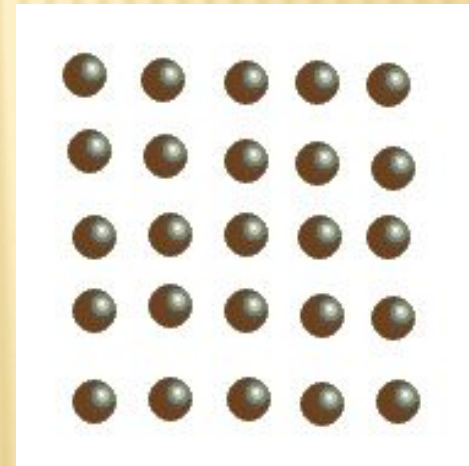
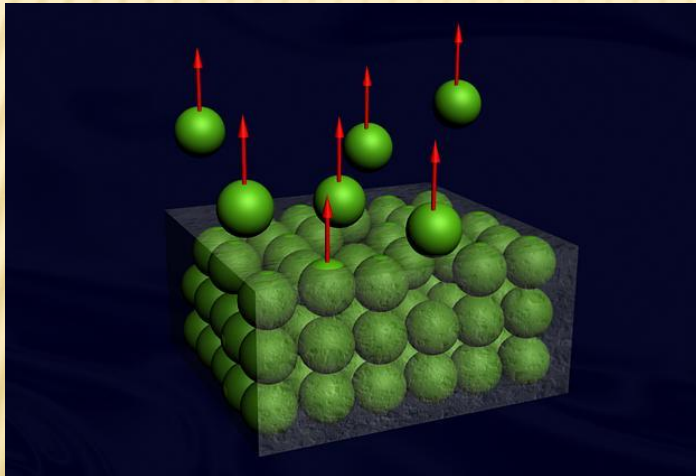


МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

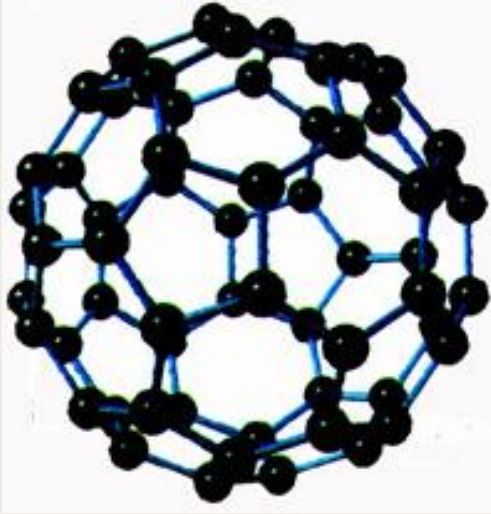
□ Основные положения МКТ



1. Молекулярная физика

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.

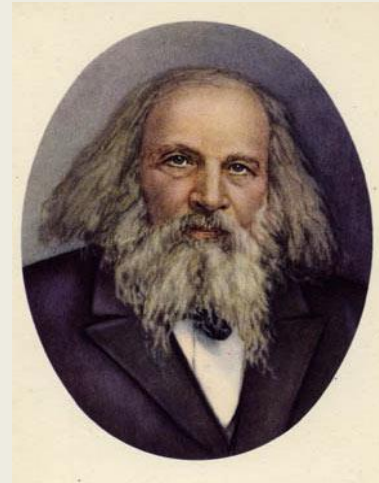


СОЗДАТЕЛИ АТОМНОЙ ТЕОРИИ

Джон
Дальтон



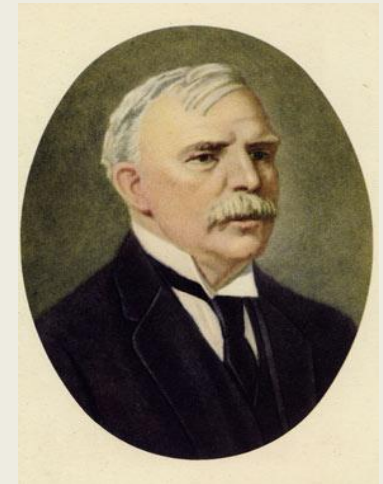
Дмитрий
Менделеев



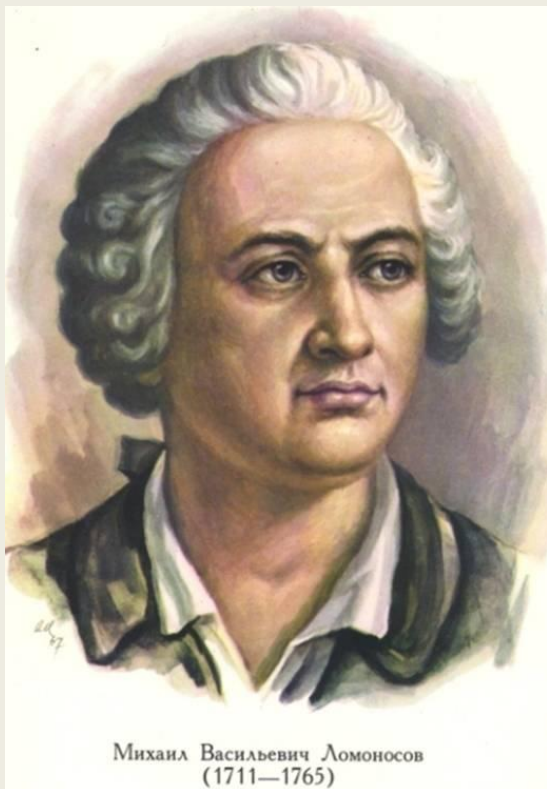
Амедео

Авогадро

Резерфорд



Эрнест



Большой шаг вперед в развитии молекулярно-кинетической теории был сделан великим русским ученым *Михилом 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.*

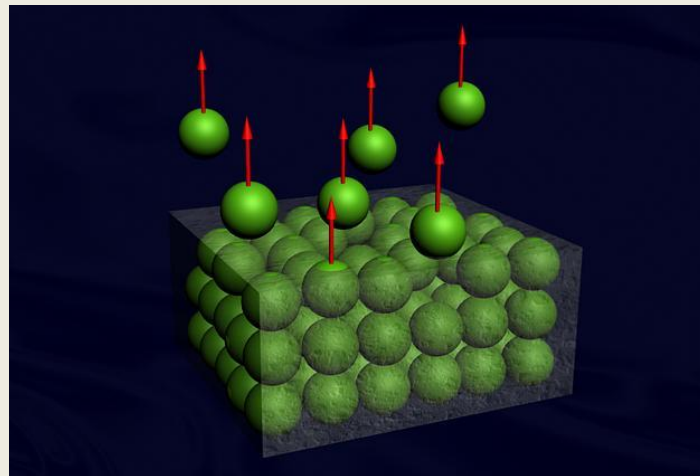
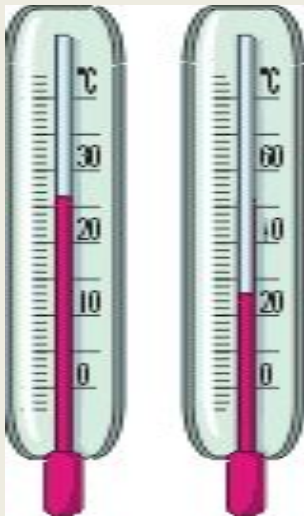
ПЕРВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

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

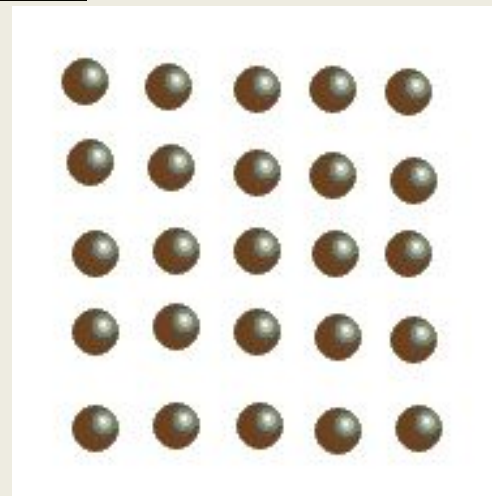
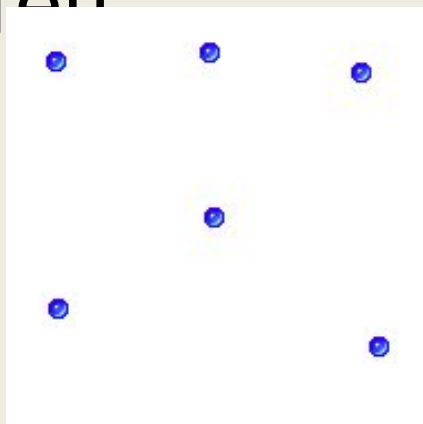


ВТОРОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

- Траектория одной частицы
- Движение молекул газа
- Тепл



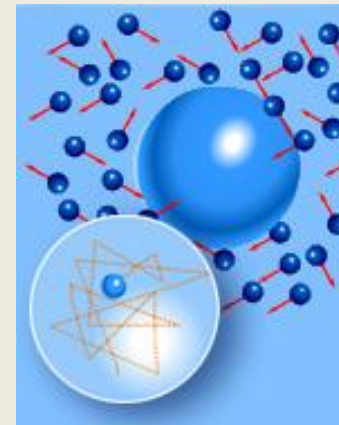
Движение молекул твердых



ОПЫТНЫЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ

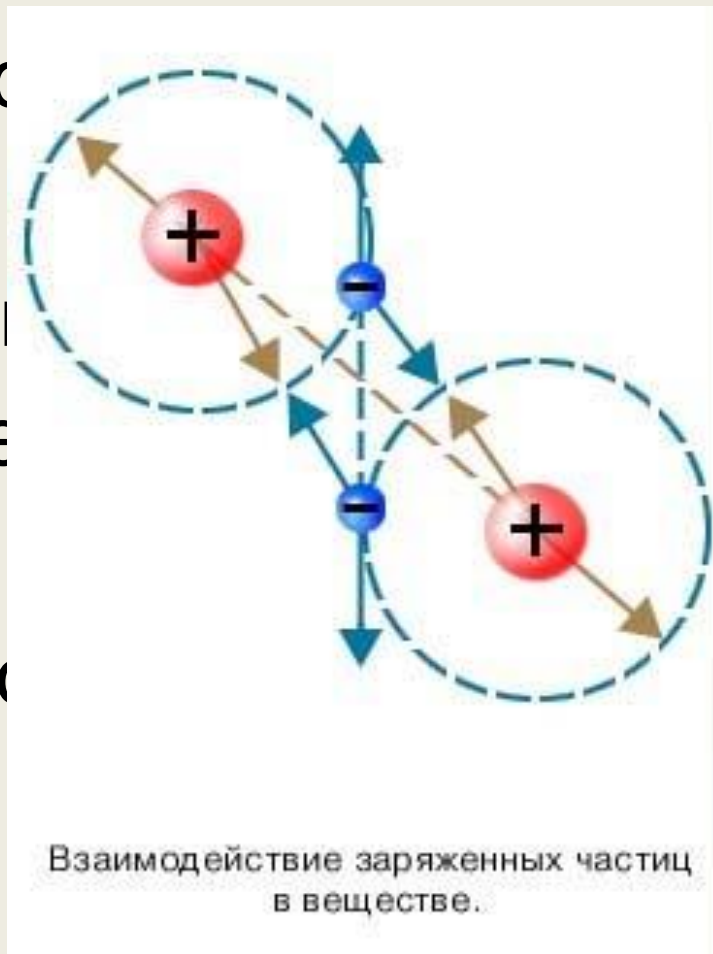
II положение

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



ТРЕТЬЕ ПОЛОЖЕНИЕ

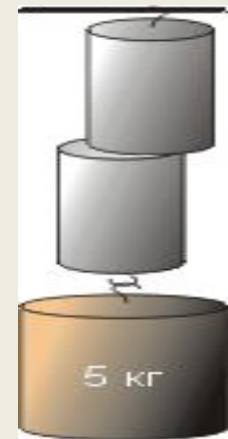
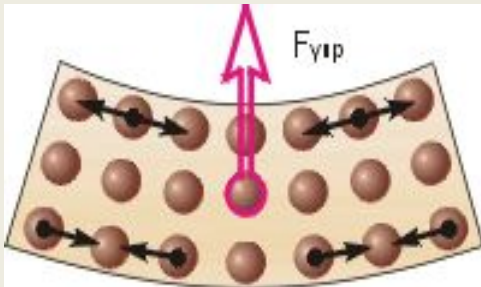
Частицы взаимодействуют друг с другом силами, имеющими электрическую природу. Гравитационное взаимодействие между частицами пренебрежимо мало



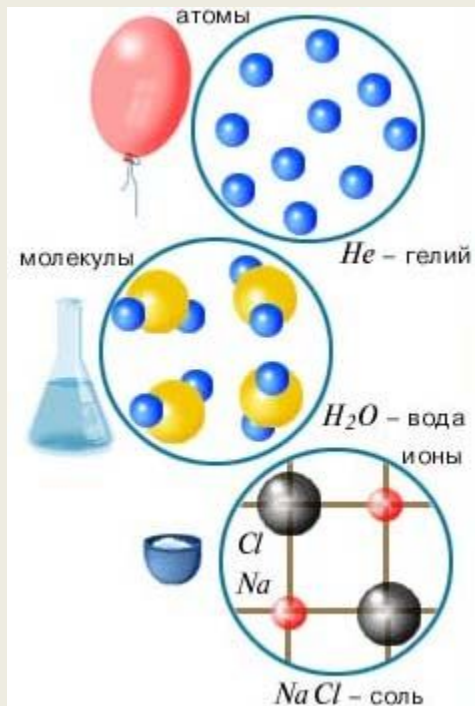
ОПЫТНЫЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ

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.

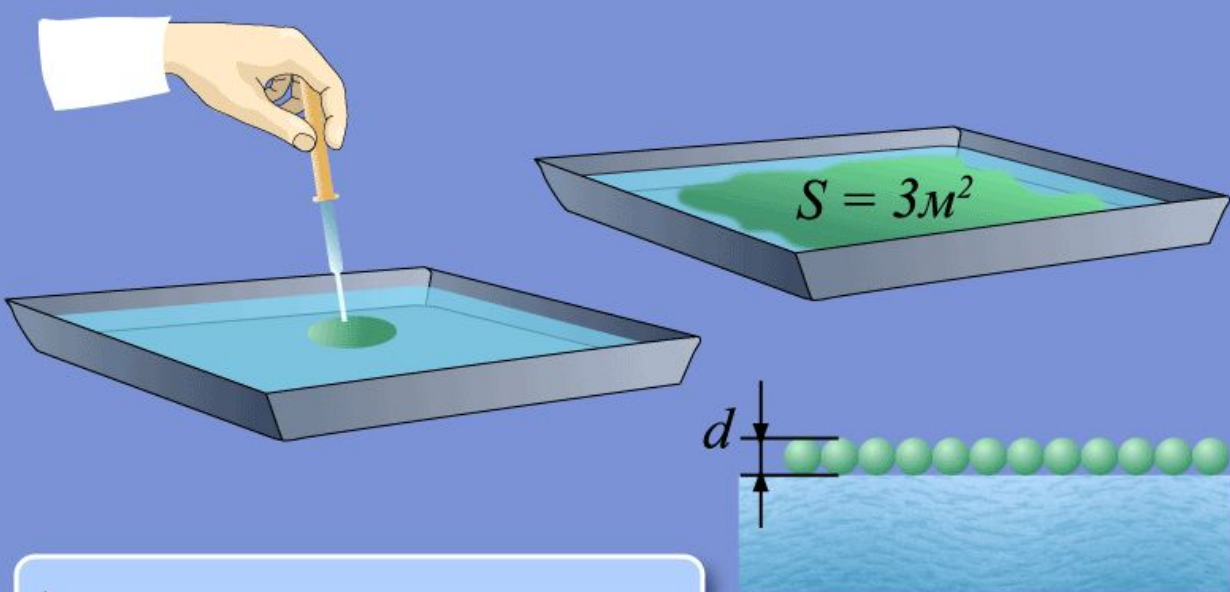
Молекулы состоят из более мелких частиц — атомов.


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



 $\rightarrow V = 1 \text{ мм}^3 = 1 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$

$$d = \frac{V}{S} = \frac{10^{-9} \text{ м}^3}{3 \text{ м}^2} \approx 3 \cdot 10^{-10} \text{ м}$$

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

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

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

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

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

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

www.calc.ru



Д.И. Менделеев
1834–1907

Периоды	Ряды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																Энергетический уровень		
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII				
		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б			
1	1	H 1.008 ВОДОРОД																He 4.003 ГЕЛИЙ	2	
2	2	Li 6.941 ЛИТИЙ	Be 9.0122 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	
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	
4	4	K 39.102 КАЛИЙ	Ca 40.08 КАЛЬЦИЙ	Sc 44.956 СКАНДИЙ	Ti 47.88 ТИТАН	V 50.941 ВАНАДИЙ	Cr 51.996 ХРОМ	Mn 54.938 МАРГАНЕЦ	Fe 55.845 ЖЕЛЕЗО	Co 58.933 КОБАЛЬТ	Ni 58.7 НИКЕЛЬ									
	5	Cu 63.546 МЕДЬ	Zn 65.37 ЦИНК	Ga 69.72 ГАЛЛИЙ	Ge 72.59 ГЕРМАНИЙ	As 74.922 АРСЕН	Se 78.96 СЕЛЕН	Br 79.904 БРОМ											Kr 83.8 КРИПТОН	36
5	6	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 ТЕХНЕЦИЙ	Ru 101.07 РУТЕНИЙ	Rh 102.906 РОДИЙ	Pd 106.4 ПАЛЛАДИЙ									
	7	Ag 107.868 СЕРЕБРО	Cd 112.41 КАДМИЙ	In 114.82 ИНДИЙ	Sn 118.69 ОЛОВО	Sb 121.75 СУРЬМА	Te 127.6 ТЕЛЛУР	I 126.905 ИОД											Xe 131.3 КСЕНОН	54
6	8	Cs 132.905 ЦЕЗИЙ	Ba 137.34 БАРИЙ	57–71 ЛАНТАНОИДЫ			Hf 178.49 ГАФНИЙ	Ta 180.948 ТАНТАЛ	W 183.85 ВОЛЬФРАМ	Re 186.207 РЕНИЙ	Os 193.2 ОСМИЙ	Ir 192.22 ИРИДИЙ	Pt 195.09 ПЛАТИНА							
	9	Au 196.967 ЗОЛОТО	Hg 200.59 РУТУТЬ	Tl 204.37 ТАЛЛИЙ	Pb 207.19 СВИНЕЦ	Bi 208.98 ВИСМУТ	Po [210] ПОЛОНИЙ	At [210] АСТАТ											Rn [222] РАДОН	86
7	10	Fr [223] ФРАНЦИЙ	Ra [226] РАДИЙ	89–103 АКТИНОИДЫ			Rf [261] РЕЗЕРФОРДИЙ	Db [262] ДУБИЙ	Sg [263] СИВОРГИЙ	Bh [264] БОРНИЙ	Hn [265] ХАННИЙ	Mt [268] 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								

СИМВОЛ ЭЛЕМЕНТА ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР



НАЗВАНИЕ ЭЛЕМЕНТА
ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АТОМНАЯ МАССА

- РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ ПО СЛОЯМ
- s-элементы
 - p-элементы
 - d-элементы
 - f-элементы

ЛАНТАНОИДЫ

57 La ЛАНТАН 138.906	58 Ce ЦЕРИЙ 140.12	59 Pr ПРАЗЕДИЙ 140.908	60 Nd НЕОДИЙ 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 ТУЛЬИЙ 168.934	70 Yb ИТТЕРБИЙ 173.04	71 Lu ЛУТЕЦИЙ 174.97
-----------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

АКТИНОИДЫ

89 Ac АКТИНИЙ [227]	90 Th ТОРИЙ 232.038	91 Pa ПАРАДОКСИЙ [231]	92 U УРАН 238.029	93 Np НЕПТУНИЙ [237]	94 Pu ПУАТОНИЙ [244]	95 Am АМЕРИЦИЙ [243]	96 Cm КУРИЙ [247]	97 Bk БЕРКОЛИЙ [247]	98 Cf КАЛЬФОРНИЙ [251]	99 Es ЭЙЗЕНСТАДИЙ [254]	100 Fm ФЕРМИЙ [257]	101 Md МЕНДЕЛЕВИЙ [258]	102 No НОБЕЛИЙ [259]	103 Lr ЛОУРЕНСИЙ [260]
----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

Количество вещества

Количеством вещества ν называется физическая величина, определяющая число молекул (или атомов, ионов) в данном теле.
в СИ $[\nu] = \text{моль}$

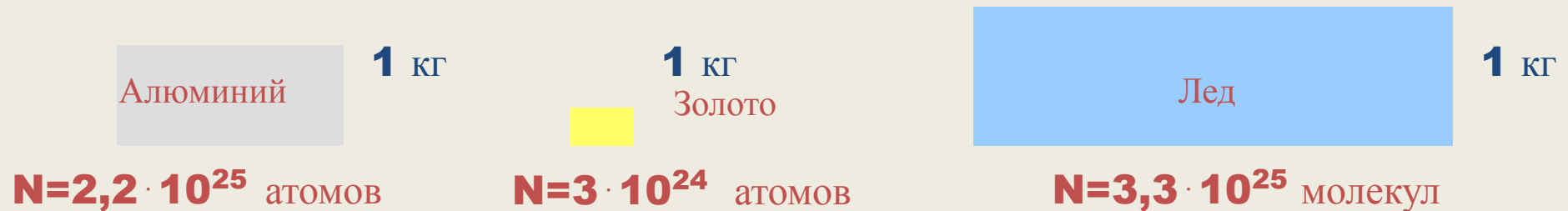
Поскольку число молекул в макроскопических телах очень велико, в расчётах используется не абсолютное, а относительное число молекул.

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 $^{12}_6\text{C}$.
- Единицей количества вещества в СИ является **МОЛЬ**.
- **Моль** – это количество вещества, содержащее столько же частиц (молекул), сколько содержится атомов в 0,012 кг углерода $^{12}_6\text{C}$.

Количество вещества

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



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

одинаковое количество частиц.



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 :

$$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

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 $m = M \nu$.

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

Так, молекулярная масса углекислого газа

$M_{rC} = 44$, 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.)

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

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

$$M_r = \frac{m_0}{m_{ed}}$$

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

$$M = m_0 N_A = M_r m_{ed} N_A$$
$$M = M_r \cdot 10^{-3} \text{ (кг/моль)}$$

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

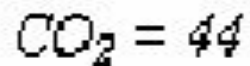
m – масса вещества

M – молярная масса вещества

Молекулярная масса

С **6**

УГЛЕРОД
12,011



О **8**

КИСЛОРОД
15,999

МАССА МОЛЕКУЛЫ

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

молекулы

масса

m_0 – масса

M – молярная

N_A – число

Авогадро

Некоторые физические величины

Величина	Обозначение	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 .

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 1 + 32 + 16 \cdot 4 = 98 \text{ г/моль}$$

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

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

ЗАДАЧИ

- 2. Сколько молекул содержится в 50г Al?

$$M(\text{Al}) = 27\text{г/моль}$$

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

$$\nu = 50\text{г} : 27\text{г/моль} = 1,85\text{моль}$$

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

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

- § 53, 55, 56, выучить.
- Конспект.