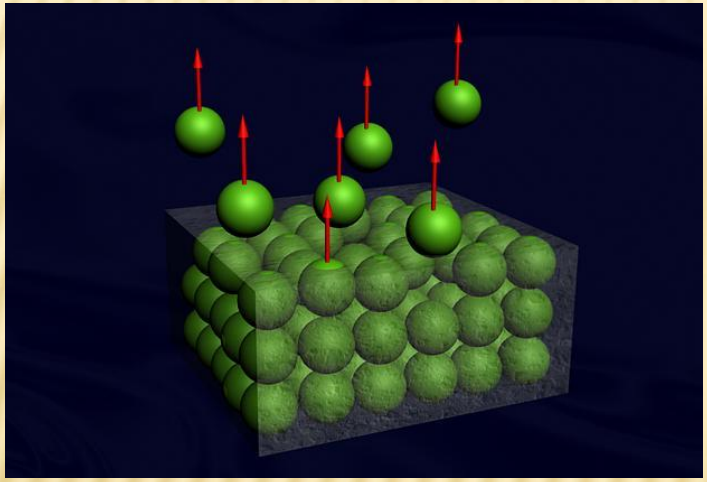
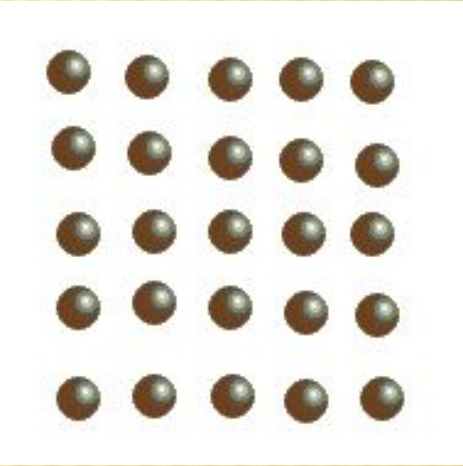
МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

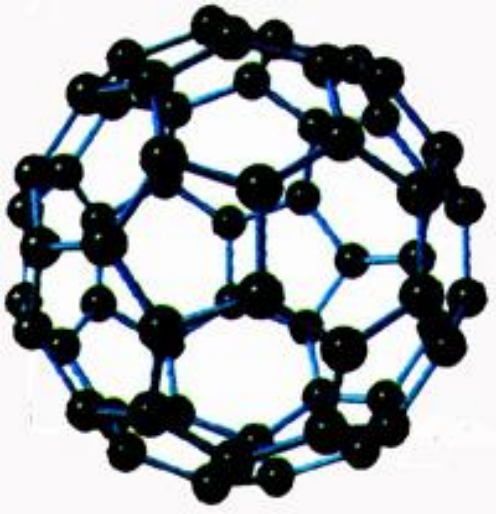
- Основные положения МКТ





Молекулярная физика – раздел физики, изучающий природу тепловых явлений на основании внутреннего строения вещества.

Тема урока. Основные положения Молекулярно-кинетической теории (МКТ)



Еще задолго до нашей эры, в период расцвета древних культур, возникло учение о мельчайших частицах, из которых построено любое вещество.

Одна из древнеиндийских философских школ учила, что вечные части вселенной состоят из четырех элементов: воды, земли, огня и воздуха. Частички этих элементов вечны и несотворимы, они непротяжённы, и в то же время их разнородная природа составляет причину протяжённости возникающих соединений этих частичек.

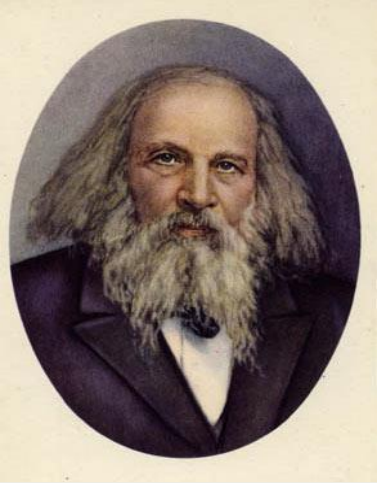
CLAZOM. PHIL. ANAXAGORAS

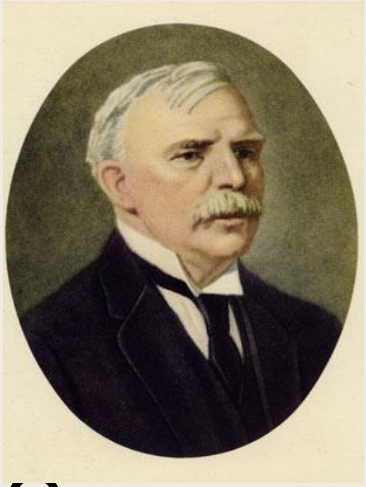
СОЗДАТЕЛИ АТОМНОЙ ТЕОРИИ

Джон Дальтон

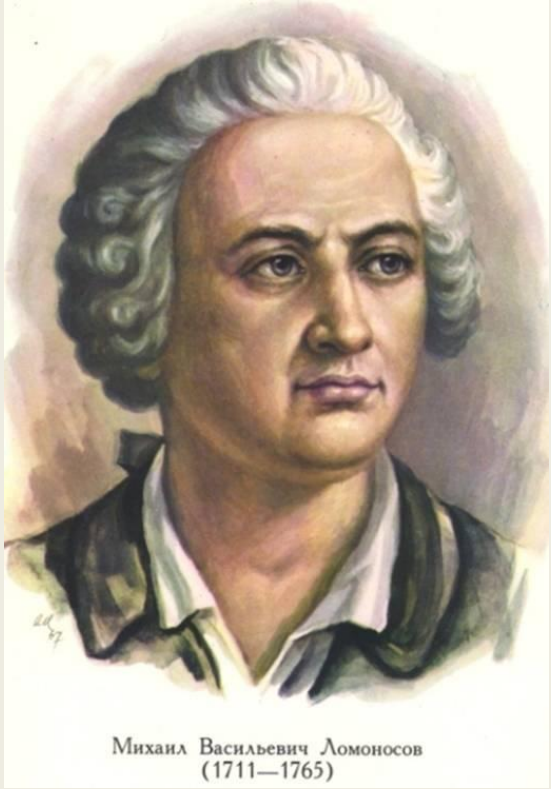
Амедео Авогадро

Дмитрий Менделеев





Эрнест Резерфорд



Большой шаг вперед в развитии молекулярно-кинетической теории был сделан великим русским ученым *Михаилом Васильевичем Ломоносовым* в середине XVIII в. Ломоносов сформулировал молекулярную гипотезу, основные черты которой весьма близки к современным воззрениям. Согласно Ломоносову, частицы вещества, атомы или корпускулы — это шарики с шероховатыми поверхностями. Шарики беспорядочно двигаются, сталкиваются между собой и благодаря шероховатым поверхностям получают при столкновениях вращательное движение.

Микро- и макропараметры

Макроскопические тела (от греч. «макрос» – большой) - это все тела, которые нас окружают: дома, машины, вода в стакане, вода в океане и т.д.

При ***макроскопическом подходе*** к изучению тел нас интересуют сами тела: их размеры, объёмы, массы, энергии и т.д.

При ***микроскопическом подходе*** нас тоже интересуют размеры, объём, масса, энергия и т. д. Однако уже не самих тел, а тех частиц, из которых они состоят: молекул, ионов и атомов.

МКТ объясняет явления и свойства тел с точки зрения их *микроскопического строения.*

В основе МКТ лежат три утверждения:

Основные положения МКТ

1. ***Все вещества состоят из молекул и атомов. Молекула – наименьшая электронейтральная частица вещества, сохраняющая его свойства.***
2. ***Молекулы и атомы всех веществ находятся в непрерывном хаотическом движении, называемом тепловым. Интенсивность этого движения возрастает с повышением температуры.***
3. ***Молекулы (атомы) взаимодействуют между собой. Между ними действуют силы притяжения и отталкивания.***

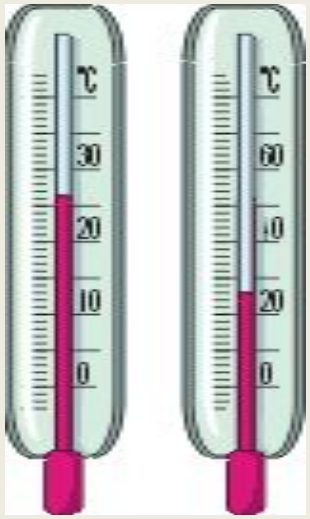
ПЕРВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

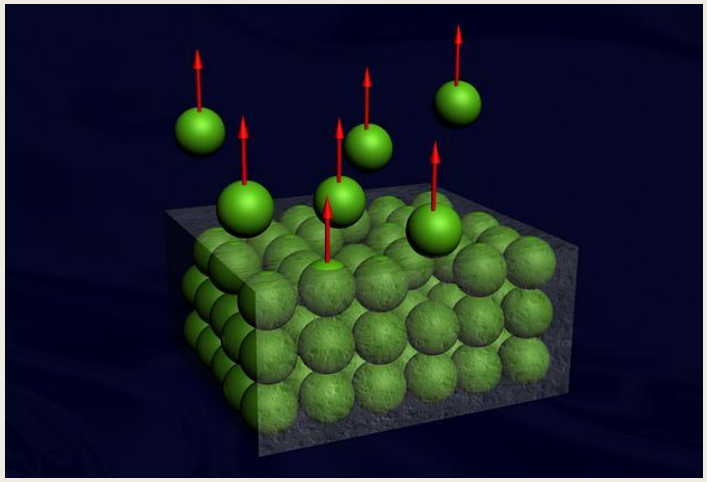
1. Все вещества – жидкие, твердые и газообразные – образованы из мельчайших частиц – ***молекул, атомов, ионов***. Молекулы и атомы представляют собой электрически нейтральные частицы. При определенных условиях молекулы и атомы могут приобретать дополнительный электрический заряд и превращаться в положительные или отрицательные ***ионы***

ОПЫТНЫЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ

I положение

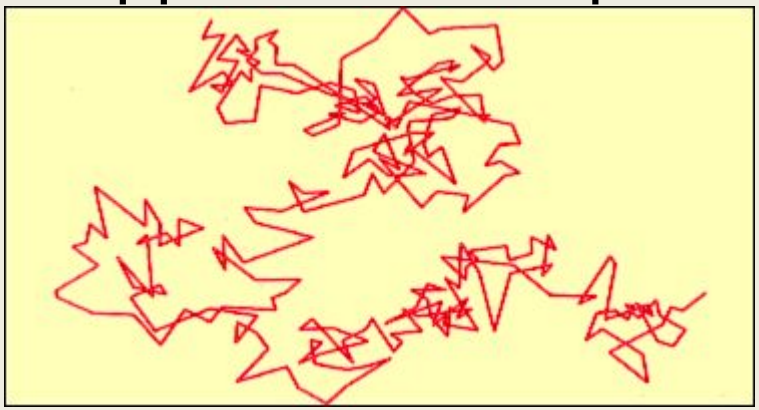
- 1. Дробление вещества
- 2. Испарение жидкостей
- 3. Расширение тел при нагревании



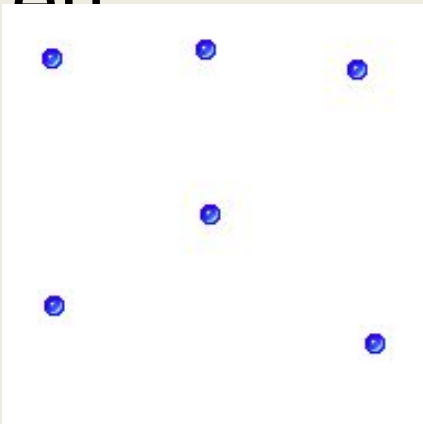


ВТОРОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

- Траектория одной частицы



- Движение молекул газа

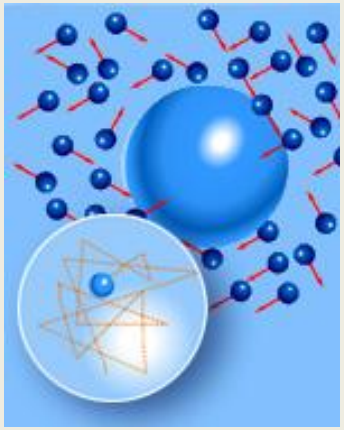


- Движение молекул твердых тел

ОПЫТНЫЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ

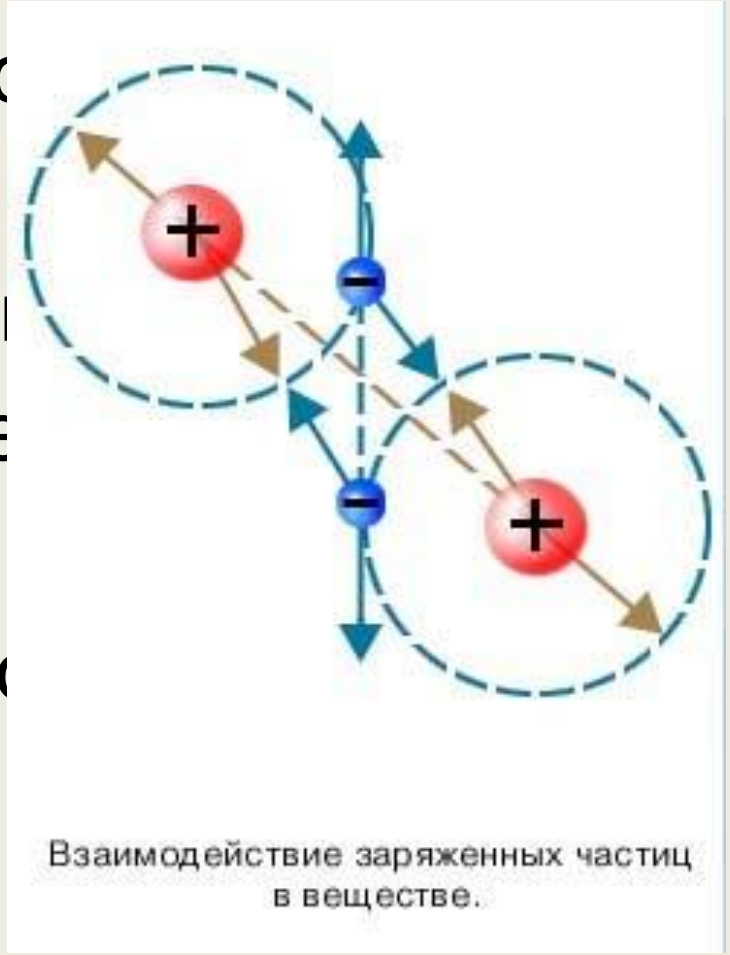
II положение

- 1. Диффузия – *перемешивание молекул разных веществ*
- 2.Броуновское движение – *движение взвешенных в жидкости частиц*



ТРЕТЬЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Частицы взаимодействую друг с другом силами, имеющими электрическую природу. Гравитационное взаимодействие между частицами пренебрежимо мало

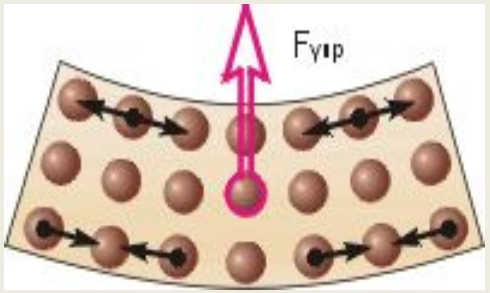


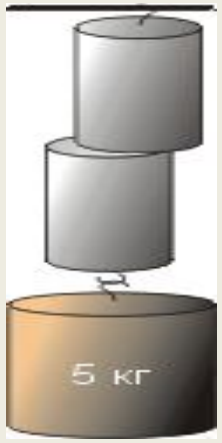
Взаимодействие заряженных частиц в веществе.

ОПЫТНЫЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ

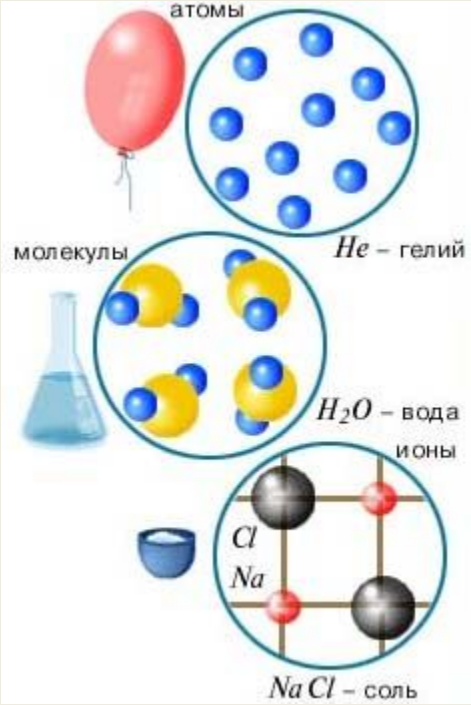
III положение

1. Силы упругости
2. Прилипание свинцовых цилиндров
3. Смачивание
4. Поверхностное натяжение





Масса и размеры атомов и молекул



Молекула — мельчайшая устойчивая частица вещества, сохраняющая его основные химические свойства.

Молекулы, образующие данное вещество, совершенно одинаковы; различные вещества состоят из различных молекул. В природе существует чрезвычайно большое количество различных молекул.

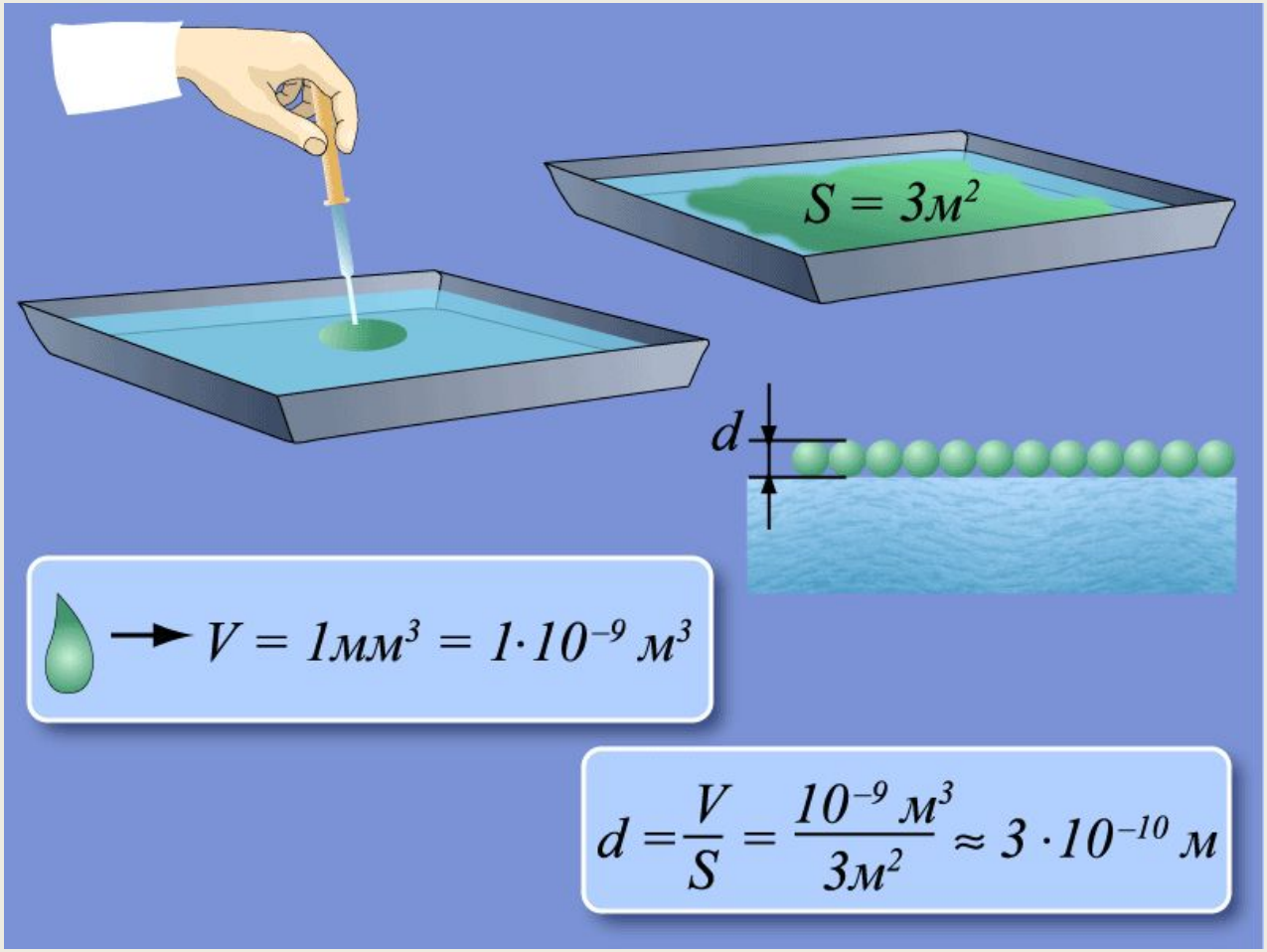
Молекулы состоят из более мелких частиц — атомов.

Атомы — мельчайшие частицы химического элемента, сохраняющие его химические свойства.

Число различных атомов сравнительно невелико и равно числу химических элементов (116) и их изотопов (около 1500).

Атомы представляют собой весьма сложные образования, но классическая МКТ использует модель атомов в виде твердых неделимых частичек сферической формы.

ОЦЕНКА РАЗМЕРОВ МОЛЕКУЛ



Масса произвольного атома может быть выражена в ***атомных единицах массы*** или в ***килограммах***:

$$1 \text{ а.е.м.} = \frac{1}{12} \bullet m_c = 1{,}66 \bullet 10^{-27} кг$$

$$m_a = A_r а.е.м. = A_r \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27} кг$$

Относительная атомная масса почти совпадает с числом нуклонов в его ядре: $A_r \approx A$. ($A = Z + N$)

Относительная атомная масса A_r – это **отношение массы атома к 1/12 массы атома Карбона (углерода) m_c**

Относительная молекулярная масса M_r – это **отношение массы молекулы к 1/12 массы атома Карбона (углерода) m_c**

$$M_r = \frac{m_м}{\frac{1}{12} m_c}$$

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

www.calc.ru

Периоды	Ряды	I а	I б	II а	II б	III а	III б	IV а	IV б	V а	V б	VI а	VI б	VII а	VII б	VIII б	VIII а
1	1	1 H водород 1,008															2 He гелий 4,003
2	2	3 Li литий 6,941		4 Be бериллий 9,0122		5 B бор 10,811		6 C углерод 12,011		7 N азот 14,007		8 O кислород 15,999		9 F фтор 18,998			10 Ne неон 20,179
3	3	11 Na натрий 22,99		12 Mg магний 24,312		13 Al алюминий 26,982		14 Si кремний 28,086		15 P фосфор 30,974		16 S сера 32,064		17 Cl хлор 35,453			18 Ar аргон 39,948
4	4	19 K калий 39,102		20 Ca кальций 40,08		21 Sc скандий 44,956		22 Ti титан 47,958		23 V ванадий 50,941		24 Cr хром 51,996		25 Mn марганец 54,938		26 Fe железо 55,849 / 27 Co кобальт 58,933 / 28 Ni никель 58,7	
	5	29 Cu медь 63,546		30 Zn цинк 65,37		31 Ga галлий 69,72		32 Ge германий 72,59		33 As мышьяк 74,922		34 Se селен 78,96		35 Br бром 79,904			36 Kr криптон 83,8
5	6	37 Rb рубидий 85,468		38 Sr стронций 87,62		39 Y иттрий 88,906		40 Zr цирконий 91,22		41 Nb ниобий 92,906		42 Mo молибден 95,94		43 Tc технеций [99]		44 Ru рутений 101,07 / 45 Rh родий 102,906 / 46 Pd палладий 106,4	
	7	47 Ag серебро 107,868		48 Cd кадмий 112,41		49 In индий 114,82		50 Sn олово 118,69		51 Sb сурьма 121,75		52 Te теллур 127,6		53 I иод 126,905			54 Xe ксенон 131,3
6	8	55 Cs цезий 132,905		56 Ba барий 137,34		57–71 лантаноиды		72 Hf гафний 178,49		73 Ta тантал 180,948		74 W вольфрам 183,85		75 Re рений 186,207		76 Os осмий 190,2 / 77 Ir иридий 192,22 / 78 Pt платина 195,09	
	9	79 Au золото 196,967		80 Hg ртуть 200,59		81 Tl таллий 204,37		82 Pb свинец 207,19		83 Bi висмут 208,98		84 Po полоний [210]		85 At астат [210]			86 Rn радон [222]
7	10	87 Fr франций [223]		88 Ra радий [226]		89–103 актиноиды		104 Rf резерфордий [261]		105 Db дубний [262]		106 Sg сиборгий [263]		107 Bh борий [262]		108 Hn ханий [265] / 109 Mt мейтнерий / 110	
Высшие оксиды		R_2O		RO		R_2O_3		RO_2		R_2O_5		RO_3		R_2O_7		RO_4	
Летучие водородные соединения								RH_4		RH_3		H_2R		HR			

Энергетические уровни

ЛАНТАНОИДЫ

57 La лантан 138,906 | 58 Ce церий 140,12 | 59 Pr празеодим 140,908 | 60 Nd неодим 144,24 | 61 Pm прометий [145] | 62 Sm самарий 150,4 | 63 Eu европий 151,96 | 64 Gd гадолиний 157,25 | 65 Tb тербий 158,926 | 66 Dy диспрозий 162,5 | 67 Ho гольмий 164,93 | 68 Er эрбий 167,26 | 69 Tm тулий 168,934 | 70 Yb иттербий 173,04 | 71 Lu лютеций 174,97

АКТИНОИДЫ

89 Ac актиний [227] | 90 Th торий 232,038 | 91 Pa протактиний [231] | 92 U уран 238,29 | 93 Np нептуний [237] | 94 Pu плутоний [244] | 95 Am америций [243] | 96 Cm кюрий [247] | 97 Bk берклий [247] | 98 Cf калифорний [251] | 99 Es эйнштейний [254] | 100 Fm фермий [257] | 101 Md менделевий [258] | 102 No нобелий [259] | 103 Lr лоуренсий [260]

Д.И. Менделеев
1834–1907

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

Количество вещества

Количеством вещества ν ***называется физическая величина, определяющая число молекул (или атомов, ионов) в данном теле.***

в СИ $[\nu]$ ***= моль***

Поскольку число молекул в макроскопических телах очень велико, в расчётах используется не абсолютное, а относительное число молекул.

КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА

- ***Для определения количества вещества в теле сравнивают число молекул (атомов) в нём с числом атомов в 0,012 кг (12 г) изотопа углерода*** . $^{12}_{6}C$
- Единицей количества вещества в СИ является **моль**.
- **Моль** – *это количество вещества, содержащее столько же частиц (молекул), сколько содержится атомов в 0,012 кг углерода* $^{12}_{6}C$

Количество вещества

В единице массы, **1** килограмме вещества, находится разное количество структурных единиц – атомов, молекул. Зависит это количество частиц от рода вещества.

Алюминий **1** кг

N=2,2 · 10^{25} атомов

1 кг Золото

N=3 · 10^{24} атомов

Лед **1** кг

N=3,3 · 10^{25} молекул

А в единице количества вещества - **1** моле, находится

одинаковое количество частиц.

Алюминий **1** моль

N = 6 · 10^{23} атомов

Золото **1** моль

N = 6 · 10^{23} атомов

Лед **1** моль

N = 6 · 10^{23} молекул

МОЛЯРНАЯ МАССА

- **Моль - это $6 \cdot 10^{23}$ молекул вещества.**
- В одном моле любого вещества содержится одно и то же число частиц (молекул).
- Это число называется ***постоянной Авогадро*** N_A:
- $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ **моль**$^{-1}$

Количество вещества- это количество молей.

Физический смысл величин

- **Молярная масса – это масса одного моля.**
- **Молярная масса разных веществ различна, т.к. неодинаковы сами молекулы.**
- **Молярную массу находят по таблице Менделеева, зная химическую формулу вещества.**

Молярная масса

Масса вещества m связана с его молярной массой M и количеством вещества ν формулой m = M ν.

Единица молярной массы в СИ – ***килограмм на моль (кг/моль), $M = M_r \cdot 10^{-3}$ кг/моль***

Так, молекулярная масса углекислого газа $M_{r\,C} = 44$, молярная $M_C = 44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Зная массу вещества и его молярную массу M, можно найти число молей (количество вещества) в теле:

$$\nu = m / M .$$

Количество вещества

Атомная единица массы вещества (а.е.м.)

$$m_{ед} = \frac{\text{масса атома } C_{12}}{12} \approx 1{,}66 \cdot 10^{-27}\,\text{кг}$$

Относительная молекулярная (атомная) масса вещества - отношение массы молекулы (атома) m_0 к а.е.м.

$$M_r = \frac{m_0}{m_{ед}}$$

вещество	M_r
C	12
O	16
N	14
H	1

Моль - количество вещества, в котором содержится столько же молекул (атомов), сколько содержится в 0,012 кг углерода

Моль любого вещества содержит одно и тоже число молекул - **число Авогадро**

$$N_A = \frac{0{,}012\,\text{кг/моль}}{1{,}66 \cdot 10^{-27} \cdot 12} = 6{,}023 \cdot 10^{23}\,\text{моль}^{-1}$$

Молярная масса есть масса моля вещества

$$M = m_0 N_A = M_r m_{ед} N_A$$

$$M = M_r \cdot 10^{-3}\,(\text{кг/моль})$$

Количество вещества

$$\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$$

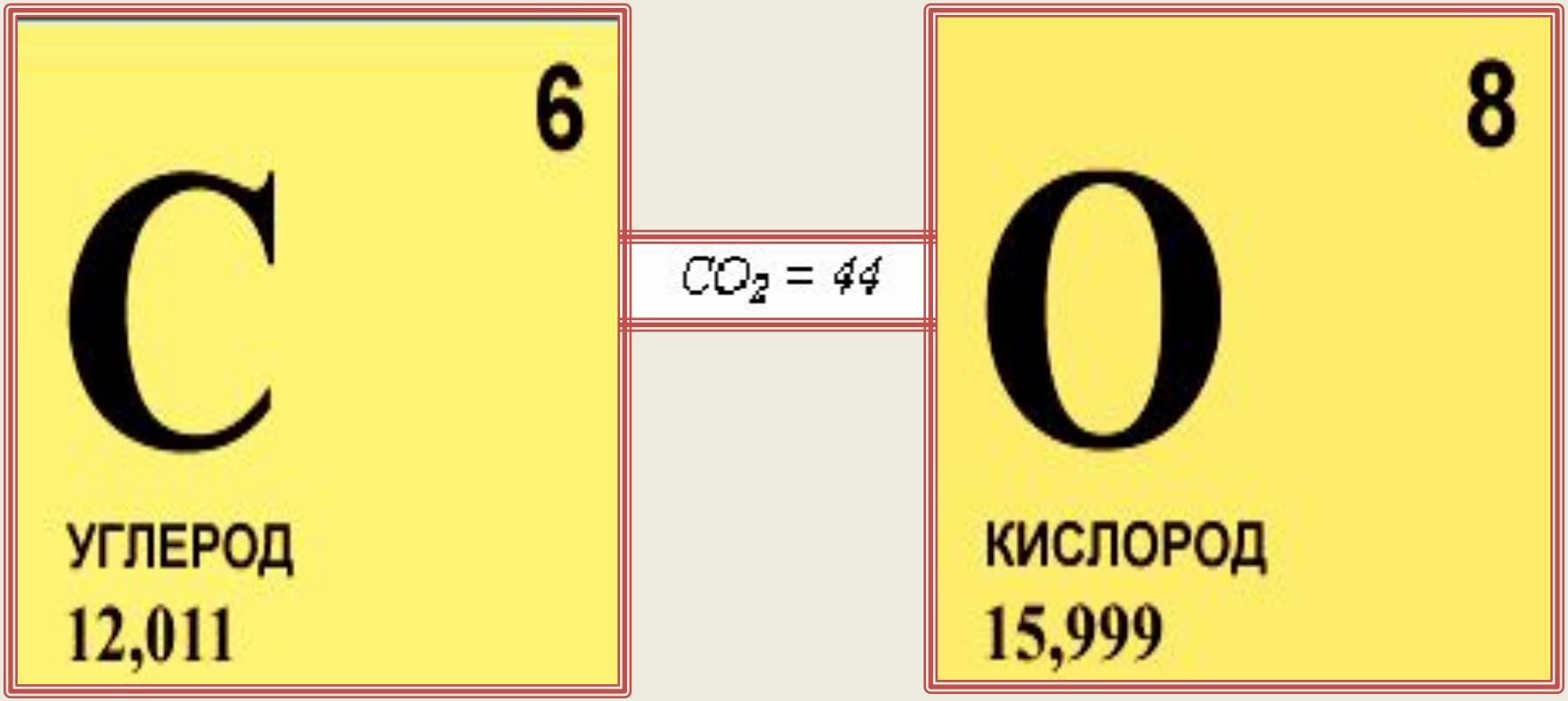
ФОРМУЛЫ

$$\nu = \frac{N}{N_A}$$

$$\nu = \frac{m}{M}$$

N – число частиц вещества
N_A – число Авогадро
ν – количество вещества
m – масса вещества
M – молярная масса вещества

Молекулярная масса



МАССА МОЛЕКУЛЫ

молекулы

$$m_0 = \frac{M}{N_A}$$

масса

m_0 – *масса*

M – *молярная*

N_A – *число*

Авогадро

Некоторые физические величины

Величина	Обозначе-ние	Измерение
Масса молекулы	m_0	**кг**
Масса вещества	**m**	**кг**
Объем	**V**	**м^3**
Плотность	**ρ**	**кг/м^3**
Молярная масса	**M**	**кг/моль**
Количество вещества	**ν**	**моль**
Число молекул	**N**	

ЗАДАЧИ

- 1. Рассчитать массу молекулы H_2SO_4.

$M(H_2SO_4) = 2 \cdot 1 + 32 + 16 \cdot 4 = 98$ г/моль

$$m_0 = \frac{M}{N_A}$$

$$m_0 = \frac{98 г / моль}{6 \cdot 10^{23} моль^{-1}} = \underline{16 \cdot 10^{-23} г}$$

ЗАДАЧИ

- 2. Сколько молекул содержится в 50г Aℓ?

$M(A\ell) = 27$г/моль

$N = \nu N_A$ $\nu = m/M$

$\nu = 50$г:27г/моль $= 1{,}85$моль

$N = 1{,}85 \cdot 6 \cdot 10^{23} = \underline{11 \cdot 10^{23}}$

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

- § 53, 55, 56, выучить.
- Конспект.