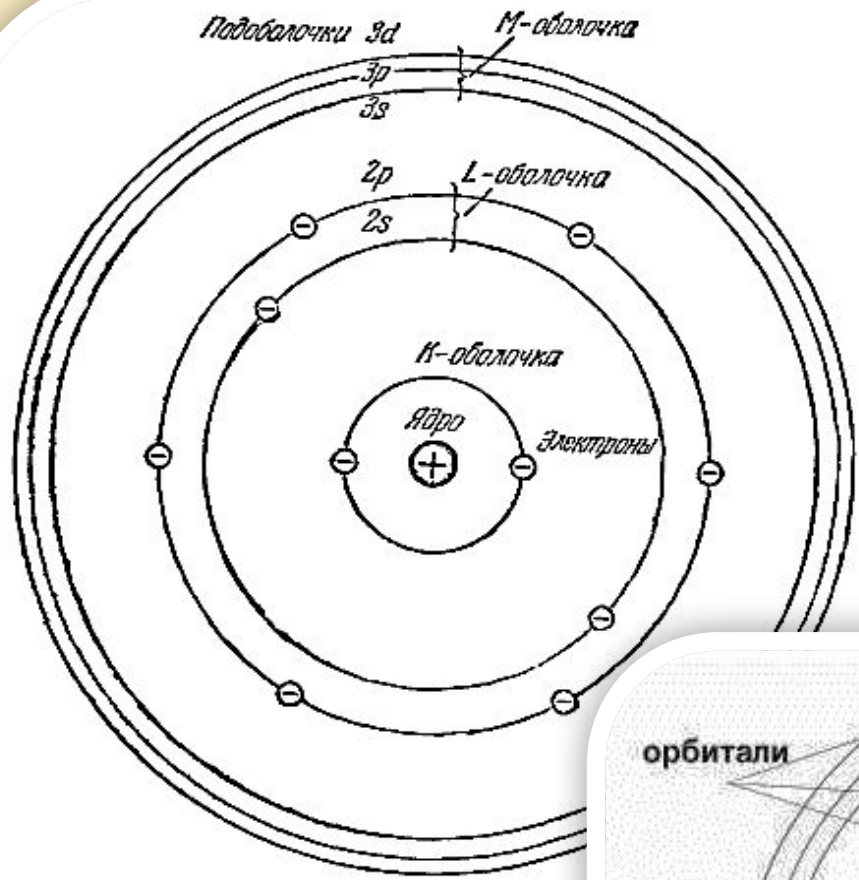


Последовательность заполнения энергетических уровней и подуровней:

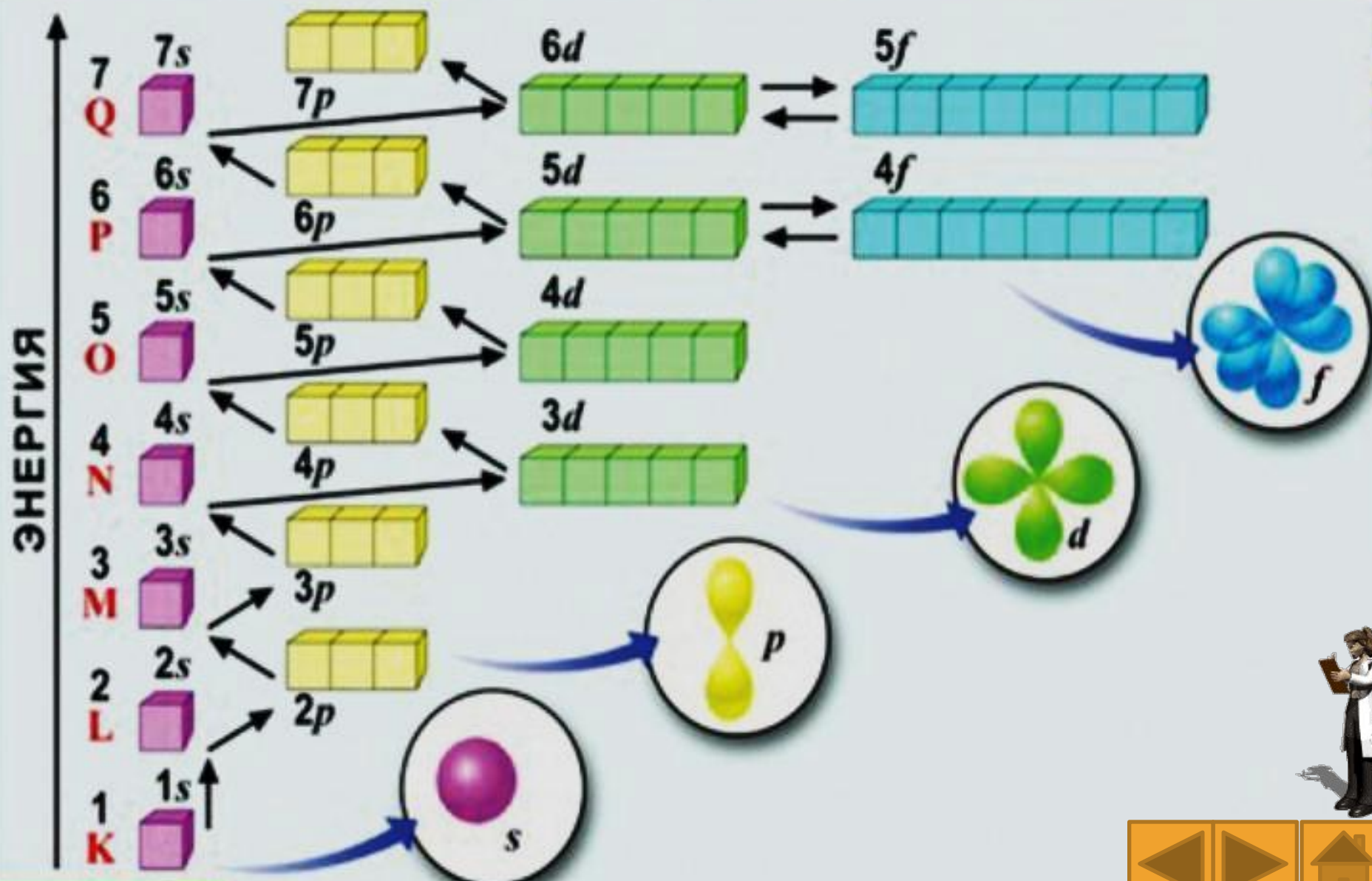
№ периода	1	2	3	4
Заполнение подуровней	1s	2s2p	3s3p	4s3d4p

№ периода	5	6	7
Заполнение подуровней	5s4d5p	6s4f5d6p	7s5f6d7p





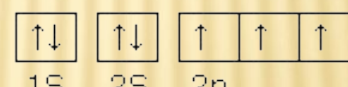
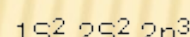
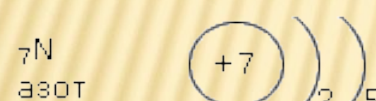
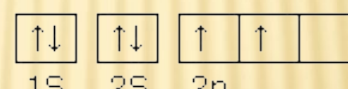
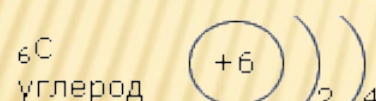
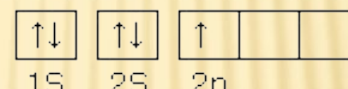
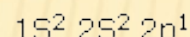
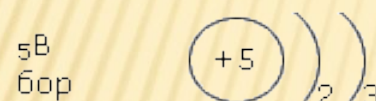
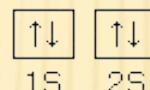
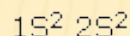
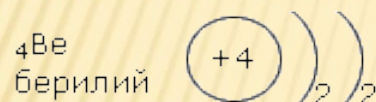
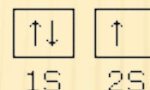
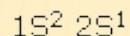
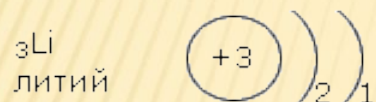
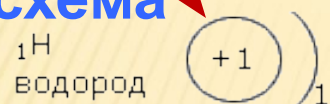
1. ФОРМА ЭЛЕКТРОННЫХ ОБЛАКОВ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ЗАПОЛНЕНИЯ ПОДУРОВНЕЙ ЭЛЕКТРОНАМИ



Электронная схема

Электронная формула атома

Электронно-графическая формула атома



Группы химических элементов



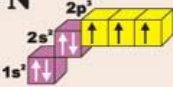



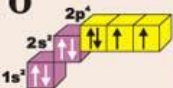

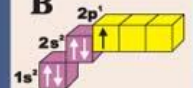





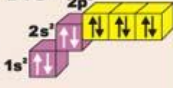

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
I	H 1,00794 ВОДОРОД									He 4,00260 ГЕЛИЙ
II	Li 6,941 ЛИТИЙ	Be 9,01218 БЕРИЛЛИЙ	B 10,811 БОР	C 12,011 УГЛЕРОД	N 14,0067 АЗОТ	O 15,9994 КИСЛОРОД	F 18,9984 ФТОР			Ne 20,179 НЕОН
III	Na 22,9897 НАТРИЙ	Mg 24,305 МАГНИЙ	Al 26,9815 АЛЮМИНИЙ	Si 28,0855 КРЕМНИЙ	P 30,9737 ФОСФОР	S 32,066 СЕРА	Cl 35,463 ХЛОР			Ar 39,948 АРГОН
IV	K 39,0983 КАЛИЙ	Ca 40,078 КАЛЬЦИЙ	21 Sc 44,9559 СКАНДИЙ	22 Ti 47,88 ТИТАН	23 V 50,9415 ВАНАДИЙ	24 Cr 51,9961 ХРОМ	25 Mn 54,9380 МАРГАНЕЦ	26 Fe 55,847 ЖЕЛЕЗО	27 Co 58,9332 КОБАЛЬТ	28 Ni 58,6934 НИКЕЛЬ



3

СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ АТОМОВ ЭЛЕМЕНТОВ II ПЕРИОДА

Электронная схема	Орбитальная модель	Электронная схема	Орбитальная модель
Li 		N 	
Be 		O 	
B 		F 	
C 		Ne 	

ХИМИЯ EDUSTRONG НАПРМ

Группы химических элементов

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
I	H 1,00794 ВОДОРОД								He 4,00260 ГЕЛИЙ
II	Li 6,941 ЛИТИЙ	Be 9,01218 БЕРИЛИЙ	B 10,811 БОР	C 12,011 УГЛЕРОД	N 14,0067 АЗОТ	O 15,9994 КИСЛОРОД	F 18,9984 ФТОР		Ne 20,179 НЕОН
III	Na 22,9897 НАТРИЙ	Mg 24,305 МАГНИЙ	Al 26,9815 АЛЮМИНИЙ	Si 28,0855 КРЕМНИЙ	P 30,9737 ФОСФОР	S 32,066 СЕРА	Cl 35,453 ХЛОР		



Сделаем запись в тетради.

Электронная оболочка атома – это совокупность всех электронов данного атома. Электроны, образующие электронную оболочку атома, размещаются вокруг ядра электронными слоями слои электронов называют энергетическими уровнями.

Электроны **внешнего энергетического уровня** обладают максимальным запасом энергии и наименее прочной связью с ядром.



Сделаем запись в тетради.

На внешнем энергетическом уровне может находиться **не более восьми** электронов, а на первом – **не более двух** электронов.

Область пространства, в которой вероятность нахождения электрона наиболее высока, называется **орбиталью**.

В каждой орбитали может находиться **не более 2-х электронов** – принцип Паули.



Сделаем запись в тетради.

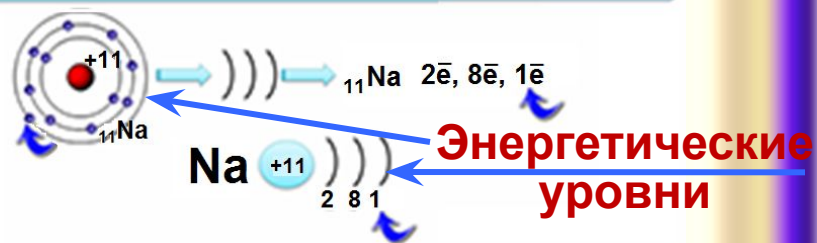
Составление **упрощённых схем строения оболочек электронных атомов** (соотношения размеров ядра и атома на схемах не соблюдены), руководствуясь следующими правилами:

1. **Общее число электронов** в атоме равно заряду ядра атома, т. е. атомному номеру элемента.

2. **Максимальное число электронов** на каждом энергетическом уровне равно $2n^2$.

3. На внешнем энергетическом уровне может находиться **не более восьми электронов**, а на первом — **не более двух электронов**.

Число электронов на внешнем энергетическом уровне совпадает с номером группы



Число энергетических уровней совпадает с номером периода

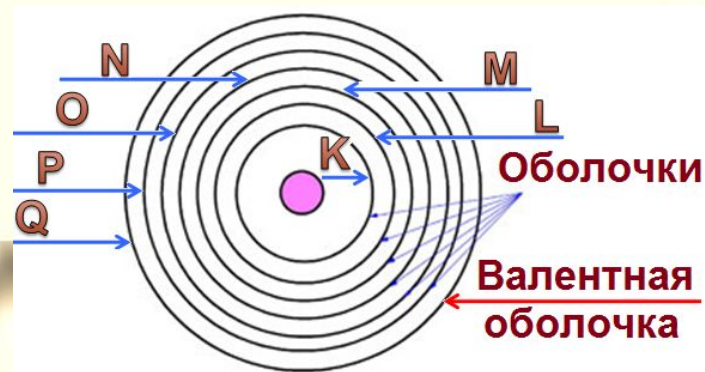


Сделаем запись в тетради.

Если элемент располагается в третьем периоде или дальше, то **на первом** энергетическом уровне у него всегда **два** электрона, а **на втором** – **восемь**.

Согласно модели атома Бора, электроны вращаются вокруг ядра по **круговым орбиталям (оболочкам)**.

Каждая оболочка имеет строго определенный энергетический уровень, которые Бор обозначил буквами латинского алфавита К, L, M, N и далее.

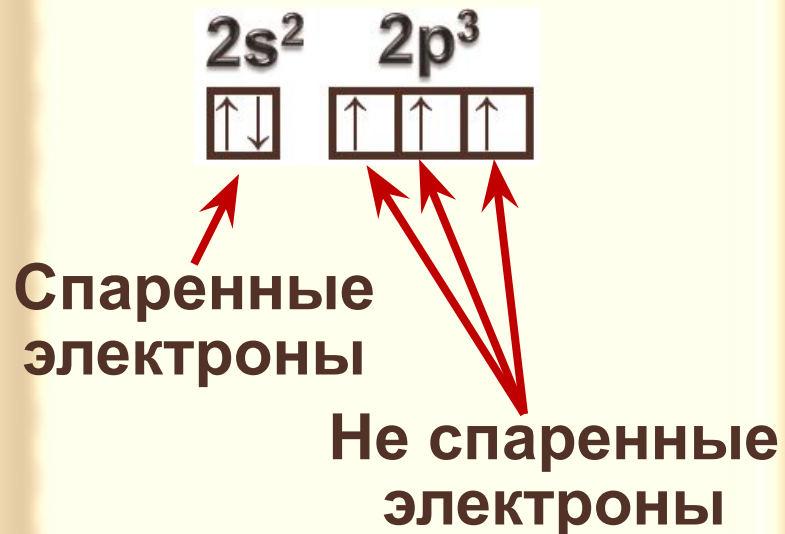


Сделаем запись в тетради.

В каждой орбитали может находиться не более 2-х электронов – принцип Паули.

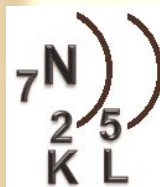
Если в орбитале находится один электрон, то он называется **не спаренным**, если 2 – то это **спаренные** электроны.

Орбитали (изображают квадратиками) данного подуровня заполняются электронами (изображают стрелками – первая вверх, а вторая – вниз) сначала по одному, а затем по второму:



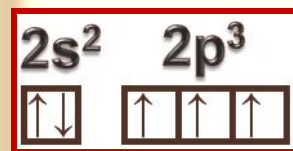
Сделаем запись в тетради.

Электроны можно обозначать не только **стрелками** в орбитали, но и **точками** около атома (в этом случае количество спаренных и не спаренных точек должно быть таким же, как и в электронно-графической формуле), например:



Распределение электронов по энергетическим уровням
(**электронная схема**)

$1s^2 2s^2 2p^3$ – **электронная формула** атома








– **электронно-графическая формула** атома



Сделаем запись в тетради.

Электронные орбитали атома (форма, количество и максимальное заполнение электронами)

№ периода	Орбитали	Число орбиталей		Максимальное число электронов	
		в подуровне	в уровне	на подуровне	на уровне
I	1s 		1	2	2
II	2s 		4	2	8
	2p 			6	
III	3s 		9	2	18
	3p 			6	
	3d 			10	
IV	4s 		16	2	32
	4p 			6	
	4d 			10	
	4f 			14	



Сделаем запись в тетради.

Последовательность заполнения энергетических уровней и подуровней:

№ периода	1	2	3	4
Заполнение подуровней	1s	2s2p	3s3p	4s 3d 4p

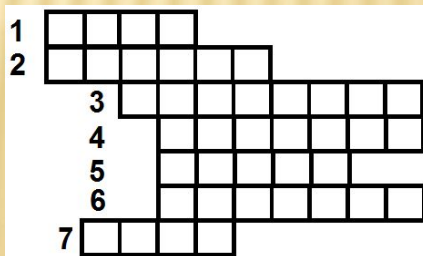
№ периода	5	6	7
Заполнение подуровней	5s 4d 5p	6s 4f 5d 6p	7s 5f 6d 7p



Проверим, как Вы поняли и запомнили пройденный материал

Решите кроссворд:

- 1 – в центре атома находится положительно заряженное ...
- 2 – ... – элементарная частица с положительным зарядом +1
- 3 – ... – стабильная элементарная частица с отрицательным зарядом –1
- 4 – ... – элементы с одинаковым зарядом ядра, но имеющие при этом различную массу
- 5 – массовое ... атома – суммарное число протонов и нейтронов
- 6 – ... – элементарная частица, не имеющая электрического заряда
- 7 – ... – электронейтральная и химически неделимая частица



Сделаем запись в тетради.

1 – в центре атома находится положительно заряженное ...

2 – ... – элементарная частица с положительным зарядом +1

3 – ... – стабильная элементарная частица с отрицательным зарядом -1

4 – ... – элементы с одинаковым зарядом ядра, но имеющие при этом различную массу

5 – массовое ... атома – суммарное число протонов и нейтронов

6 – ... – элементарная частица, не имеющая электрического заряда

7 – ... – электронейтральная и химически неделимая частица

1	я	д	р	о					
2	п	р	о	т	о	н			
		3	э	л	е	к	т	р	о
			4	и	з	о	т	о	п
			5	ч	и	с	л	о	
			6	н	е	й	т	р	о
		7	а	т	о	м			



Классификация элементов на основе строения их атомов

На основе теории строения атомов предложено несколько способов классификации элементов. Один из них – классификация элементов *по числу электронов на внешнем энергетическом уровне*. По этому признаку различают две категории элементов.

Элементы, атомы которых на внешнем энергетическом уровне имеют, как правило, 1, 2, 3 (иногда 4) электрона, образуют вещества – **металлы** (исключение: водород, гелий, бор). Атомы **металлов могут только отдавать** электроны другим атомам.

Группы химических элементов

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
I	H 1,00794 ВОДОРОД								He 4,00260 ГЕЛИЙ	
II	Li 6,941 ЛИТИЙ	Be 9,01218 БЕРИЛЛИЙ	B 10,811 БОР	C 12,011 УГЛЕРОД	N 14,0067 АЗОТ	O 15,9994 КИСЛОРОД	F 18,9984 ФТОР		Ne 20,179 НЕОН	
III	Na 22,9897 НАТРИЙ	Mg 24,305 МАГНИЙ	Al 26,9815 АЛЮМИНИЙ	Si 28,0855 КРЕМНИЙ	P 30,9737 ФОСФОР	S 32,066 СЕРА	Cl 35,463 ХЛОР		Ar 39,948 АРГОН	
IV	K 39,0983 КАЛИЙ	Ca 40,078 КАЛЬЦИЙ	Sc 44,9559 СКАНДИЙ	Ti 47,88 ТИТАН	V 50,9415 ВАНАДИЙ	Cr 51,9961 ХРОМ	Mn 54,9380 МАРГАНЕЦ	Fe 55,847 ЖЕЛЕЗО	Co 58,9332 КОБАЛЬТ	Ni 58,6934 НИКЕЛЬ



Чем легче атомы элемента **отдают** электроны с внешнего уровня, тем в большей степени выражены **металлические** свойства вещества.

Элементы, атомы которых на внешнем энергетическом уровне имеют, как правило, 5, 6, 7, 8 (иногда 4) электронов, образуют вещества – **неметаллы** (к неметаллам относятся также водород, гелий и бор). Атомы неметаллов обладают способностью как **присоединять**, так и **отдавать** электроны.

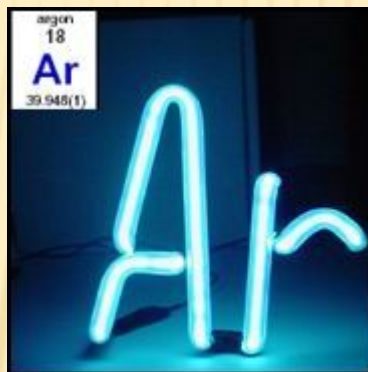
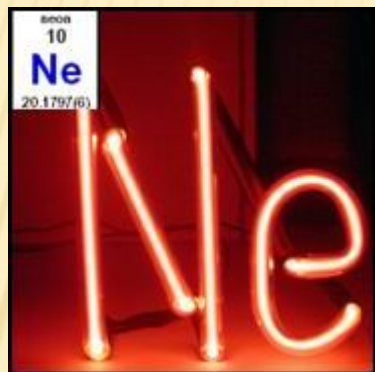
Чем легче атомы элемента **принимают** электроны, недостающие до завершения внешнего уровня, тем в большей степени выражены **неметаллические** свойства вещества.

Группы химических элементов

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
I	Н 1,00794 ВОДОРОД								He 4,00260 ГЕЛИЙ	
II	Li 6,941 ЛИТИЙ	Be 9,01218 БЕРИЛЛИЙ	B 10,811 БОР	C 12,011 УГЛЕРОД	N 14,0067 АЗОТ	O 15,9994 КИСЛОРОД	F 18,9984 ФТОР		Ne 20,179 НЕОН	
III	Na 22,9897 НАТРИЙ	Mg 24,305 МАГНИЙ	Al 26,9815 АЛЮМИНИЙ	Si 28,0855 КРЕМНИЙ	P 30,9737 ФОСФОР	S 32,066 СЕРА	Cl 35,463 ХЛОР		Ar 39,948 АРГОН	
IV	K 39,0983 КАЛИЙ	Ca 40,078 КАЛЬЦИЙ	Sc 44,9559 СКАНДИЙ	Ti 47,88 ТИТАН	V 50,9415 ВАНАДИЙ	Cr 51,9961 ХРОМ	Mn 54,9380 МАРГАНЕЦ	Fe 55,847 ЖЕЛЕЗО	Co 58,9332 КОБАЛЬТ	Ni 58,6934 НИКЕЛЬ



Атомы неметаллов, имеющие завершённый энергетический уровень, образуют **благородные газы**. Их атомы в отличие от атомов других неметаллов **не обладают способностью принимать электроны**.



Благородные газы

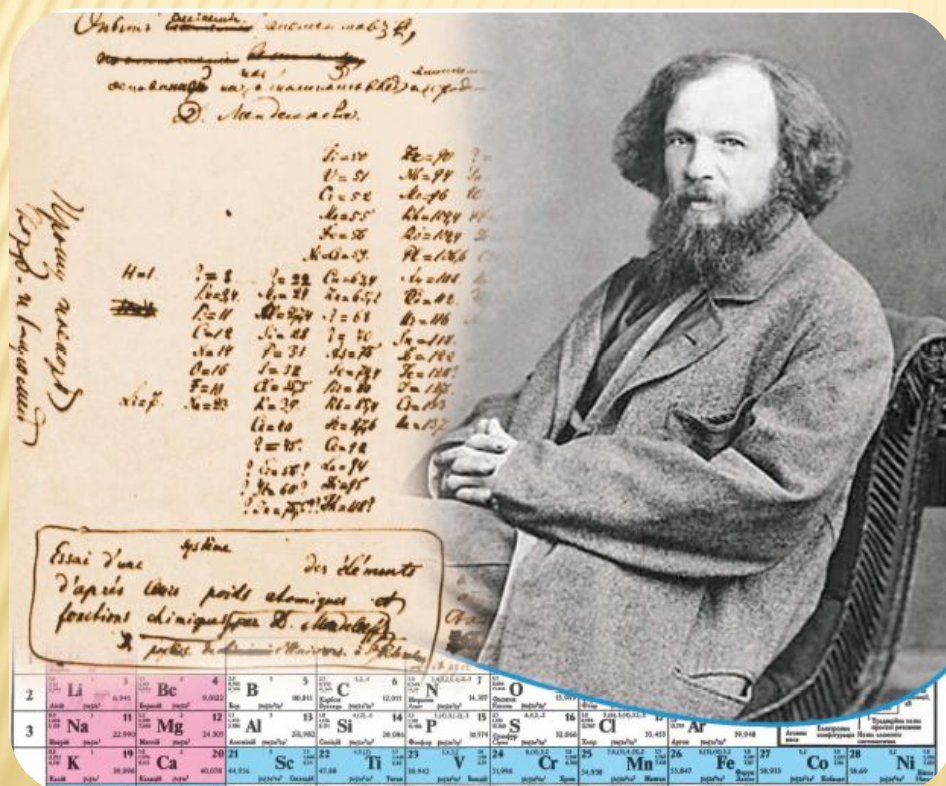
Группы химических элементов

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
I	H 1,00794 ВОДОРОД								He 4,00260 ГЕЛИЙ	
II	Li 6,941 ЛИТИЙ	Be 9,01218 БЕРИЛЛИЙ	B 10,811 БОР	C 12,011 УГЛЕРОД	N 14,0067 АЗОТ	O 15,9994 КИСЛОРОД	F 18,9984 ФТОР		Ne 20,179 НЕОН	
III	Na 22,9897 НАТРИЙ	Mg 24,305 МАГНИЙ	Al 26,9815 АЛЮМИНИЙ	Si 28,0855 КРЕМНИЙ	P 30,9737 ФОСФОР	S 32,066 СЕРА	Cl 35,463 ХЛОР		Ar 39,948 АРГОН	
IV	K 39,0983 КАЛИЙ	Ca 40,078 КАЛЬЦИЙ	Sc 44,9559 СКАНДИЙ	Ti 47,88 ТИТАН	V 50,9415 ВАНАДИЙ	Cr 51,9961 ХРОМ	Mn 54,9380 МАРГАНЕЦ	Fe 55,847 ЖЕЛЕЗО	Co 58,9332 КОБАЛЬТ	Ni 58,6934 НИКЕЛЬ



Периодический закон Д. И. Менделеева

Свойства химических элементов, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величины заряда атомных ядер.



Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева

Д. Менделеев Группы химических элементов

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII										
Периоды	I												He 4,00260 ГЕЛИЙ	2				
	II	Li 6,941 ЛИТИЙ	Be 9,01218 БЕРИЛЛИЙ	B 10,811 БОР	C 12,011 УГЛЕРОД	N 14,0067 АЗОТ	O 15,9994 КИСЛОРОД	F 18,9984 ФТОР							Ne 20,179 НЕОН	10		
	III	Na 22,9897 НАТРИЙ	Mg 24,305 МАГНИЙ	Al 26,9815 АЛЮМИНИЙ	Si 28,0855 КРЕМНИЙ	P 30,9737 ФОСФОР	S 32,066 СЕРА	Cl 35,453 ХЛОР							Ar 39,948 АРГОН	18		
	IV	K 39,0983 КАЛИЙ	Ca 40,078 КАЛЬЦИЙ	Sc 44,9559 СКАНДИЙ	Ti 47,88 ТИТАН	V 50,9415 ВАНАДИЙ	Cr 51,9961 ХРОМ	Mn 54,9380 МАРГАНЕЦ	Fe 55,847 ЖЕЛЕЗО	Co 58,9332 КОБАЛЬТ	Ni 58,69 НИКЕЛЬ							
	V	Rb 85,4678 РУБИДИЙ	Sr 87,62 СТРОНЦИЙ	Y 88,9059 ИТРИЙ	Zr 91,224 ЦИРКОНИЙ	Nb 92,9064 НИОБИЙ	Mo 95,94 МОЛЕБДЕН	Tc 97,9072 ТЕХНЕЦИЙ	Ru 101,07 РУТЕНИЙ	Rh 102,905 РОДИЙ	Pd 106,42 ПАЛЛАДИЙ							
	VI	Cs 132,905 ЦЕЗИЙ	Ba 137,34 БАРИЙ	La 138,905 ЛАНТАН	Hf 178,49 ГАФНИЙ	Ta 180,948 ТАНТАЛ	W 183,85 ВОЛЬФРАМ	Re 186,207 РЕНИЙ	Os 190,2 ОСМИЙ	Ir 192,22 ИРИДИЙ	Pt 195,09 ПЛАТИНА							
	VII	Fr [23] ФРАНЦИЯ	Ra [26] РАДИЙ	Ac 227,027 АКТИНИЙ	Rf [261] РЕЗЕРФОРДИЙ	Db [262] ДУБНИЙ	Sg [263] СИБОРГИЙ	Bh [262] БОРИЙ	Hs [269] ХАССИЙ	Mt [266] МЕЙТНЕРИЙ	Ds [271] ДАРМШТАДИЙ							
		111 Rg [280] РЕНТГЕНИЙ	112 Uub [285] УНУБНИЙ	113 Uut УНУТРИЙ	114 Uuq [289] УНУНКВАДИЙ													
	Лантаноиды	58 Ce 140,12 ЦЕРИЙ	59 Pr 140,908 ПРАЗЕДИМ	60 Nd 144,24 НЕОДИМ	61 Pm [146] ПРОМЕТИЙ	62 Sm 150,4 САМАРИЙ	63 Eu 151,96 ЕВРОПИЙ	64 Gd 157,25 ГАДОЛИНИЙ	65 Tb 158,926 ТЕРБИЙ	66 Dy 162,5 ДИСПРОСИЙ	67 Ho 164,93 ГОЛЬМИЙ	68 Er 167,26 ЭРБИЙ	69 Tm 168,934 ТУЛИЙ	70 Yb 173,04 ИТТЕРБИЙ	71 Lu 174,97 ЛУТЕЦИЙ			
	Актиноиды	90 Th 232,038 ТОРИЙ	91 Pa [231] ПРОТАКТИНИЙ	92 U 238,029 УРАН	93 Np [237] НЕПТУНИЙ	94 Pu [244] ПЛУТОНИЙ	95 Am [243] АМЕРИЦИЙ	96 Cm [247] КУРИЙ	97 Bk [247] БЕРКЛИЙ	98 Cf [251] КАЛИФОРНИЙ	99 Es [254] ЭНЦЕНТРИЙ	100 Fm [257] ФЕРМИЙ	101 Md [258] МЕНДЕЛЕВИЙ	102 No [259] НОВАТОРИЙ	103 Lr [260] ЛОРЕНЦИЙ			



ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

Периоды	Ряды	Г		Р		У		П		П		Ы		А VIII В			
		А	І	ІІ	ІІІ	ІІІІ	ІІІІІ	ІІІІІІ	ІІІІІІІ	ІІІІІІІІ	ІІІІІІІІІ	ІІІІІІІІІІ	ІІІІІІІІІІІ	ІІІІІІІІІІІІ	ІІІІІІІІІІІІІ	ІІІІІІІІІІІІІІ	
1	1	H ¹ 1,008 ВОДОРОД												He ² 4,003 ГЕЛИЙ			
2	2	Li ³ 6,941 ЛИТИЙ	Be ⁴ 9,012 БЕРИЛЛИЙ		B ⁵ 10,811 БОР	C ⁶ 12,011 УГЛЕРОД	N ⁷ 14,007 АЗОТ	O ⁸ 15,999 КИСЛОРОД	F ⁹ 18,998 ФТОР					Ne ¹⁰ 20,179 НЕОН			
3	3	Na ¹¹ 22,990 НАТРИЙ	Mg ¹² 24,312 МАГНИЙ		Al ¹³ 26,982 АЛЮМИНИЙ	Si ¹⁴ 28,086 КРЕМНИЙ	P ¹⁵ 30,974 ФОСФОР	S ¹⁶ 32,064 СЕРА	Cl ¹⁷ 35,453 ХЛОР					Ar ¹⁸ 39,948 АРГОН			
4	4	K ¹⁹ 39,102 КАЛИЙ	Ca ²⁰ 40,08 КАЛЬЦИЙ	Sc ²¹ 44,956 СКАНДИЙ	Ti ²² 47,88 ТИТАН	V ²³ 50,941 ВАНАДИЙ	Cr ²⁴ 51,996 ХРОМ	Mn ²⁵ 54,938 МАРГАНЕЦ	Fe ²⁶ 55,847 ЖЕЛЕЗО	Co ²⁷ 58,933 КОВАЛЬТ	Ni ²⁸ 58,71 НИКЕЛЬ						
	5	Cu ²⁹ 63,546 МЕДЬ	Zn ³⁰ 65,37 ЦИНК		Ga ³¹ 69,72 ГАЛЛИЙ	Ge ³² 72,63 ГЕРМАНИЙ	As ³³ 74,922 МЫШЬЯК	Se ³⁴ 78,96 СЕЛЕН	Br ³⁵ 79,904 БРОМ		Kr ³⁶ 83,80 КРИПТОН						
5	6	Rb ³⁷ 85,468 РУБИДИЙ	Sr ³⁸ 87,62 СТРОНЦИЙ	Y ³⁹ 88,906 ИТРИЙ	Zr ⁴⁰ 91,22 ЦИРКОНИЙ	Nb ⁴¹ 92,906 НИОБИЙ	Mo ⁴² 95,94 МОЛИБДЕН	Tc ⁴³ [99] ТЕХНЕЦИЙ	Ru ⁴⁴ 101,07 РУТЕНИЙ	Rh ⁴⁵ 102,91 РОДИЙ	Pd ⁴⁶ 106,4 ПАЛЛАДИЙ						
	7	Ag ⁴⁷ 107,868 СЕРЕБРО	Cd ⁴⁸ 112,41 КАДМИЙ		In ⁴⁹ 114,82 ИНДИЙ	Sn ⁵⁰ 118,71 ОЛОВО	Sb ⁵¹ 121,76 СУРЬМА	Te ⁵² 127,60 ТЕЛЛУР	I ⁵³ 126,905 ИОД		Xe ⁵⁴ 131,30 КСЕНОН						
6	8	Cs ⁵⁵ 132,905 ЦЕЗИЙ	Ba ⁵⁶ 137,34 БАРИЙ	La ⁵⁷ 138,905 ЛАНТАН	Hf ⁷² 178,49 ГАФНИЙ	Ta ⁷³ 180,948 ТАНТАЛ	W ⁷⁴ 183,85 ВОЛЬФРАМ	Re ⁷⁵ 186,21 РЕНИЙ	Os ⁷⁶ 190,2 ОСМИЙ	Ir ⁷⁷ 192,22 ИРИДИЙ	Pt ⁷⁸ 195,08 ПЛАТИНА						
	9	Au ⁷⁹ 196,967 ЗОЛОТО	Hg ⁸⁰ 200,59 РУТУТЬ		Tl ⁸¹ 204,37 ТАЛЛИЙ	Pb ⁸² 207,19 СВИНЕЦ	Bi ⁸³ 208,98 ВИСМУТ	Po ⁸⁴ [209] ПОЛОНИЙ	At ⁸⁵ [210] АСТАТ		Rn ⁸⁶ [222] РАДОН						
7	10	Fr ⁸⁷ [223] ФРАНЦИЙ	Ra ⁸⁸ [226] РАДИЙ	Ac ⁸⁹ [227] АКТИНИЙ	Rf ¹⁰⁴ [261] РЕЗЕРФОРДИЙ	Db ¹⁰⁵ [262] ДУБИНИЙ	Sg ¹⁰⁶ [263] СИБОРГИЙ	Bh ¹⁰⁷ [264] БОРИЙ	Hs ¹⁰⁸ [265] ХАССИЙ	Mt ¹⁰⁹ [266] МЕЙТНЕРИЙ	Ds ¹¹⁰ [271] ДАРМШТАДИЙ						
Высшие оксиды		R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₅	RO ₃	R ₂ O ₇		RO ₄							
Легучие водородные соединения					RH ₄	RH ₃	H ₂ R	HR									



– элементы, которым соответствуют простые вещества – металлы

– элементы, которым соответствуют простые вещества – неметаллы

2 – элементы, которым соответствуют простые вещества – инертные газы

A – главные подгруппы **B** – побочные подгруппы



Периодическая система
химических элементов состоит из
семи периодов, **десяти рядов** и
восьми групп.

Период – это горизонтальный
ряд элементов, расположенных в
порядке возрастания заряда ядра
их атомов; атомы элементов одного
периода имеют одинаковое число
занятых электронных слоев.

Номер периода (арабская цифра
слева) показывает **число** занятых
электронами **энергетических**
уровней в атомах элементов,
относящихся к данному периоду. В
этом заключается физический
смысл номера периода.

Периоды	Ряды	I		II	
		A	B	A	B
1	1	H 1,008 ВОДОРОД	1 2,10 0,05		
2	2	Li 6,941 ЛИТИЙ	3 0,97 0,159	Be 9,012 БЕРИЛЛИЙ	4 1,47 0,104
3	3	Na 22,99 НАТРИЙ	11 0,93 0,171	Mg 24,312 МАГНИЙ	12 1,23 0,148
4	4	K 39,102 КАЛИЙ	19 0,91 0,216	Ca 40,08 КАЛЬЦИЙ	20 1,04 0,169
	5	Cu 63,546 МЕДЬ	29 1,73 0,119	Zn 65,37 ЦИНК	30 1,86 0,107
5	6	Rb 85,468 РУБИДИЙ	37 0,89 0,229	Sr 87,62 СТРОНЦИЙ	38 0,99 0,184
	7	Ag 107,868 СЕРЕБРО	47 1,42 0,129	Cd 112,41 КАДМИЙ	48 1,36 0,118
6	8	Cs 132,905 ЦЕЗИЙ	55 0,86 0,252	Ba 137,34 БАРИЙ	56 0,97 0,206
	9	Au 196,967 ЗОЛОТО	79 1,42 0,119	Hg 200,59 РТУТЬ	80 1,44 0,113
7	10	Fr [223] ФРАНЦИЙ	87 0,86 0,245	Ra [226] РАДИЙ	88 0,97 0,204



Каждый **период** начинается элементом, атомы которого образуют **активный металл** (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr), и заканчивается элементом, атомы которого образуют **благородный газ** (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn). **Исключение** – первый период, который начинается водородом.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

Периоды	Ряды	Г Р В А П В В Ш А В IV A V A B VI A B VII A																Ы			A VIII B		
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX	X	XI			
1	1	H 1.008 1.005 ВОДОРОД																(H)			He 4.003 ГЕЛИЙ		
2	2	Li 6.941 ЛИТИЙ	Be 9.012 БЕРИЛЛИЙ	B 10.811 БОР		C 12.011 УГЛЕРОД		N 14.007 АЗОТ		O 15.999 КИСЛОРОД		F 18.998 ФТОР		Ne 20.179 НЕОН									
3	3	Na 22.99 НАТРИЙ	Mg 24.312 МАГНИЙ	Al 26.982 АЛЮМИНИЙ		Si 28.086 КРЕМНИЙ		P 30.974 ФОСФОР		S 32.064 СЕРА		Cl 35.453 ХЛОР		Ar 39.948 АРГОН									
4	4	K 39.102 КАЛИЙ	Ca 40.08 КАЛЬЦИЙ	Sc 44.956 СКАНДИЙ	Ti 47.90 ТИТАН	V 50.941 ВАНАДИЙ	Cr 51.996 ХРОМ	Mn 54.938 МАРГАНЕЦ	Fe 55.847 ЖЕЛЕЗО	Co 58.933 КОБАЛЬТ	Ni 58.70 НИКЕЛЬ	Cu 63.546 МЕДЬ											
	5	Rb 85.468 РУБИДИЙ	Sr 87.62 СТРОНЦИЙ	Y 88.906 ИТРИЙ	Zr 91.22 ЦИРКОНИЙ	Nb 92.906 НИОБИЙ	Mo 95.94 МОЛИБДЕН	Tc 98.906 ТЕХНЕЦИЙ	Ru 101.07 РУТЕНИЙ	Rh 102.91 РОДИЙ	Pd 106.4 ПАЛЛАДИЙ	Ag 107.868 СЕРЕБРО											
5	6	Cs 132.905 ЦЕЗИЙ	Ba 137.34 БАРИЙ	La* 138.906 ЛАНТАН	Hf 178.49 ГАФНИЙ	Ta 180.948 ТАНТАЛ	W 183.85 ВОЛЬФРАМ	Re 186.208 РЕНИЙ	Os 190.2 ОСМИЙ	Ir 192.22 ИРИДИЙ	Pt 195.09 ПЛАТИНА	Au 196.967 ЗОЛОТО											
	7	Rb 85.468 РУБИДИЙ	Sr 87.62 СТРОНЦИЙ	Y 88.906 ИТРИЙ	Zr 91.22 ЦИРКОНИЙ	Nb 92.906 НИОБИЙ	Mo 95.94 МОЛИБДЕН	Tc 98.906 ТЕХНЕЦИЙ	Ru 101.07 РУТЕНИЙ	Rh 102.91 РОДИЙ	Pd 106.4 ПАЛЛАДИЙ	Ag 107.868 СЕРЕБРО											
6	8	Cs 132.905 ЦЕЗИЙ	Ba 137.34 БАРИЙ	La* 138.906 ЛАНТАН	Hf 178.49 ГАФНИЙ	Ta 180.948 ТАНТАЛ	W 183.85 ВОЛЬФРАМ	Re 186.208 РЕНИЙ	Os 190.2 ОСМИЙ	Ir 192.22 ИРИДИЙ	Pt 195.09 ПЛАТИНА	Au 196.967 ЗОЛОТО											
	9	Fr 223 АКТИИД	Ra 226 РАДИЙ	Ac** 227 АКТИНИЙ	Rf 261 РЕЗЕРФОРДИЙ	Db 262 ДУБИНИЙ	Sg 263 СИБОРГИЙ	Bh 264 БОРИЙ	Hs 265 ХАССИЙ	Mt 266 МЕЙТНЕРИЙ	Ds 267 ДАРМШТАДИЙ	Fr 223 АКТИИД											
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		Ce 58 ЦЕРИЙ	Pr 59 ПРАЗМОДИЙ	Nd 60 НЕОДИМ	Pm 61 ПРОМЕТИЙ	Sm 62 САМАРИЙ	Eu 63 ЕВРОПИЙ	Gd 64 ГАДОЛИНИЙ	Tb 65 ТЕРБИЙ	Dy 66 ДИСПРОЗИЙ	Ho 67 ГОЛЬМИЙ	Er 68 ЭРБИЙ	Tm 69 ТУЛЬИЙ	Yb 70 ИТТЕРБИЙ	Lu 71 ЛУТЕЦИЙ								
** АКТИНОИДЫ		Th 90 ТОРИЙ	Pa 91 ПРОТАКТИНИЙ	U 92 УРАН	Np 93 НЕПУТЧИЙ	Pu 94 ПЛУТОНИЙ	Am 95 АМЕРИЦИЙ	Cm 96 КУРИЙ	Bk 97 БЕРКЛИЙ	Cf 98 КАЛИФОРНИЙ	Es 99 ЭЙНШТЕЙНИЙ	Fm 100 ФЕРМИЙ	Md 101 МЕНДЕЛЕВИЙ	No 102 НОВАЦИИЙ	Lr 103 ЛОУРЕНСИЙ								



Валентность – способность атомов элементов образовывать химические связи. Количественно валентность определяется числом не спаренных электронов.

Если элемент располагается в **главной подгруппе**, то валентными являются s- и p-электроны внешнего энергетического уровня.

Если элемент располагается в **побочной подгруппе**, то валентными являются s-электроны внешнего энергетического уровня и d-электроны предвнешнего энергетического уровня.



Каждая **группа** состоит из **двух подгрупп**, из которых **главная (А)** содержит больше элементов, чем **побочная (В)**.

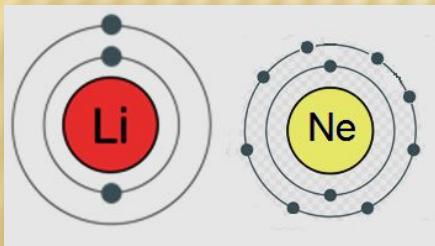
Периоды	Ряды	Г		Р			У		П		П		Ы		A VIII B			
		А	В	А	В	Ш	А	В	IV	А	В	VI	А	В	VII	А	В	
1	1	1 H 1,008 ВОДОРОД												(H)	2 He 4,003 ГЕЛИЙ			
2	2	3 Li 6,941 ЛИТИЙ	4 Be 9,012 БЕРИЛЛИЙ	5 B 10,811 БОР	6 C 12,011 УГЛЕРОД	7 N 14,007 АЗОТ	8 O 15,999 КИСЛОРОД	9 F 18,998 ФТОР	10 Ne 20,179 НЕОН									
3	3	11 Na 22,99 НАТРИЙ	12 Mg 24,312 МАГНИЙ	13 Al 26,982 АЛЮМИНИЙ	14 Si 28,086 КРЕМНИЙ	15 P 30,974 ФОСФОР	16 S 32,064 СЕРА	17 Cl 35,453 ХЛОР	18 Ar 39,948 АРГОН									
4	4	19 K 39,102 КАЛИЙ	20 Ca 40,08 КАЛЬЦИЙ	21 Sc 44,956 СКАНДИЙ	22 Ti 47,90 ТИТАН	23 V 50,941 ВАНАДИЙ	24 Cr 51,996 ХРОМ	25 Mn 54,938 МАРГАНЕЦ	26 Fe 55,847 ЖЕЛЕЗО	27 Co 58,933 КОБАЛЬТ	28 Ni 58,70 НИКЕЛЬ							
	5	29 Cu 63,546 МЕДЬ	30 Zn 65,37 ЦИНК	31 Ga 69,72 ГАЛЛИЙ	32 Ge 72,59 ГЕРМАНИЙ	33 As 74,922 МЫШЬЯК	34 Se 78,96 СЕЛЕН	35 Br 79,904 БРОМ	36 Kr 83,80 КРИПТОН									
5	6	37 Rb 85,468 РУБИДИЙ	38 Sr 87,62 СТРОНЦИЙ	39 Y 88,906 ИТРИЙ	40 Zr 91,22 ЦИРКОНИЙ	41 Nb 92,906 НИОБИЙ	42 Mo 95,94 МОЛИБДЕН	43 Tc [99] ТЕХНЕЦИЙ	44 Ru 101,07 РУТЕНИЙ	45 Rh 102,91 РОДИЙ	46 Pd 106,4 ПАЛЛАДИЙ							
	7	47 Ag 107,868 СЕРЕБРО	48 Cd 112,41 КАДМИЙ	49 In 114,82 ИНДИЙ	50 Sn 118,69 ОЛОВО	51 Sb 121,75 СУРЬМА	52 Te 127,6 ТЕЛЛУР	53 I 126,905 ИОД	54 Xe 131,30 КСЕНОН									
6	8	55 Cs 132,905 ЦЕЗИЙ	56 Ba 137,34 БАРИЙ	57 La 138,905 ЛАНТАН	58 Ce 140,12 ЦЕЗИЙ	59 Pr 140,907 ПРАЗЕОДИМ	60 Nd 144,24 НЕОДИМ	61 Pm [145] ПРОМЕТЕЙ	62 Sm 150,36 СМИТИЙ	63 Eu 151,96 ЕВРОПИЙ	64 Gd 157,25 ГАДОЛИНИЙ	65 Tb 158,93 ТЕРБИЙ	66 Dy 162,50 ДИСПРОЗИЙ	67 Ho 164,93 ГОЛДИЙ	68 Er 167,26 ЕРБИЙ	69 Tm 168,93 ТУЛЬМИЙ	70 Yb 173,05 ИТТЕРБИЙ	71 Lu 174,96 ЛУТЦИЙ
	9	79 Au 196,967 ЗОЛОТО	80 Hg 200,59 РУТУТЬ	81 Tl 204,37 ТАЛЛИЙ	82 Pb 207,19 СВИНЕЦ	83 Bi 208,98 ВИСМУТ	84 Po [209] ПОЛОНИЙ	85 At [210] АСТАТ	86 Rn [222] РАДОН									
7	10	87 Fr [223] ФРАНЦИЙ	88 Ra [226] РАДИЙ	89 Ac [227] АКТИНИЙ	90 Th [232] ТОРИЙ	91 Pa [231] ПРОТАКТИНИЙ	92 U [238] УРАН	93 Np [237] НЕПТУНИЙ	94 Pu [244] ПУМПИНИЙ	95 Am [243] АМЕРИЦИЙ	96 Cm [247] КЮРИЙ	97 Bk [247] БЕРКЕЛИЙ	98 Cf [251] КАЛИФОРНИЙ	99 Es [252] ЭЙЗЕНХАЙМЕР	100 Fm [257] ФЕРМИЙ	101 Md [258] МЭДЖЕРИЙ	102 Ds [261] ДАРСОВИЙ	103 Nh [261] НИХОНИЙ



Малые периоды

Изменение свойств атомов рассмотрим на примере элементов **второго периода**.

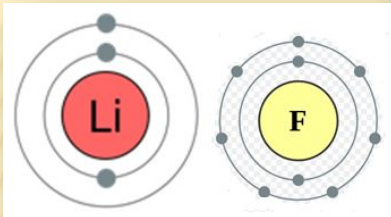
Во **втором периоде** с возрастанием положительного заряда ядра атома происходит последовательное увеличение числа электронов на внешнем энергетическом уровне, а следовательно, и числа **валентных электронов**. В то же время увеличение заряда ядра (от +3 в атоме лития до +10 в атоме неона) вызывает возрастание силы притяжения электронов к ядру. Вследствие этого атомы как бы сжимаются и **радиусы атомов** элементов в периоде уменьшаются.



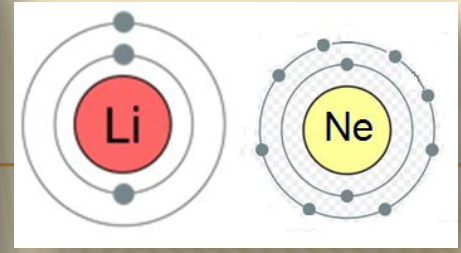
Элемент, заряд ядра его атома	${}_3\text{Li}$	${}_4\text{Be}$	${}_5\text{B}$	${}_6\text{C}$	${}_7\text{N}$	${}_8\text{O}$	${}_9\text{F}$	${}_{10}\text{Ne}$
Радиус атома*, нм	0,159	0,104	0,078	0,062	0,052	0,045	0,040	0,035

Заряд ядер атомов увеличивается, радиус атомов уменьшается





Элемент, заряд ядра его атома	$_3\text{Li}$	$_4\text{Be}$	$_5\text{B}$	$_6\text{C}$	$_7\text{N}$	$_8\text{O}$	$_9\text{F}$	$_{10}\text{Ne}$
Радиус атома*, нм	0,159	0,104	0,078	0,062	0,052	0,045	0,040	0,035
 Заряд ядер атомов увеличивается, радиус атомов уменьшается								




Заряд ядер атомов увеличивается, радиус атомов уменьшается.

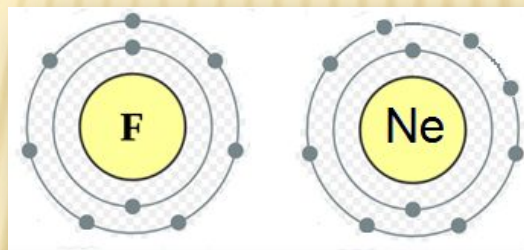
В результате возрастания заряда ядра и уменьшения радиуса атома прочность связи электронов внешнего уровня (валентных электронов) с ядром увеличивается, а способность атомов отдавать электроны (т.е. металлические свойства), ярко выраженная у атомов **лития, постепенно ослабевает при переходе от лития к фтору.**

Периоды	Ряды	Г		Р			У		П		П		Ы						
		А	В	А	В	Ш	А	В	IV	А	В	V	А	В	VI	А	В	VII	А
1	1	1 H 1,008 ВОДОРОД	2 He 4,003 ГЕЛИЙ																
2	2	3 Li 6,941 ЛИТИЙ	4 Be 9,012 БЕРИЛЛИЙ	5 B 10,811 БОР	6 C 12,011 УГЛЕРОД	7 N 14,007 АЗОТ	8 O 15,999 КИСЛОРОД	9 F 18,998 ФТОР	10 Ne 20,179 НЕОН										
3	3	11 Na 22,99 НАТРИЙ	12 Mg 24,312 МАГНИЙ	13 Al 26,982 АЛЮМИНИЙ	14 Si 28,086 КРЕМНИЙ	15 P 30,974 ФОСФОР	16 S 32,064 СЕРА	17 Cl 35,453 ХЛОР	18 Ar 39,948 АРГОН										
		19 K 39,098 КАЛИЙ	20 Ca 40,078 КАЛЬЦИЙ	21 Sc 44,956 СКАНДИЙ	22 Ti 47,88 ТИТАН	23 V 50,942 ВАНАДИЙ	24 Cr 51,996 ХРОМ	25 Mn 54,938 МАРГАНЕЦ	26 Fe 55,845 ЖЕЛЕЗО										



Элемент, заряд ядра его атома	${}_3\text{Li}$	${}_4\text{Be}$	${}_5\text{B}$	${}_6\text{C}$	${}_7\text{N}$	${}_8\text{O}$	${}_9\text{F}$	${}_{10}\text{Ne}$
Радиус атома*, нм	0,159	0,104	0,078	0,062	0,052	0,045	0,040	0,035
 Заряд ядер атомов увеличивается, радиус атомов уменьшается								

Фтор образует вещество, являющееся типичным неметаллом, атомы которого способны только присоединять электроны. Завершается второй период элементом, атомы которого образуют благородный газ – **неон**.



Периоды	Ряды	Г		Р			У		П		П		Ы							
		А	В	А	В	Ш	А	В	IV	А	В	V	А	В	VI	А	В	VII	А	
1	1	1 H 1,008 ВОДОРОД	2,10 0,05																	2 He 4,003 ГЕЛИЙ
2	2	3 Li 6,941 ЛИТИЙ	0,97 0,159	4 Be 9,012 БЕРИЛЛИЙ	1,47 0,104	2,01 0,078	5 B 10,811 БОР	2,59 0,062	6 C 12,011 УГЛЕРОД	3,07 0,052	7 N 14,007 АЗОТ	3,50 0,045	8 O 15,999 КИСЛОРОД	4,00 0,040	9 F 18,998 ФТОР	10,000 0,035	10 Ne 20,179 НЕОН			
3	3	11 Na 22,99 НАТРИЙ	0,93 0,171	12 Mg 24,312 МАГНИЙ	1,23 0,148	13 Al 26,982 АЛЮМИНИЙ	1,47 0,131	14 Si 28,086 КРЕМНИЙ	1,74 0,107	15 P 30,974 ФОСФОР	2,2 0,092	16 S 32,064 СЕРА	2,60 0,081	17 Cl 35,453 ХЛОР	2,83 0,073	18 Ar 39,948 АРГОН	0,066			
		19 K	0,91	20 Ca	1,04	21 Sc	1,90	22 Ti	1,32	23 V	1,56	24 Cr	1,66	25 Mn	1,60	26 Fe				



В **третьем** периоде начинает заполняться электронами **новый** (третий) энергетический уровень, и **электронные структуры атомов** повторяются. В связи с повторением **электронных структур атомов** характер изменения свойств атомов элементов в третьем периоде такой же, как и во втором. Например, атомы **натрия**, как и атомы лития, легко отдают электроны, а атомы **хлора**, как и атомы фтора, активно их присоединяют. Завершается третий период также элементом, атомы которого образуют **благородный газ – аргон**.

Периоды	Ряды	Г			Р			У		П		П		Ы			
		А	І	В	А	ІІ	ІІІ	ІІІ	ІІІ	ІІІ	ІІІ	ІІІ	ІІІ	ІІІ	ІІІ		
1	1	Н ¹ 1,008 ВОДОРОД	2,10 0,05											(Н)	2 He 0,029 ГЕЛИЙ	4,003	
2	2	Li ³ 6,941 ЛИТИЙ	0,97 0,159	Be ⁴ 9,012 БЕРИЛЛИЙ	1,47 0,104	2,01 ⁵ 0,078	B ⁵ 10,811 БОР	2,50 ⁶ 0,062	C ⁶ 12,011 УГЛЕРОД	3,07 ⁷ 0,052	N ⁷ 14,007 АЗОТ	3,50 ⁸ 0,045	O ⁸ 15,999 КИСЛОРОД	4,00 ⁹ 0,040	F ⁹ 18,998 ФТОР	0,035	10 Ne 20,179 НЕОН
3	3	Na ¹¹ 22,99 НАТРИЙ	0,93 0,171	Mg ¹² 24,312 МАГНИЙ	1,23 0,148	1,47 ¹³ 0,131	Al ¹³ 26,982 АЛЮМИНИЙ	1,74 ¹⁴ 0,107	Si ¹⁴ 28,086 КРЕМНИЙ	2,2 ¹⁵ 0,092	P ¹⁵ 30,974 ФОСФОР	2,60 ¹⁶ 0,081	S ¹⁶ 32,064 СЕРА	2,83 ¹⁷ 0,073	Cl ¹⁷ 35,453 ХЛОР	0,066	18 Ar 39,948 АРГОН
4	4	K ¹⁹ 39,102 КАЛИЙ	0,91 0,216	Ca ²⁰ 40,08 КАЛЬЦИЙ	1,04 0,169	Sc ²¹ 44,956 СКАНДИЙ	1,20 0,157	Ti ²² 47,90 ТИТАН	1,32 0,148	V ²³ 50,941 ВАНАДИЙ	1,45 0,140	Cr ²⁴ 51,996 ХРОМ	1,56 0,145	Mn ²⁵ 54,938 МАРГАНЕЦ	1,6 0,1		



Повторим: изменения некоторых характеристик и свойств атомов элементов во втором и третьем периодах (от лития до аргона) носят **периодический характер**, т. е. повторяются через определённое число элементов (в переводе с греческого языка **периодический** – появляющийся через определённый интервал).

Периоды	Ряды	Г		Р		У		П		П		Ы					
		А	В	А	В	А	В	А	В	А	В	А	В				
1	1	Н ¹ 1,008 ВОДОРОД	2,10 0,05											2 He 0,029 ГЕЛИЙ	4,003		
2	2	Li ³ 6,941 ЛИТИЙ	0,97 0,159	Be ⁴ 9,012 БЕРИЛЛИЙ	1,47 0,104	2,01 0,078	5 В 10,811 БОР	2,50 0,062	6 С 12,011 УГЛЕРОД	3,07 0,052	7 N 14,007 АЗОТ	3,50 0,045	8 O 15,999 КИСЛОРОД	4,00 0,040	9 F 18,998 ФТОР	10 Ne 0,035 НЕОН	20,179
3	3	Na ¹¹ 22,99 НАТРИЙ	0,93 0,171	Mg ¹² 24,312 МАГНИЙ	1,23 0,148	1,47 0,131	13 Al 26,982 АЛЮМИНИЙ	1,74 0,107	14 Si 28,086 КРЕМНИЙ	2,2 0,092	15 P 30,974 ФОСФОР	2,60 0,081	16 S 32,064 СЕРА	2,83 0,073	17 Cl 35,453 ХЛОР	18 Ar 0,066 АРГОН	39,948
4	4	K ¹⁹ 39,102 КАЛИЙ	0,91 0,216	Ca ²⁰ 40,08 КАЛЬЦИЙ	1,04 0,169	Sc ²¹ 44,956 СКАНДИЙ	1,20 0,157	Ti ²² 47,90 ТИТАН	1,32 0,148	V ²³ 50,941 ВАНАДИЙ	1,45 0,140	Cr ²⁴ 51,996 ХРОМ	1,56 0,145	Mn ²⁵ 54,938 МАРГАНЕЦ	1,6 0,1		



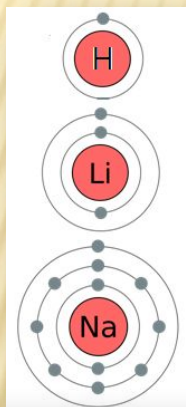
- **металлические свойства атомов элементов убывают;**
- **неметаллические свойства атомов элементов усиливаются;**
- **начало каждого периода совпадает с началом заполнения нового электронного слоя;**
- **каждый период начинается элементом, атомы которого образуют вещество – металл, а заканчивается элементом, атомы которого образуют вещество – благородный газ.**

Периоды	Ряды	Г			Р			У			П			П			Ы				
		А	І	В	А	ІІ	ІІІ	А	В	ІV	А	В	V	А	В	VI	А	В	VII	А	
1	1	H ¹ 1,008 ВОДОРОД	2,10 0,05																		2 He 0,029 4,003 ГЕЛИЙ
2	2	Li ³ 6,941 ЛИТИЙ	0,97 0,159	Be ⁴ 9,012 БЕРИЛЛИЙ	1,47 0,104	2,01 0,078	B ⁵ 10,811 БОР	2,50 0,062	C ⁶ 12,011 УГЛЕРОД	3,07 0,052	N ⁷ 14,007 АЗОТ	3,50 0,045	O ⁸ 15,999 КИСЛОРОД	4,00 0,040	F ⁹ 18,998 ФТОР	0,035 20,179	Ne ¹⁰ 20,179 НЕОН				
3	3	Na ¹¹ 22,99 НАТРИЙ	0,93 0,171	Mg ¹² 24,312 МАГНИЙ	1,23 0,148	1,47 0,131	Al ¹³ 26,982 АЛЮМИНИЙ	1,74 0,107	Si ¹⁴ 28,086 КРЕМНИЙ	2,2 0,092	P ¹⁵ 30,974 ФОСФОР	2,60 0,081	S ¹⁶ 32,064 СЕРА	2,83 0,073	Cl ¹⁷ 35,453 ХЛОР	0,066 39,948	Ar ¹⁸ 39,948 АРГОН				
4	4	K ¹⁹ 39,102 КАЛИЙ	0,91 0,216	Ca ²⁰ 40,08 КАЛЬЦИЙ	1,04 0,169	Sc ²¹ 44,956 СКАНДИЙ	1,20 0,157	Ti ²² 47,90 ТИТАН	1,32 0,148	V ²³ 50,941 ВАНАДИЙ	1,45 0,140	Cr ²⁴ 51,996 ХРОМ	1,56 0,145	Mn ²⁵ 54,938 МАРГАНЕЦ	1,60 0,128						



Главные подгруппы

В главных подгруппах сверху вниз увеличивается число занятых электронами энергетических уровней, поэтому возрастают радиусы атомов. Число электронов на внешнем уровне остаётся одинаковым.



Период (число электронных слоёв)	Элемент, заряд ядра его атома	Радиус атома, нм	Электронная схема атома
1	${}_1\text{H}$	0,050	$1e^-$
2	${}_3\text{Li}$	0,159	$2e^- 1e^-$
3	${}_{11}\text{Na}$	0,171	$2e^- 8e^- 1e^-$

Периоды	Ряды	I A		II A		III A		IV A		V A		VI A		VII A		VIII A	
		Li	Na	Be	Mg	B	Al	C	Si	P	S	Cl	Ar	Kr	Xe	Rn	
1	1	H 1,008 ВОДОРОД															He 4,003 ГЕЛИЙ
2	2	Li 6,941 ЛИТИЙ		Be 9,012 БЕРИЛЛИЙ		B 10,811 БОР		C 12,011 УГЛЕРОД		N 14,007 АЗОТ		O 15,999 КИСЛОРОД		F 18,998 ФТОР		Ne 20,179 НЕОН	
3	3	Na 22,99 НАТРИЙ		Mg 24,312 МАГНИЙ		Al 26,982 АЛЮМИНИЙ		Si 28,086 КРЕМНИЙ		P 30,974 ФОСФОР		S 32,064 СЕРА		Cl 35,453 ХЛОР		Ar 39,948 АРГОН	
4	4	K 39,102 КАЛИЙ		Ca 40,08 КАЛЬЦИЙ		Sc 44,956 СКАНДИЙ		Ti 47,90 ТИТАН		V 50,941 ВАНАДИЙ		Cr 51,996 ХРОМ		Mn 54,938 МАРГАНЕЦ			



Вследствие этого **прочность связи** электронов внешнего уровня (валентных электронов) с ядром уменьшается, а способность атомов отдавать электроны увеличивается.

Обобщим рассмотренные закономерности.

В **главных подгруппах** сверху вниз:

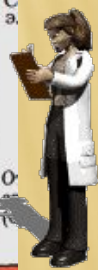
- заряд ядер атомов возрастает;
- число занятых электронами энергетических уровней увеличивается;

Периоды	Ряды	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
1	1	H ¹ 1,008 ВОДОРОД	2,10 0,05	(H)																		2 He 4,003 ГЕЛИЙ
2	2	Li ³ 6,941 ЛИТИЙ	0,97 0,159	Be ⁴ 9,012 БЕРИЛЛИЙ	1,47 0,104	2,01 0,078	B ⁵ 10,811 БОР	2,50 0,062	C ⁶ 12,011 УГЛЕРОД	3,07 0,052	N ⁷ 14,007 АЗОТ	3,50 0,045	O ⁸ 15,999 КИСЛОРОД	4,00 0,040	F ⁹ 18,998 ФТОР	0,035	Ne ¹⁰ 20,179 НЕОН					
3	3	Na ¹¹ 22,99 НАТРИЙ	0,93 0,171	Mg ¹² 24,312 МАГНИЙ	1,23 0,148	1,47 0,131	Al ¹³ 26,982 АЛЮМИНИЙ	1,74 0,107	Si ¹⁴ 28,086 КРЕМНИЙ	2,2 0,092	P ¹⁵ 30,974 ФОСФОР	2,60 0,081	S ¹⁶ 32,064 СЕРА	2,83 0,073	Cl ¹⁷ 35,453 ХЛОР	0,066	Ar ¹⁸ 39,948 АРГОН					
4	4	K ¹⁹ 39,102 КАЛИЙ	0,91 0,216	Ca ²⁰ 40,08 КАЛЬЦИЙ	1,04 0,169	Sc ²¹ 44,956 СКАНДИЙ	1,20 0,157	Ti ²² 47,90 ТИТАН	1,32 0,148	V ²³ 50,941 ВАНАДИЙ	1,45 0,140	Cr ²⁴ 51,996 ХРОМ	1,56 0,145	Mn ²⁵ 54,938 МАРГАНЕЦ	1,6 0,1							



- радиус атомов растёт;
- число электронов на внешнем уровне не изменяется, оно равно номеру группы;
- прочность связи электронов внешнего уровня с ядром уменьшается;
- металлические свойства атомов элементов усиливаются;
- неметаллические свойства атомов элементов ослабевают.

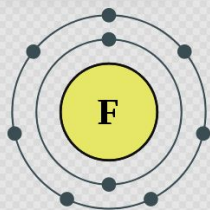
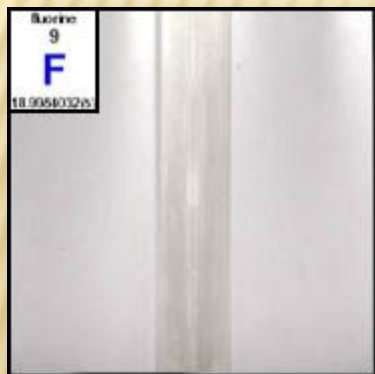
Периоды	Ряды	Группы																				
		А	І	ІІ	ІІІ	ІV	V	VI	VІІ	VІІІ	ІХ	X	XІ	XІІ	XІІІ	XІV	XV	XVІ	XVІІ			
1	1	Н 1,008 ВОДОРОД																		(H)	2 0,029 ГЕЛИЙ	He 4,003
2	2	Li 6,941 ЛИТИЙ	Be 9,012 БЕРИЛЛИЙ		B 10,811 БОР	C 12,011 УГЛЕРОД	N 14,007 АЗОТ	O 15,999 КИСЛОРОД	F 18,998 ФТОР	Ne 20,179 НЕОН										10 0,035 НЕОН	Ne 20,179	
3	3	Na 22,99 НАТРИЙ	Mg 24,312 МАГНИЙ	Al 26,982 АЛЮМИНИЙ	Si 28,086 КРЕМНИЙ	P 30,974 ФОСФОР	S 32,064 СЕРА	Cl 35,453 ХЛОР	Ar 39,948 АРГОН											18 0,066 АРГОН	Ar 39,948	
4	4	K 39,102 КАЛИЙ	Ca 40,08 КАЛЬЦИЙ	Sc 44,956 СКАНДИЙ	Ti 47,90 ТИТАН	V 50,941 ВАНАДИЙ	Cr 51,996 ХРОМ	Mn 54,938 МАРГАНЕЦ														



Рассмотрев изменения свойств атомов элементов в двух направлениях, можно

сделать выводы:

Фтор образует самый активный неметалл, так как его атомы имеют малый радиус (всего два занятых электронами уровня), и поэтому внешние семь электронов сильно притягиваются к ядру;



2,7

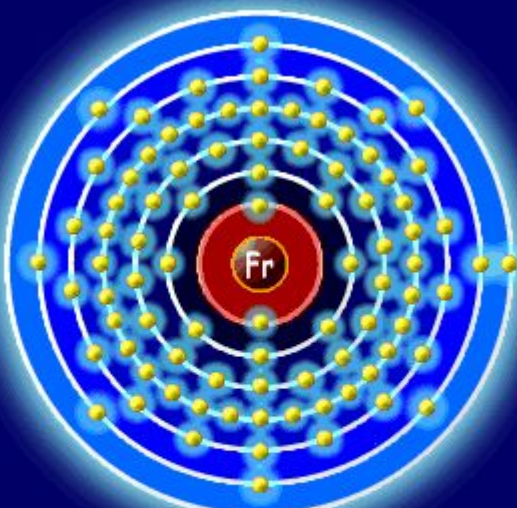
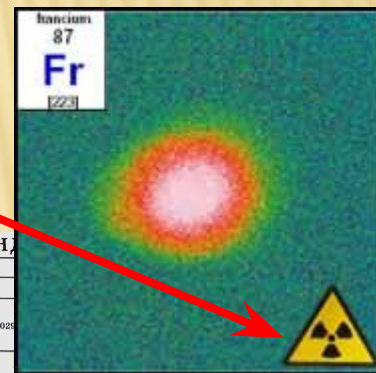
ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

Периоды	Ряды	Г Р У П П Ы																А VIII В																		
		А I	В A	II	В B	III	А V	IV	А V	V	A VI	В VI	A VII	VII	A VIII	В VIII	В																			
1	1	(H)																2 He																		
2	2	3 Li	4 Be	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne										11 Na	12 Mg	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar										
3	3	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr																	
4	4	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe																	
5	5	55 Cs	56 Ba	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	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn			
6	6	87 Fr	88 Ra	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	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Nh	112 Fl	113 Lv	114 Ts	115 Og						
7	7																	117 Nh	118 Og																	
Высшие оксиды		R ₂ O		RO		R ₂ O ₃		RO ₂		R ₂ O ₅		RO ₃		R ₂ O ₇		RO ₄																				
Легучие водородные соединения						RH ₄		RH ₃		H ₂ R		HR																								
* Лантаноиды		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																					
** Actinoidy		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																					



Франций образует самый активный металл, так как его атомы имеют большой радиус (семь занятых энергетических уровней) и на самом далёком от ядра энергетическом уровне находится всего один электрон, слабо связанный с ядром.

Радиоактивный элемент



Francium
87
[223]

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

Периоды	Ряды	Группы																Итого							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI		XVII	XVIII					
1	1	H 1.008																	(H)	1					
2	2	Li 6.941	Be 9.012	B 10.811	C 12.011	N 14.007	O 15.999	F 18.998	Ne 20.179									Ar 39.948	2						
3	3	Na 22.99	Mg 24.312	Al 26.982	Si 28.086	P 30.974	S 32.064	Cl 35.453	Ar 39.948									Neon 20.179	3						
4	4	K 39.102	Ca 40.08	Sc 44.956	Ti 47.88	V 50.941	Cr 51.996	Mn 54.938	Fe 55.847	Co 58.933	Ni 58.708	Cu 63.546	Zn 65.38	Ga 69.723	Ge 72.63	As 74.922	Se 78.96	Br 79.904	Kr 83.80					Argon 39.948	4
5	5	Rb 85.468	Sr 87.62	Y 88.906	Zr 91.224	Nb 92.906	Mo 95.94	Tc 98.906	Ru 101.07	Rh 102.91	Pd 106.4	Ag 107.868	Cd 112.411	In 114.818	Sn 118.710	Sb 121.757	Te 127.60	I 126.905	Xe 131.29					Neon 20.179	5
6	6	Cs 132.905	Ba 137.33	La 138.905	Hf 178.49	Ta 180.948	W 183.85	Re 186.207	Os 190.23	Ir 192.22	Pt 195.084	Au 196.967	Hg 200.59	Tl 204.38	Pb 207.19	Bi 208.98	Po 209	At 210	Rn 222					Argon 39.948	6
7	7	Fr 223	Ra 226	Ac 227	Rf 261	Db 262	Sg 263	Bh 264	Hs 265	Mt 266	Ds 271									Neon 20.179	7				
Высшие оксиды		R ₂ O		RO	R ₂ O ₃		RO ₂	R ₂ O ₅	RO ₃	R ₂ O ₇		RO ₄													
Легучие водородные соединения							RH ₄	RH ₃	H ₂ R		HR														
* Лантаноиды		Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68													
** Actinoidy		Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100													



Сделаем запись в тетради.

Элементы, атомы которых на внешнем энергетическом уровне имеют, как правило, 1, 2, 3 (иногда 4) электрона, образуют вещества – **металлы** (исключение: водород, гелий, бор). Атомы **металлов** могут только *отдавать* электроны другим атомам.

Элементы, атомы которых на внешнем энергетическом уровне имеют, как правило, 5, 6, 7, 8 (иногда 4) электронов, образуют вещества – **неметаллы** (к неметаллам относятся также водород, гелий и бор). Атомы **неметаллов** обладают способностью как *присоединять*, так и *отдавать* электроны.



Сделаем запись в тетради.

Атомы неметаллов, имеющие завершённый энергетический уровень, образуют **благородные газы**. Их атомы в отличие от атомов других неметаллов **не обладают способностью принимать электроны**.



Сделаем запись в тетради.

Периодическая система химических элементов состоит из семи периодов, десяти рядов и восьми групп.


Период — это горизонтальный ряд элементов, расположенных в порядке возрастания заряда ядра их атомов; атомы элементов одного периода имеют одинаковое число занятых электронных слоев.

Группа — это вертикальный столбец элементов, атомы которых имеют одинаковое число валентных электронов.

Номер группы (римская цифра вверху) показывает число валентных электронов в атомах элементов, относящихся к данной группе.



Сделаем запись в тетради.

В **периодах** слева
направо: 

- заряд ядер атомов увеличивается;
- число занятых электронами энергетических уровней в атомах не изменяется;
- число электронов на внешнем энергетическом уровне атомов (валентных) увеличивается от 1 до 8;
- радиус атомов уменьшается;
- прочность связи электронов внешнего уровня (валентных) с ядром увеличивается;

- металлические свойства атомов элементов убывают;
- неметаллические свойства атомов элементов усиливаются;
- начало каждого периода совпадает с началом заполнения нового электронного слоя;
- каждый период начинается элементом, атомы которого образуют вещество – металл, а заканчивается элементом, атомы которого образуют вещество – благородный газ.



Сделаем запись в тетради.

В **главных подгруппах** сверху вниз:

- заряд ядер атомов возрастает;
- число занятых электронами энергетических уровней увеличивается; радиус атомов растёт;
- число электронов на внешнем уровне не изменяется, оно равно номеру группы;

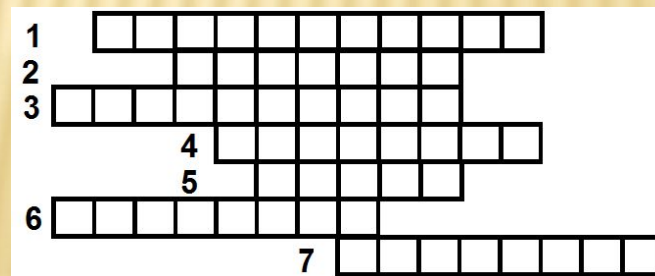
- прочность связи электронов внешнего уровня с ядром уменьшается;
- металлические свойства атомов элементов усиливаются;
- неметаллические свойства атомов элементов ослабевают.



Проверим, как Вы поняли и запомнили пройденный материал

Решите кроссворд:

- 1 – атомы неметаллов, имеющие завершённый энергетический уровень, образуют ... газы
- 2 – элементы, атомы которых на внешнем энергетическом уровне имеют, как правило, 1, 2, 3 (иногда 4) электрона, образуют вещества – ...
- 3 – все химические элементы объединены в единую систему, которая названа Периодической системой химических элементов ...
- 4 – каждый химический элемент представлен в таблице ...
- 5 – номер периода показывает ... занятых электронами энергетических уровней
- 6 – каждый период начинается элементом, атомы которого образуют ... металл
- 7 – атомы металлов могут только ... электроны другим атомам



Сделаем запись в тетради.

- 1 – атомы неметаллов, имеющие завершённый энергетический уровень, образуют ... газы
- 2 – элементы, атомы которых на внешнем энергетическом уровне имеют, как правило, 1, 2, 3 (иногда 4) электрона, образуют вещества – ...
- 3 – все химические элементы объединены в единую систему, которая названа Периодической системой химических элементов ...
- 4 – каждый химический элемент представлен в таблице ...

- 5 – номер периода показывает ... занятых электронами энергетических уровней
- 6 – каждый период начинается элементом, атомы которого образуют ... металл
- 7 – атомы металлов могут только ... электроны другим атомам

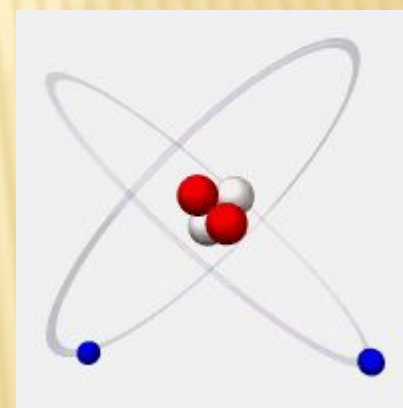
1	б	л	а	г	о	р	о	д	н	ы	е	
2		м	е	т	а	л	л	ы				
3	М	е	н	д	е	л	е	е	в	а		
		4	с	и	м	в	о	л	о	м		
		5		ч	и	с	л	о				
6	а	к	т	и	в	н	ы	й				
				7	о	т	д	а	в	а	т	ь



Практическая работа № 2

«Составление электронного строения атома»

1H водород	$\left(\begin{array}{c} +1 \\ \circ \end{array} \right)_1$	$1s^1$	$\left[\begin{array}{ c } \hline \uparrow \\ \hline \end{array} \right]_{1s}$
2He гелий	$\left(\begin{array}{c} +2 \\ \circ \end{array} \right)_2$	$1s^2$	$\left[\begin{array}{ c } \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \right]_{1s}$
3Li литий	$\left(\begin{array}{c} +3 \\ \circ \end{array} \right)_2 \left. \begin{array}{l}) \\) \end{array} \right)_1$	$1s^2 2s^1$	$\left[\begin{array}{ c } \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \right]_{1s} \left[\begin{array}{ c } \hline \uparrow \\ \hline \end{array} \right]_{2s}$
4Be бериллий	$\left(\begin{array}{c} +4 \\ \circ \end{array} \right)_2 \left. \begin{array}{l}) \\) \end{array} \right)_2$	$1s^2 2s^2$	$\left[\begin{array}{ c } \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \right]_{1s} \left[\begin{array}{ c } \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \right]_{2s}$
5B бор	$\left(\begin{array}{c} +5 \\ \circ \end{array} \right)_2 \left. \begin{array}{l}) \\) \end{array} \right)_3$	$1s^2 2s^2 2p^1$	$\left[\begin{array}{ c } \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \right]_{1s} \left[\begin{array}{ c } \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \right]_{2s} \left[\begin{array}{ c c c } \hline \uparrow & & \\ \hline \end{array} \right]_{2p}$
6C углерод	$\left(\begin{array}{c} +6 \\ \circ \end{array} \right)_2 \left. \begin{array}{l}) \\) \end{array} \right)_4$	$1s^2 2s^2 2p^2$	$\left[\begin{array}{ c } \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \right]_{1s} \left[\begin{array}{ c } \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \right]_{2s} \left[\begin{array}{ c c c } \hline \uparrow & \uparrow & \\ \hline \end{array} \right]_{2p}$
7N азот	$\left(\begin{array}{c} +7 \\ \circ \end{array} \right)_2 \left. \begin{array}{l}) \\) \end{array} \right)_5$	$1s^2 2s^2 2p^3$	$\left[\begin{array}{ c } \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \right]_{1s} \left[\begin{array}{ c } \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \right]_{2s} \left[\begin{array}{ c c c } \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array} \right]_{2p}$



Цель работы: закрепить полученные знания по составлению электронного строения атома.

Задание: напишите электронные формулы атомов **Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar, K, Ca, Se, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Zr**, укажите валентные электроны, покажите распределение электронов по энергетическим уровням, количество протонов, нейтронов, электронов.



Образец выполнения задания

Задание: напишите электронную формулу атома **Ba**, укажите валентные электроны, покажите распределение электронов по энергетическим уровням, количество протонов, нейтронов, электронов.

Решение

Барий располагается в **6** периоде, следовательно, у него **6** энергетических уровней; в главной подгруппе, следовательно, число электронов на внешнем энергетическом уровне совпадает с номером группы (во 2 группе – на внешнем энергетическом уровне у него 2 электрона), **валентными** являются s-электроны внешнего энергетического уровня – **$6s^2$** .



D. Mendeleev

Группы химических элементов

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				
I	H 1 1,00794 ВОДОРОД											He 2 4,00260 ГЕЛИЙ
II	Li 3 6,941 ЛИТИЙ	Be 4 9,01218 БЕРИЛЛИЙ	B 5 10,811 БОР	C 6 12,011 УГЛЕРОД	N 7 14,0067 АЗОТ	O 8 15,9994 КИСЛОРОД	F 9 18,9984 ФТОР					Ne 10 20,179 НЕОН
III	Na 11 22,9897 НАТРИЙ	Mg 12 24,305 МАГНИЙ	Al 13 26,9815 АЛЮМИНИЙ	Si 14 28,0855 КРЕМНИЙ	P 15 30,9737 ФОСФОР	S 16 32,066 СЕРА	Cl 17 35,453 ХЛОР					Ar 18 39,948 АРГОН
IV	K 19 39,0983 КАЛИЙ	Ca 20 40,078 КАЛЬЦИЙ	21 Sc 44,9559 СКАНДИЙ	22 Ti 47,88 ТИТАН	23 V 50,9415 ВАНАДИЙ	24 Cr 51,9961 ХРОМ	25 Mn 54,9380 МАРГАНЕЦ	26 Fe 55,847 ЖЕЛЕЗО	27 Co 58,9332 КОБАЛЬТ	28 Ni 58,69 НИКЕЛЬ		
V	29 Cu 63,546 МЕДЬ	30 Zn 65,39 ЦИНК	31 Ga 69,723 ГАЛЛИЙ	32 Ge 72,59 ГЕРМАНИЙ	33 As 74,9216 МЫШЬЯК	34 Se 78,96 СЕЛЕН	35 Br 79,904 БРОМ					36 Kr 83,80 КРИПТОН
VI	37 Rb 85,4678 РУБИДИЙ	38 Sr 87,62 СТРОНЦИЙ	39 Y 88,9059 ИТРИЙ	40 Zr 91,224 ЦИРКОНИЙ	41 Nb 92,9064 НИОБИЙ	42 Mo 95,94 МОЛБДЕН	43 Tc 97,9072 ТЕХНЕЦИЙ	44 Ru 101,07 РУТЕНИЙ	45 Rh 102,905 РОДИЙ	46 Pd 106,42 ПАЛЛАДИЙ		
	47 Ag 107,868 СЕРЕБРО	48 Cd 112,41 КАДМИЙ	49 In 114,82 ИНДИЙ	50 Sn 118,69 ОЛОВО	51 Sb 121,75 СУРЬМА	52 Te 127,6 ТЕЛЛУР	53 I 126,905 ЙОД					54 Xe 131,3 КСЕНОН
	55 Cs 132,905 ЦЕЗИЙ	56 Ba 137,34 БАРИЙ	57 La 138,905 ЛАНТАН	72 Hf 178,49 ГАФНИЙ	73 Ta 180,948 ТАНТАЛ	74 W 183,85 ВОЛЬФРАМ	75 Re 186,207 РЕНИЙ	76 Os 190,2 ОСМИЙ	77 Ir 192,22 ИРИДИЙ	78 Pt 195,09 ПЛАТИНА		
	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At					86 Rn



Составляем **электронную формулу** бария, используя таблицу «Последовательность заполнения энергетических уровней и подуровней»:

№ периода	1	2	3	4
Заполнение подуровней	1s	2s2p	3s3p	4s 3d 4p

№ периода	5	6	7
Заполнение подуровней	5s 4d 5p	6s 4f 5d 6p	7s 5f 6d 7p



валентные
электроны



Распределение электронов по энергетическим уровням:



Количество протонов и электронов совпадает с порядковым номером – у бария их 56. Количество нейтронов рассчитываем по формуле:

$$N = A_r - Z,$$

где A_r – относительная атомная масса элемента (округленная до целого числа),

Z – заряд ядра (атомный номер элемента)

$$N(\text{Ba}) = 137 - 56 = 81$$




Образец выполнения задания

Задание: напишите электронную формулу атома **Pb**, укажите валентные электроны, покажите распределение электронов по энергетическим уровням, количество протонов, нейтронов, электронов.

Решение

Свинец располагается в **6** периоде, следовательно, у него **6** энергетических уровней; в главной подгруппе, следовательно, число электронов на внешнем энергетическом уровне совпадает с номером группы (в 4 группе – на внешнем энергетическом уровне у него 4 электрона), **валентными** являются s- и p-электроны внешнего энергетического уровня – **$6s^26p^2$** (учитываем что сумма валентных электронов равна номеру группы).



		Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева						VII		VIII							
		(H)								 Периодический закон открыт Д.И. Менделеевым в 1869 г.							
		II		III		IV		V						VI			
1	1	H 1 1,00794 водород							2	He 4,002602 гелий							
2	2	Li 3 6,941 литий	Be 4 9,01218 бериллий	5	B 5 10,811 бор	6	C 6 12,011 углерод	7	N 7 14,0067 азот	8	O 8 15,9994 кислород	9	F 9 18,998403 фтор	10	Ne 20,179 неон		
3	3	Na 11 22,98977 натрий	Mg 12 24,305 магний	13	Al 13 26,98154 алюминий	14	Si 14 28,0855 кремний	15	P 15 30,97376 фосфор	16	S 16 32,066 сера	17	Cl 17 35,453 хлор	18	Ar 39,948 аргон		
4	4	K 19 39,0983 калий	Ca 20 40,078 кальций	Sc 21 44,95591 скандий	Ti 22 47,88 титан	V 23 50,9415 ванадий	Cr 24 51,9961 хром	Mn 25 54,9380 марганец	Fe 26 55,847 железо	Co 27 58,9332 кобальт	Ni 28 58,69 никель						
	5	29 Cu 63,546 медь	30 Zn 65,39 цинк	31 Ga 69,723 галлий	32 Ge 72,59 германий	33 As 74,9216 мышьяк	34 Se 78,96 селен	35 Br 79,904 бром	36 Kr 83,80 криптон								
5	6	Rb 37 85,4678 рубидий	Sr 38 87,62 стронций	Y 39 88,9059 иттрий	Zr 40 91,224 цирконий	Nb 41 92,9064 ниобий	Mo 42 95,94 молибден	Tc 43 [98] технеций	Ru 44 101,07 рутений	Rh 45 102,9055 родий	Pd 46 106,42 палладий						
	7	47 Ag 107,8682 серебро	48 Cd 112,41 кадмий	49 In 114,82 индий	50 Sn 118,710 олово	51 Sb 121,75 сурьма	52 Te 127,60 теллур	53 I 126,9045 йод	54 Xe 131,29 ксенон								
6	8	Cs 55 132,9054 цезий	Ba 56 137,33 барий	La* 57 138,9055 лантан	Hf 72 178,49 hafnium	Ta 73 180,9479 тантал	W 74 183,85 вольфрам	Re 75 186,207 рений	Os 76 190,2 осмий	Ir 77 192,22 иридий	Pt 78 195,08 платина						
	9	79 Au 196,9665 золото	80 Hg 200,59 ртуть	81 Tl 204,383 таллий	Pb 82 207,2 свинец	83 Bi 208,9804 висмут	84 Po [209] полоний	85 At [210] астат	86 Rn [222] радон								
7	10	Fr 87 [223] франций	Ra 88 [226] радий	Ac** 89 [227] актиний	Rf 104 [261] резерфордий	Db 105 [262] дубний	Sg 106 [263] сиборгий	Bh 107 [262] борий	Hs 108 [265] гасий	Mt 109 [266] майтнерий	Ds 110 [271] дармштадтий						
	11	111 Rg [272] рентгений	112 Uub [285] унубий	113 (Uut) [] унунтрий	114 Uuq [287] унунквадий	115 (Uup) [] унунпентий	116 Uuh [292] унунгексий	117 (Uus) [] унунсептий	118 Uuo [293] унуноктий								

* Лантаноиды

Ce 58 140,12 церий	Pr 59 140,9077 празеодим	Nd 60 144,24 неодим	Pm 61 [145] прометий	Sm 62 150,36 самарий	Eu 63 151,96 европий	Gd 64 157,25 гадолиний	Tb 65 158,9254 тербий	Dy 66 162,50 диспрозий	Ho 67 164,9304 гольмий	Er 68 167,26 эрбий	Tm 69 168,9342 тулий	Yb 70 173,04 иттербий	Lu 71 174,967 лютеций
---------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

** Актиноиды

Th 90 232,0381 торий	Pa 91 [231] протактиний	U 92 238,0289 уран	Np 93 [237] нептуний	Pu 94 [244] плутоний	Am 95 [243] амерций	Cm 96 [247] кюрий	Bk 97 [247] берклий	Cf 98 [251] калифорний	Es 99 [252] эйнштейний	Fm 100 [257] фермий	Md 101 [261] менделеев	No 102 [265] нобелий	Lr 103 [260] лоренсений
-----------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Целое число в скобках – массовое число наиболее устойчивого изотопа



Составляем **электронную формулу** свинца, используя таблицу «Последовательность заполнения энергетических уровней и подуровней»:

№ периода	1	2	3	4
Заполнение подуровней	1s	2s2p	3s3p	4s 3d 4p

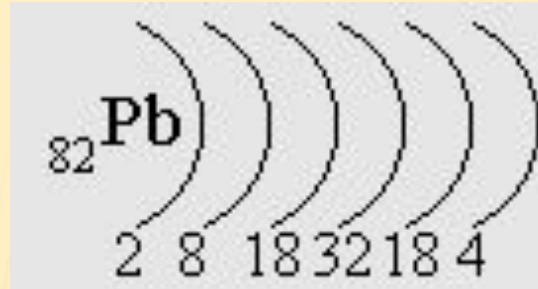
№ периода	5	6	7
Заполнение подуровней	5s 4d 5p	6s 4f 5d 6p	7s 5f 6d 7p



валентные
электроны



Распределение электронов по энергетическим уровням:



Количество протонов и электронов совпадает с порядковым номером – у свинца их 82. Количество нейтронов рассчитываем по формуле:

$$N = A_r - Z,$$

где A_r – относительная атомная масса элемента (округленная до целого числа),

Z – заряд ядра (атомный номер элемента)

$$N(\text{Pb}) = 207 - 82 = 125$$



Образец выполнения задания

Задание: напишите электронную формулу атома **W**, укажите валентные электроны, покажите распределение электронов по энергетическим уровням, количество протонов, нейтронов, электронов.

Решение

Вольфрам располагается в **6** периоде, следовательно, у него **6** энергетических уровней; в побочной подгруппе, следовательно, число электронов на внешнем энергетическом уровне равно **2**, валентными являются s-электроны внешнего энергетического уровня – **$6s^2$** и d-электроны предвнешнего энергетического уровня – **$5d^4$** .



D. Mendeleev

Группы химических элементов

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				
I	H 1 1,00794 ВОДОРОД											He 2 4,00260 ГЕЛИЙ
II	Li 3 6,941 ЛИТИЙ	Be 4 9,01218 БЕРИЛЛИЙ	B 5 10,811 БОР	C 6 12,011 УГЛЕРОД	N 7 14,0067 АЗОТ	O 8 15,9994 КИСЛОРОД	F 9 18,9984 ФТОР					Ne 10 20,179 НЕОН
III	Na 11 22,9897 НАТРИЙ	Mg 12 24,305 МАГНИЙ	Al 13 26,9815 АЛЮМИНИЙ	Si 14 28,0855 КРЕМНИЙ	P 15 30,9737 ФОСФОР	S 16 32,066 СЕРА	Cl 17 35,453 ХЛОР					Ar 18 39,948 АРГОН
IV	K 19 39,0983 КАЛИЙ	Ca 20 40,078 КАЛЬЦИЙ	21 Sc 44,9559 СКАНДИЙ	22 Ti 47,88 ТИТАН	23 V 50,9415 ВАНАДИЙ	24 Cr 51,9961 ХРОМ	25 Mn 54,9380 МАРГАНЕЦ	26 Fe 55,847 ЖЕЛЕЗО	27 Co 58,9332 КОБАЛЬТ	28 Ni 58,69 НИКЕЛЬ		
V	29 Cu 63,546 МЕДЬ	30 Zn 65,39 ЦИНК	31 Ga 69,723 ГАЛЛИЙ	32 Ge 72,59 ГЕРМАНИЙ	33 As 74,9216 МЫШЬЯК	34 Se 78,96 СЕЛЕН	35 Br 79,904 БРОМ					36 Kr 83,80 КРИПТОН
VI	37 Rb 85,4678 РУБИДИЙ	38 Sr 87,62 СТРОНЦИЙ	39 Y 88,9059 ИТРИЙ	40 Zr 91,224 ЦИРКОНИЙ	41 Nb 92,9064 НИОБИЙ	42 Mo 95,94 МОЛЬБДЕН	43 Tc 97,9072 ТЕХНЕЦИЙ	44 Ru 101,07 РУТЕНИЙ	45 Rh 102,905 РОДИЙ	46 Pd 106,42 ПАЛЛАДИЙ		
	47 Ag 107,868 СЕРЕБРО	48 Cd 112,41 КАДМИЙ	49 In 114,82 ИНДИЙ	50 Sn 118,69 ОЛОВО	51 Sb 121,75 СУРЬМА	52 Te 127,6 ТЕЛЛУР	53 I 126,905 ЙОД					54 Xe 131,3 КСЕНОН
	55 Cs 132,905 ЦЕЗИЙ	56 Ba 137,34 БАРИЙ	57 La 138,905 ЛАНТАН	72 Hf 178,49 ГАФНИЙ	73 Ta 180,948 ТАНТАЛ	74 W 183,85 ВОЛЬФРАМ	75 Re 186,207 РЕНИЙ	76 Os 190,2 ОСМИЙ	77 Ir 192,22 ИРИДИЙ	78 Pt 195,09 ПЛАТИНА		
	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At					86 Rn



Составляем **электронную формулу** вольфрама, используя таблицу «Последовательность заполнения энергетических уровней и подуровней»:

№ периода	1	2	3	4
Заполнение подуровней	1s	2s2p	3s3p	4s 3d 4p

№ периода	5	6	7
Заполнение подуровней	5s 4d 5p	6s 4f 5d 6p	7s 5f 6d 7p



Валентные электроны вольфрама – 6s²5d⁴.



Распределение электронов по энергетическим уровням:



Количество протонов и электронов совпадает с порядковым номером – у вольфрама их 74. Количество нейтронов рассчитываем по формуле:

$$N = A_r - Z,$$

где A_r – относительная атомная масса элемента (округленная до целого числа),

Z – заряд ядра (атомный номер элемента)

$$N(W) = 184 - 74 = 110$$



Проверим, как Вы поняли и запомнили пройденный материал

1. Заряд ядра атома равен числу

- 1) протонов
- 2) электронов во внешнем электронном слое
- 3) нейтронов
- 4) энергетических уровней

2. Атом состоит из

- 1) положительно заряженного ядра и электронной оболочки
- 2) отрицательно заряженного ядра и протонной оболочки
- 3) нейтронов и электронов
- 4) протонов и нейтронов



3. Для элементов главных подгрупп число электронов во внешнем слое равно
- 1) числу нейтронов 3) заряду ядра атома
2) номеру периода 4) номеру группы
4. Какое число электронов содержится в атоме азота?
- 1) 5 2) 2 3) 7 4) 14
5. В атоме углерода распределение электронов по электронным слоям соответствует ряду чисел
- 1) 4; 2 2) 2; 4 3) 2; 2; 2 4) 2; 6; 4
6. У атома азота число электронов на внешнем энергетическом уровне и число протонов равны соответственно
- 1) 5,7 2) 3,17 3) 5,14 4) 3,14
7. Электронная конфигурация $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ соответствует атому
- 1) хлора 3) серы
2) магния 4) кремния



8. В атоме фосфора число электронных слоев равно

- 1) 5 2) 2 3) 3 4) 4

9. В атоме натрия распределение электронов по электронным слоям соответствует ряду чисел

- 1) 2;6;3 3) 1; 8; 2
2) 2; 8; 2; 1 4) 2; 8; 1

10. Число неспаренных электронов на внешнем энергетическом уровне атома кислорода в основном состоянии

- 1) 6 2) 2 3) 4 4) 8



11. Атомы натрия и водорода имеют одинаковые(-ое)

1) величины радиуса атомов

2) значения зарядов ядер атомов

3) число электронов во внешнем электронном слое

4) число завершенных электронных слоев

12. Заряд ядра атома и число неспаренных электронов у атома серы в основном состоянии

1) +16 и 4

2) +16 и 6

3) +6 и 32

4) +16 и 2



13. В каком ряду химические элементы расположены в порядке возрастания их атомных радиусов?

1) N, B, C

2) N, P, As

3) Na, Mg, K

4) B, Si, N

14. В каком ряду химические элементы расположены в порядке увеличения зарядов ядер атомов?

1) B, N, C

2) O, Se, S

3) Br, Cl, F

4) Be, Mg, Ca

15. В каком ряду химические элементы расположены в порядке уменьшения радиуса атома?

1) B, N, P

2) O, S, Se

3) Br, Cl, F

4) Cl, S, P



16. В каком ряду химические элементы расположены в порядке уменьшения зарядов ядер атомов?

1) N, C, B

3) Br, I, F

2) O, S, Se

4) Be, Mg, Ca

17. В ряду химических элементов $Si \rightarrow P \rightarrow S$

1) увеличивается число валентных электронов в атомах

2) уменьшается число валентных электронов в атомах

3) уменьшается число протонов в ядрах атомов

4) увеличиваются радиусы атомов



Проверьте свои ответы

1. Заряд ядра атома равен числу

- 1) протонов
- 2) электронов во внешнем электронном слое
- 3) нейтронов
- 4) энергетических уровней

Вспомним:

Атомный (порядковый) номер = Число протонов в ядре = Заряд ядра атома = Число электронов в атоме

Ответ: 1) протонов



2. Атом состоит из

- 1) положительно заряженного ядра и электронной оболочки
- 2) отрицательно заряженного ядра и протонной оболочки
- 3) нейтронов и электронов
- 4) протонов и нейтронов

Вспомним: в центре атома находится **положительно заряженное ядро**, которое состоит из протонов, нейтронов и других еще более мелких и нестабильных частиц. Вокруг ядра движутся отрицательно заряженные электроны, которые образуют **электронную оболочку**.

Ответ: 1) положительно заряженного ядра и электронной оболочки



3. Для элементов главных подгрупп число электронов во внешнем слое равно

1) числу нейтронов

3) заряду ядра атома

2) номеру периода

4) номеру группы

Ответ: 4) номеру группы

4. Какое число электронов содержится в атоме азота?

1) 5

2) 2

3) 7

4) 14

Ответ: 3) 7

Периоды	Ряды	Г		Р			У		П		П		Ы									
		А	І	В	А	ІІ	ІІІ	А	В	ІV	А	В	ІV	А		В	ІVІ	А	В	ІVІІ	А	
1	1	Н 1,008 ВОДОРОД	1 2,10 0,05																			2 0,029 4,003 ГЕЛИЙ
2	2	Li 6,941 ЛИТИЙ	3 0,97 0,159	Be 9,012 БЕРИЛЛИЙ	4 1,47 0,104	5 2,01 0,078	В 10,811 БОР	6 2,50 0,062	С 12,011 УГЛЕРОД	7 3,07 0,052	8 14,007 АЗОТ	9 3,50 0,045	О 15,999 КИСЛОРОД	10 4,00 0,040	11 18,998 ФТОР	12 0,035 20,179 НЕОН						
3	3	Na 22,99 НАТРИЙ	11 0,93 0,171	Mg 24,312 МАГНИЙ	12 1,23 0,148	13 1,47 0,131	Al 26,982 АЛЮМИНИЙ	14 1,74 0,107	Si 28,086 КРЕМНИЙ	15 2,2 0,092	16 30,974 ФОСФОР	17 2,60 0,081	S 32,064 СЕРА	18 2,83 0,073	19 35,453 ХЛОР	20 0,066 39,948 АРГОН						
4	4	K 39,102 КАЛИЙ	19 0,91 0,216	Ca 40,08 КАЛЬЦИЙ	20 1,04 0,169	Sc 44,956 СКАНДИЙ	21 1,20 0,157	Ti 47,90 ТИТАН	22 1,32 0,148	V 50,941 ВАНАДИЙ	23 1,45 0,140	Cr 51,996 ХРОМ	24 1,56 0,145	Mn 54,938 МАРГАНЕЦ	25 1,60 0,128	26 58,933 ЖЕЛЕЗО						



5. В атоме углерода распределение электронов по электронным слоям соответствует ряду чисел

- 1) 4; 2 2) 2; 4 3) 2; 2; 2 4) 2; 6; 4

Углерод располагается во **втором периоде**, следовательно, у него **2 энергетических уровня**; в **4 группе главной подгруппе**, следовательно, на внешнем энергетическом уровне у него **4 электрона**. На первом энергетическом уровне у всех элементов кроме водорода 2 электрона.

Ответ: 2) 2; 4

Периоды	Ряды	Г		Р			У		П		П		Ы				
		А	І	В	А	ІІ	ІІІ	ІV	А	В	V	А	В	VI		А	В
1	1	Н ¹ 1,008 ВОДОРОД	2,10 0,05												(Н)	2 He 0,029 ГЕЛИЙ	4,003 2
2	2	Li ³ 6,941 ЛИТИЙ	0,97 0,159	Be ⁴ 9,012 БЕРИЛЛИЙ	1,47 0,104	2,01 0,078	5 B 10,811 БОР	2,50 0,062	6 C 12,011 УГЛЕРОД	3,07 0,052	7 N 14,007 АЗОТ	3,50 0,045	8 O 15,999 КИСЛОРОД	4,00 0,040	9 F 18,998 ФТОР	10 Ne 0,035 НЕОН	20,179 8
3	3	Na ¹¹ 22,99 НАТРИЙ	0,93 0,171	Mg ¹² 24,312 МАГНИЙ	1,23 0,148	1,47 0,131	13 Al 26,982 АЛЮМИНИЙ	1,74 0,107	14 Si 28,086 КРЕМНИЙ	2,2 0,092	15 P 30,974 ФОСФОР	2,60 0,081	16 S 32,064 СЕРА	2,83 0,073	17 Cl 35,453 ХЛОР	18 Ar 0,066 АРГОН	39,948 8
4	4	K ¹⁹ 39,102 КАЛИЙ	0,91 0,216	Ca ²⁰ 40,08 КАЛЬЦИЙ	1,04 0,169	Sc ²¹ 44,956 СКАНДИЙ	1,20 0,157	Ti ²² 47,90 ТИТАН	1,32 0,148	V ²³ 50,941 ВАНАДИЙ	1,45 0,140	Cr ²⁴ 51,996 ХРОМ	1,56 0,145	Mn ²⁵ 54,938 МАРГАНЕЦ	1,60 0,128		



6. У атома азота число электронов на внешнем энергетическом уровне и число протонов равны соответственно

1) 5,7

2) 3,17

3) 5,14

4) 3,14

Азот располагается в 5 группе главной подгруппе, следовательно, на внешнем энергетическом уровне у него 5 электронов. Число протонов совпадает с номером элемента, для азота – это 7.

Ответ: 1) 5,7

Периоды	Ряды	Г			Р			У			П			П			Ы				
		А	І	В	А	ІІ	ІІІ	А	В	ІІІІ	А	В	ІІІІІ	А	В	ІІІІІІ	А	В	ІІІІІІІ	А	
1	1	Н ¹ 1,008 ВОДОРОД	2,10 0,05																		2 He 4,003 ГЕЛИЙ
2	2	Li ³ 6,941 ЛИТИЙ	0,97 0,159	Be ⁴ 9,012 БЕРИЛЛИЙ	1,47 0,104	2,01 5 0,078	B ⁵ 10,811 БОР	2,50 6 0,062	C ⁶ 12,01 УГЛЕРОД	3,07 7 0,052	N ⁷ 14,007 АЗОТ	3,50 8 0,045	O ⁸ 15,999 КИСЛОРОД	4,00 9 0,040	F ⁹ 18,998 ФТОР	0,035 20,179	10 Ne 20,179 НЕОН				
3	3	Na ¹¹ 22,99 НАТРИЙ	0,93 0,171	Mg ¹² 24,312 МАГНИЙ	1,23 0,148	1,47 13 0,131	Al ¹³ 26,982 АЛЮМИНИЙ	1,73 14 0,107	Si ¹⁴ 28,086 КРЕМНИЙ	2,2 15 0,092	P ¹⁵ 30,974 ФОСФОР	2,60 16 0,081	S ¹⁶ 32,064 СЕРА	2,83 17 0,073	Cl ¹⁷ 35,453 ХЛОР	0,066 39,948	18 Ar 39,948 АРГОН				
4	4	K ¹⁹ 39,102 КАЛИЙ	0,91 0,216	Ca ²⁰ 40,08 КАЛЬЦИЙ	1,04 0,169	Sc ²¹ 44,956 СКАНДИЙ	1,20 0,157	Ti ²² 47,90 ТИТАН	1,32 0,148	V ²³ 50,941 ВАНАДИЙ	1,45 0,140	Cr ²⁴ 51,996 ХРОМ	1,56 0,145	Mn ²⁵ 54,938 МАРГАНЕЦ	1,60 0,128						



7. Электронная конфигурация $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

соответствует атому

1) хлора

3) серы

2) магния

4) кремния

Если элемент располагается в 3 периоде или дальше, то на 1 энергетическом уровне у него всегда 2 электрона ($1s^2$), а на 2-м – 8 ($2s^2 2p^6$). Вначале заполняется s-подуровень (максимум 2 электрона), а затем p-подуровень (максимум 6 электронов).

Элемент	№ периода = число энергетических уровней	№ группы = число электронов на внешнем энергетическом уровне	Электронная формула атома
хлор	3	7 ($3s^2 3p^5$)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
магний	3	2 ($3s^2$)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
сера	3	6 ($3s^2 3p^4$)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
кремний	3	4 ($3s^2 3p^2$)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$

Периоды	Ряды	Г		Р		У		П		П		Ы						
		А	В	А	В	Ш	А	В	IV	А	В	VI	А	В	VII	А		
1	1	Н 1,008 ВОДОРОД																2 He 4,003 ГЕЛИЙ
2	2	Li 6,941 ЛИТИЙ	Be 9,012 БЕРИЛЛИЙ		2,01 5 В БОР		2,50 6 С УГЛЕРОД	3,07 7 N АЗОТ	3,50 8 O КИСЛОРОД	4,00 9 F ФТОР		10 Ne 20,179 НЕОН						
3	3	Na 22,99 НАТРИЙ	Mg 24,312 МАГНИЙ	13 Al 1,47 АЛЮМИНИЙ	14 Si 1,74 КРЕМНИЙ	15 P 30,974 ФOSФOP	16 S 32,064 СЕРА	17 Cl 35,453 ХЛОР	18 Ar 39,948 АРГОН									
4	4	K 39,102 КАЛИЙ	Ca 40,08 КАЛЬЦИЙ	Sc 44,956 СКАНДИЙ	Ti 47,90 ТИТАН	V 50,941 ВАНАДИЙ	Cr 51,996 ХРОМ	Mn 54,938 МАРГАНЕЦ	Fe 55,847 ЖЕЛЕЗО									

Ответ: 1) хлора



8. В атоме фосфора число электронных слоев равно

- 1) 5 2) 2 3) 3 4) 4

Фосфор располагается в третьем периоде, следовательно, у него 3 энергетических уровня

Ответ: 3) 3

9. В атоме натрия распределение электронов по электронным слоям соответствует ряду чисел

- 1) 2;6;3 3) 1; 8; 2
2) 2; 8; 2; 1 4) 2; 8; 1

Натрий располагается в третьем периоде, следовательно, у него 3 энергетических уровня; в 1 группе главной подгруппе, следовательно, на внешнем энергетическом уровне у него 1 электрон.

Ответ: 4) 2; 8; 1

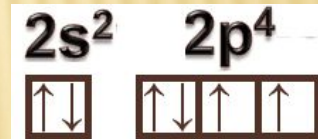
Периоды	Ряды	I		II			III			IV			V			VI			VII			VIII
		A	B	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C				
1	1	H 1,008 ВОДОРОД	1 2,10 0,05																(H)	2 0,029 He 4,003 ГЕЛИЙ		
2	2	Li 6,941 ЛИТИЙ	3 0,97 0,159	Be 9,012 БЕРИЛЛИЙ	4 1,47 0,104	B 10,811 БОР	5 2,01 0,078	C 12,011 УГЛЕРОД	6 2,50 0,062	N 14,007 АЗОТ	7 3,07 0,052	O 15,999 КИСЛОРОД	8 3,50 0,045	F 18,998 ФТОР	9 1,00 0,040	Ne 20,179 НЕОН				10 0,035		
3	3	Na 22,99 НАТРИЙ	11 0,93 0,171	Mg 24,312 МАГНИЙ	12 1,23 0,148	Al 26,982 АЛЮМИНИЙ	13 1,47 0,131	Si 28,086 КРЕМНИЙ	14 1,73 0,107	P 30,974 ФОСФОР	15 2,2 0,092	S 32,064 СЕРА	16 2,60 0,081	Cl 35,453 ХЛОР	17 2,83 0,073	Ar 39,948 АРГОН	18 0,066					



10. Число неспаренных электронов на внешнем энергетическом уровне атома кислорода в основном состоянии

- 1) 6 2) 2 3) 4 4) 8

Кислород располагается во **втором периоде**, следовательно, у него **2 энергетических уровня**; в **6 группе главной подгруппе**, следовательно, на внешнем энергетическом уровне у него **6 электронов** ($2s^2 2p^4$), которые можно расположить на соответствующих орбиталях так:



Ответ: 2) 2

Периоды	Ряды	Г		Р		У		П		П		Ы					
		А	В	А	В	В	Ш	А	В	IV	А	В	VI	А	В	VII	А
1	1	1 H ВОДОРОД	2 He ГЕЛИЙ														
2	2	3 Li ЛИТИЙ	4 Be БЕРИЛЛИЙ	5 B БОР	6 C УГЛЕРОД	7 N АЗОТ	8 O КИСЛОРОД	9 F ФТОР	10 Ne НЕОН								
3	3	11 Na НАТРИЙ	12 Mg МАГНИЙ	13 Al АЛЮМИНИЙ	14 Si КРЕМНИЙ	15 P ФОСФОР	16 S СЕРА	17 Cl ХЛОР	18 Ar АРГОН								



11. Атомы натрия и водорода имеют одинаковые(-ое)

- 1) величины радиуса атомов
- 2) значения зарядов ядер атомов
- 3) число электронов во внешнем электронном слое
- 4) число завершенных электронных слоев

Элемент	№ периода = число энергетических уровней	№ группы = число электронов на внешнем энергетическом уровне	Электронная формула атома
водород	1	1	$1s^1$
натрий	3	1	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

У натрия 1 и 2-й электронные слои завершены, а у водорода нет завершенных слоев. У натрия больше энергетических уровней, следовательно его радиус атома больше.

Ответ: 3) число электронов во внешнем электронном слое

Периоды	Ряды	s		p		d		f		группы
		А	В	А	В	А	В	А	В	
1	1	1	2							1 (H)
2	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9 10 (He)
3	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 (Ar)



13. В каком ряду химические элементы расположены в порядке возрастания их атомных радиусов?

1) N, B, C

2) N, P, As

3) Na, Mg, K

4) B, Si, N

Вспомним:



Ответ: 2) N, P, As



14. В каком ряду химические элементы расположены в порядке увеличения зарядов ядер атомов?

- 1) В, N, С
2) O, Se, S

- 3) Br, Cl, F
4) Be, Mg, Ca

Ответ: 4) Be, Mg, Ca

15. В каком ряду химические элементы расположены в порядке уменьшения радиуса атома?

- 1) В, N, P
2) O, S, Se

- 3) Br, Cl, F
4) Cl, S, P

Ответ: 3) Br, Cl, F

Периоды	Ряды	Г		Р			У		П		П		Ы	
		А	І	ІІ	ІІІ	ІІІІ	І	ІІ	ІІІ	ІІІІ	І	ІІ	ІІІ	ІІІІ
1	1	Н ¹ 1,008 ВОДОРОД										(Н)		He ² 4,003 ГЕЛИЙ
2	2	Li ³ 6,941 ЛИТИЙ	Be ⁴ 9,012 БЕРИЛЛИЙ	B ⁵ 10,811 БОР	C ⁶ 12,011 УГЛЕРОД	N ⁷ 14,007 АЗОТ	O ⁸ 15,999 КИСЛОРОД	F ⁹ 18,998 ФТОР						Ne ¹⁰ 20,179 НЕОН
3	3	Na ¹¹ 22,99 НАТРИЙ	Mg ¹² 24,312 МАГНИЙ	Al ¹³ 26,982 АЛЮМИНИЙ	Si ¹⁴ 28,086 КРЕМНИЙ	P ¹⁵ 30,974 ФОСФОР	S ¹⁶ 32,064 СЕРА	Cl ¹⁷ 35,453 ХЛОР						Ar ¹⁸ 39,948 АРГОН
4	4	K ¹⁹ 39,102 КАЛИЙ	Ca ²⁰ 40,08 КАЛЬЦИЙ	Sc ²¹ 44,956 СКАНДИЙ	Ti ²² 47,90 ТИТАН	V ²³ 50,941 ВАНАДИЙ	Cr ²⁴ 51,996 ХРОМ	Mn ²⁵ 54,938 МАРГАНЕЦ	Fe ²⁶ 55,847 ЖЕЛЕЗО					
	5	Cu ²⁹ 63,546 МЕДЬ	Zn ³⁰ 65,37 ЦИНК	Ga ³¹ 69,72 ГАЛЛИЙ	Ge ³² 72,59 ГЕРМАНИЙ	As ³³ 74,922 МЫШЬЯК	Se ³⁴ 78,96 СЕЛЕН	Br ³⁵ 79,904 БРОМ						Kr ³⁶ 83,80 КРИПТОН



16. В каком ряду химические элементы расположены в порядке уменьшения зарядов ядер атомов?

1) N, C, B

2) O, S, Se

3) Br, I, F

4) Be, Mg, Ca

Ответ: 3) Br, I, F

17. В ряду химических элементов $\text{Si} \rightarrow \text{P} \rightarrow \text{S}$

1) увеличивается число валентных электронов в атомах

2) уменьшается число валентных электронов в атомах

3) уменьшается число протонов в ядрах атомов

4) увеличиваются радиусы атомов

Вспомним: если элемент располагается в **главной подгруппе**, то валентными являются s- и p-электроны внешнего энергетического уровня.

Ответ: 1) увеличивается число валентных электронов в атомах





Использованные источники

1. Габриелян О. С., Остроумов И. Г. Химия для профессий и специальностей технического профиля: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – М., 2014.
2. Габриелян О.С., Остроумов И. Г., Остроумова Е. Е. и др. Химия для профессий и специальностей естественно-научного профиля: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – М., 2014.
3. Ерохин Ю. М., Ковалева И. Б. Химия для профессий и специальностей технического и естественно-научного профилей: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – М., 2014.
4. Ерохин Ю. М. Химия: Задачи и упражнения: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования. – М., 2014.





Использованные источники

5. Новошннский И. И., Новошинская Н. С. Химия: учебник для 8 класса общеобразовательных учреждений/И. И. Новошинский, Н. С. Новошинская. – М.: ООО «Русское слово – учебник», 2013. – 224 с.: ил. – (ФГОС. Инновационная школа). ISBN 978-5-91218-940-1.
6. <http://www.medinfo.ru/mednews/10171.html>
7. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
8. http://bono-esse.ru/blizzard/A/Chimia/stroenie_vva.html
9. yandex.ru/images»Строение вещества





ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

10. http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/History/Sketch_1.html
11. <http://alcala.ru/bse/izbrannoe/slovar-Hk/H10946.shtml>
12. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/95313>
13. [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hexaplex_trunculus_found_on_Israeli_coastal_plain_near_Tel_Shikmona_\(3\).JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hexaplex_trunculus_found_on_Israeli_coastal_plain_near_Tel_Shikmona_(3).JPG)
14. <http://scienceland.info/chemistry8/solubility-substances>
15. http://school.xvatit.com/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5.%D0%A0%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2_%D0%B2_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B5





Использованные источники

16. <http://image.websib.ru/04/method/matter.html>
17. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D2%E2%B8%F0%E4%EE%E5_%F2%E5%EB%EE
18. <http://chem21.info/info/1806830/>
19. https://ru.wikipedia.org/wiki/%C4%E8%F1%F2%E8%EB%EB%E8%F0%EE%E2%E0%ED%ED%E0%FF_%E2%EE%E4%E0
20. <http://znaniya.com/task/722877>
21. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%C2%E0%ED%E8%EB%E8%ED>
22. http://infofiz.ru/joom1/index.php?option=com_content&view=article&id=122:lk17&catid=5:ml1s&Itemid=2
23. http://www.olimp1.ru/menu/filosofi_r/tit.html





Использованные источники

24. <http://www.museum.ru/Alb/?type=3&Page=3>
25. http://baza-referat.ru/%D0%9E%D1%82%D0%BA%D1%80%D1%8B%D1%82%D0%B8%D0%B5_%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0
26. http://azdekor.ru/Spektr/SREDN_SKOOL/HIMIA/065/imagepage1.html.
27. <http://www.terigon.ru/shop/index.php?categoryID=334>
28. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%CF%F0%EE%F2%EE%ED>
29. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%BA>
30. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%C3%EB%FE%EE%ED>
31. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%CD%E5%E9%F2%F0%EE%ED>.





Использованные источники

32. <http://www.rs37.ru/catalog/uchebnie-posobiya-i-oborudovanie/himiya/komplekt-tablic-po-himii-razdat-stroenie-atoma-cvet-lam-a4-8sht-/>
33. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%DD%EB%E5%EA%F2%F0%EE%ED>
34. <http://news.rambler.ru/15313378/>
35. <http://www.mogilev.by/varied/90978-radiaciya-pomozhet-britanskim-uchenym-borotsya-s-infarktom.html>
36. <http://www.gitak.ru/primenenie-uskoriteley-i-detektorov-v-medicine>
37. <http://www.alhimik.ru/stroenie/scientists/bohr.html>
38. <http://medbe.ru/materials/bioneorganika/atomnye-orbitali/>
39. https://ru.wikipedia.org/wiki/%C0%F2%EE%EC%ED%E0%FF_%EE%F0%E1%E8%F2%E0%EB%FC





Использованные источники

33. <http://news.rambler.ru/10105476/>
34. [http://www.nanonewsnet.ru/articles/2012/fiziki-utoc
hnili-printsip-neopredelennosti-geizenberga](http://www.nanonewsnet.ru/articles/2012/fiziki-utoc
hnili-printsip-neopredelennosti-geizenberga)
35. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%CA%F0%E0%F5%EC
%E0%EB](https://ru.wikipedia.org/wiki/%CA%F0%E0%F5%EC
%E0%EB)
36. [http://www.brewiki.ru/doku.php?id=%D1%80%D0%
B0%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0
%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%BC%D0%B5
%D0%BB%D0%B0](http://www.brewiki.ru/doku.php?id=%D1%80%D0%
B0%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0
%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%BC%D0%B5
%D0%BB%D0%B0)
37. [http://ru.wikipedia.org/wiki/%C0%EB%FE%EC%E8
%ED%E8%E9](http://ru.wikipedia.org/wiki/%C0%EB%FE%EC%E8
%ED%E8%E9)
38. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%C7%F3%E1%ED%EE
%E9_%EF%EE%F0%EE%F8%EE%EA](https://ru.wikipedia.org/wiki/%C7%F3%E1%ED%EE
%E9_%EF%EE%F0%EE%F8%EE%EA)



