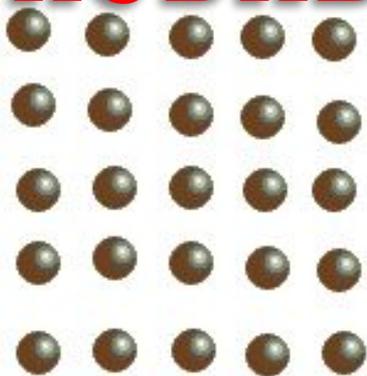


Основные положения МКТ





*Ричард
Фейнман
(1918-1988)*

*Американский учёный,
физик-теоретик*

«Если бы в результате какой-либо мировой катастрофы все накопленные научные знания оказались бы уничтоженными и к грядущим поколениям живых существ перешла бы только одна фраза, то какое утверждение, составленное из наименьшего количества слов, принесло бы наибольшую информацию?»

Я считаю, что это атомная гипотеза: все тела состоят из маленьких частиц, которые находятся в непрерывном движении, притягиваются на небольшом расстоянии, но отталкиваются, если одно из них прижат к другому».

Ричард Фейнман

Микро- и макропараметры

Микропараметры вещества характеризуют каждую частицу вещества в отдельности, в отличие от макропараметров, характеризующих вещество в целом.

К микропараметрам вещества относятся: размеры молекул, масса молекулы, количество вещества (так как отражает количество структурных единиц в веществе), молярная масса и др.

К макропараметрам относятся: давление, объем тела, масса вещества, температура и др.

Основные положения МКТ

- *Все тела состоят из малых частиц (зернистая структура), между которыми есть промежутки.*
- *Частицы тел постоянно и беспорядочно движутся.*
- *Частицы тел взаимодействуют друг с другом: притягиваются и отталкиваются.*

Основные положения МКТП, ее опытное подтверждение



Демокрит

(460 до н.э – около 370 до н.э.)

*Древнегреческий философ,
один из основателей атомистики
в материалистической философии*

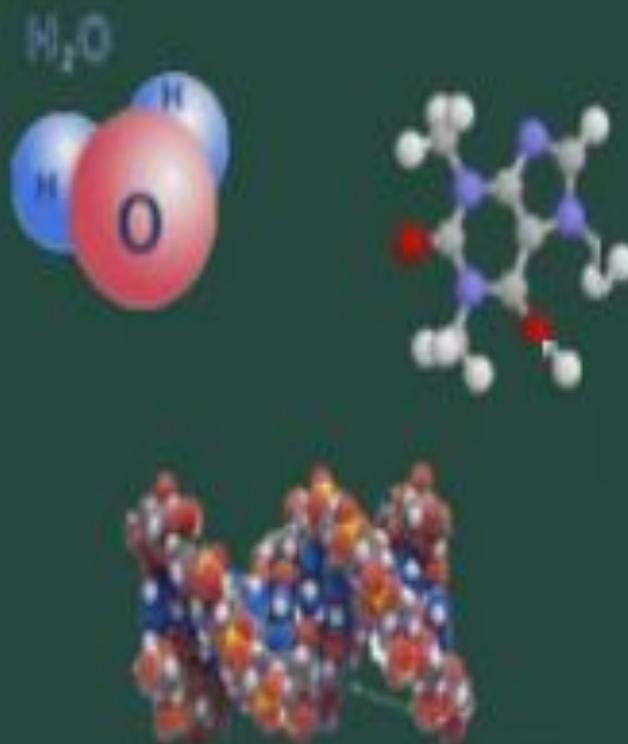
*Демокрит сформировал понятие атома, как неделимой частице вещества.
(«атомос» с др.-гр. - неделимый)*

Основные положения МКШ, ее опытное подтверждение.

Атом - наименьшая частица химического элемента, являющаяся носителем его свойств.



Молекула - наименьшая частица вещества, обладающая его химическими свойствами.



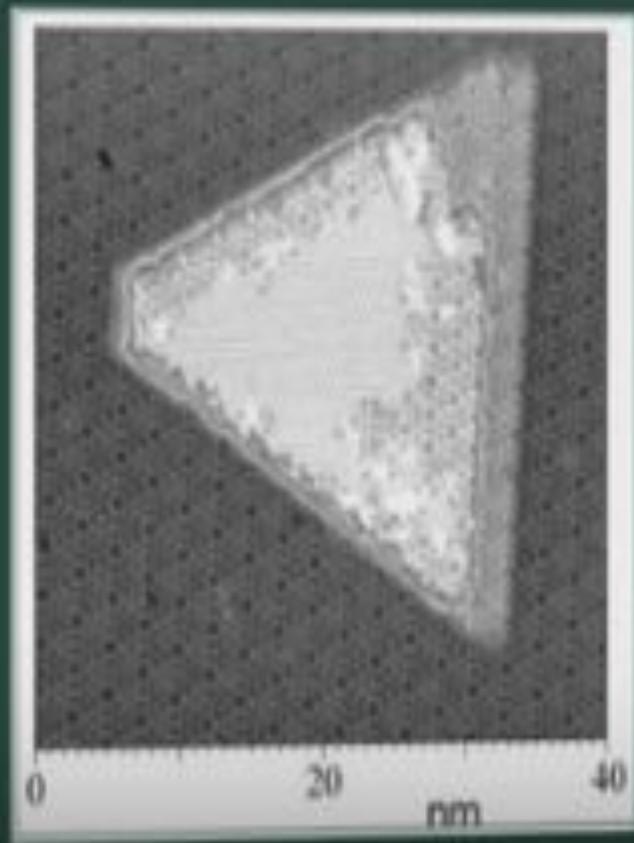
ПЕРВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

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*.

Доказательства МКТ

фотографии, полученные с помощью электронного и туннельного микроскопа;



На фото в туннельном электронном микроскопе пластина кремния с островком германия. (институт физики полупроводников СО РАН)

Лучшие видео-ролики со всего мира -
теперь на русском!

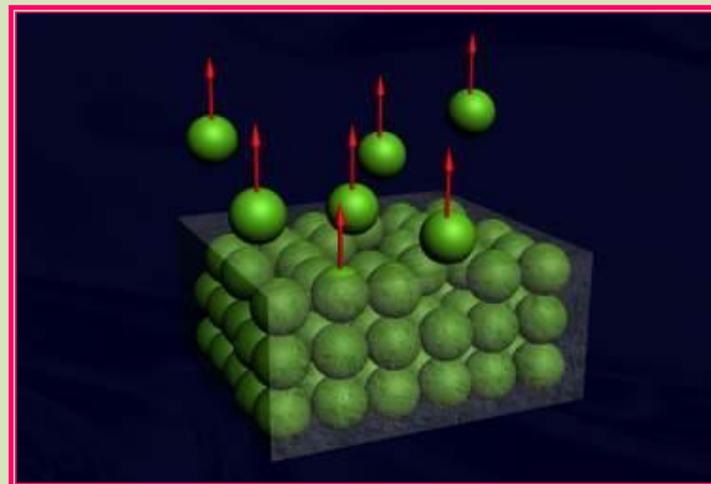
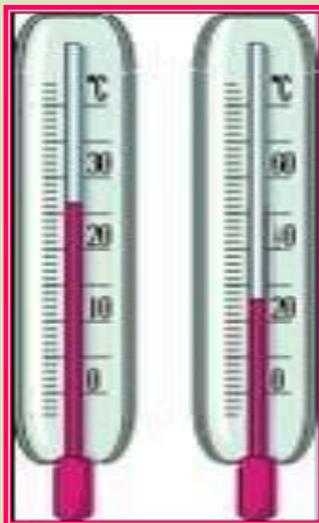


www.SmartVideos.ru

ОПЫТНЫЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ

I положение

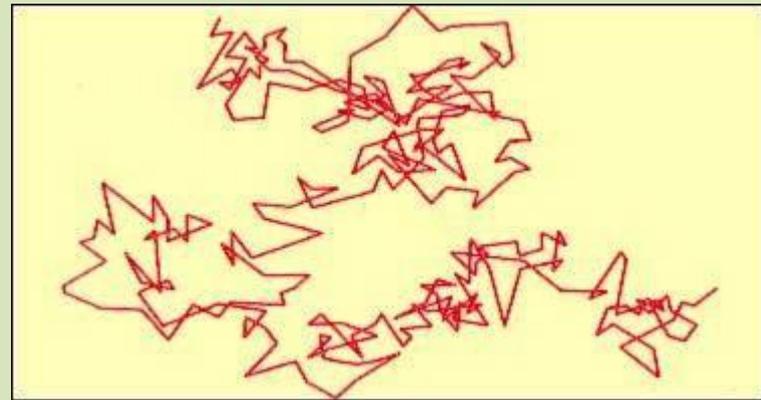
- 1. Дробление вещества
- 2. Испарение жидкостей
- 3. Расширение тел при нагревании



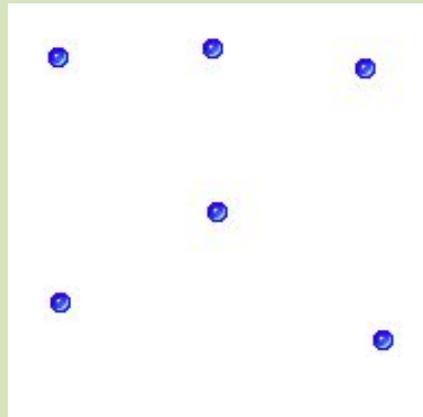
ВТОРОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Частицы тел постоянно и хаотично движутся

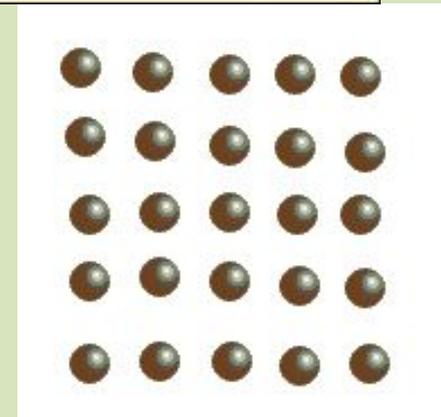
Траектория одной
частицы



Движение
молекул
газа



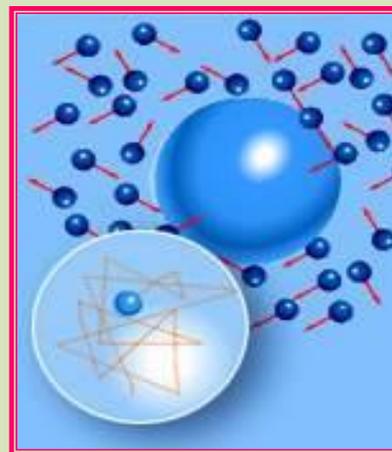
Движение
молекул
твердых
тел



ОПЫТНЫЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ

II положение

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



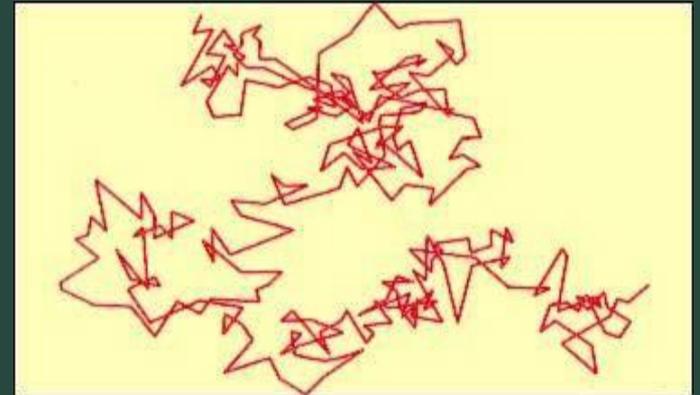
Доказательства МКТ

2) броуновское движение;

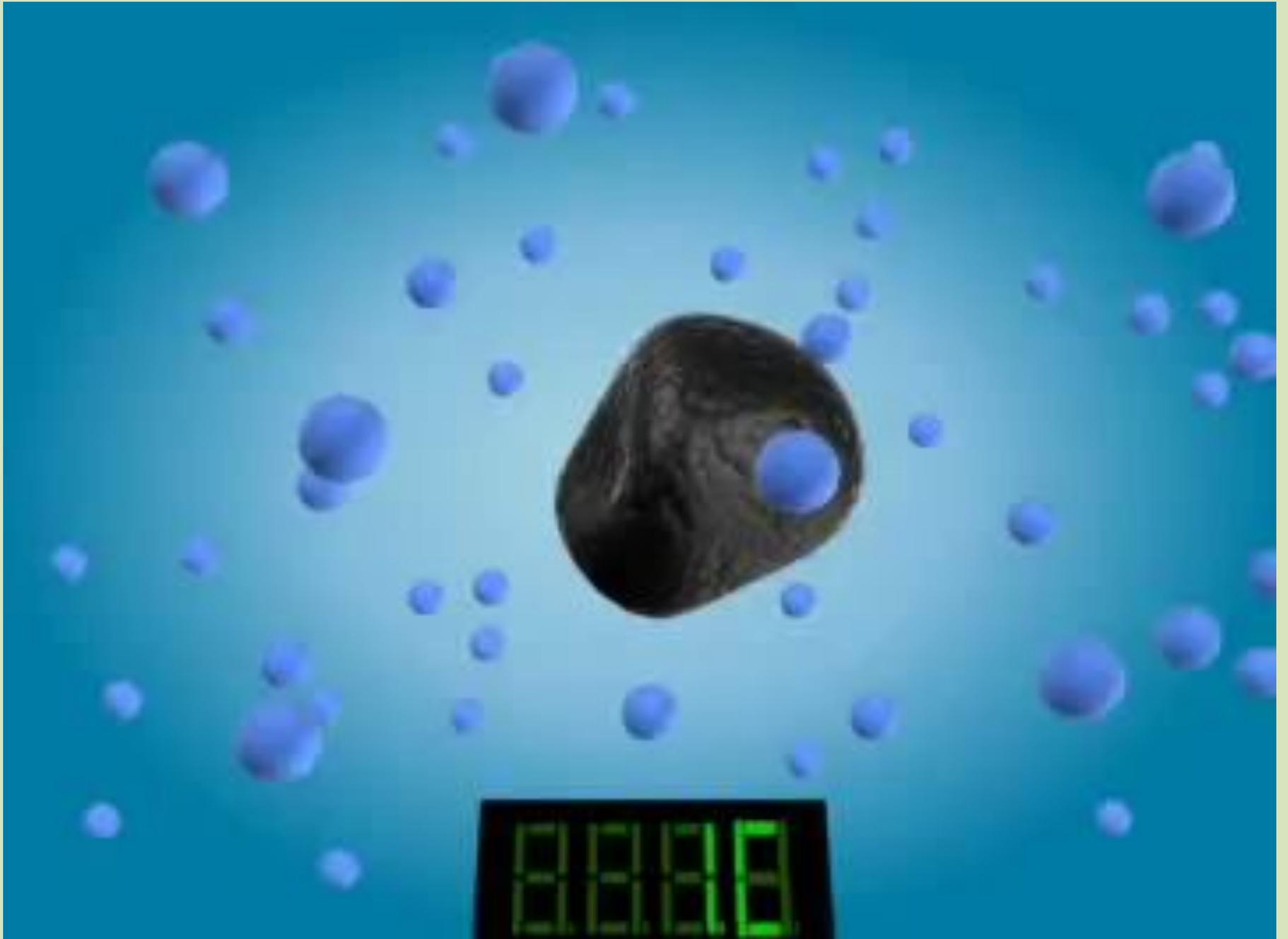


Роберт
Броун
(1773 - 1858)

шотландский ботаник



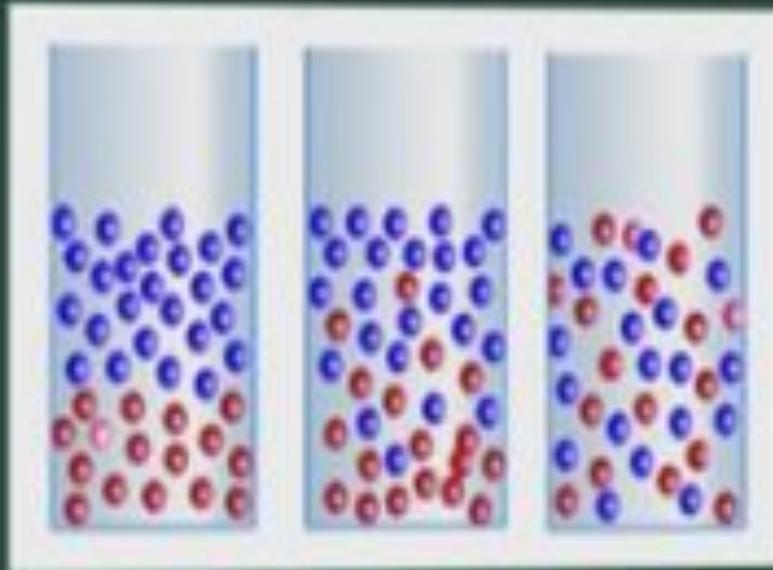
Броуновское движение - видимое в оптический микроскоп движение мелких твердых частиц в жидкости, которое происходит под воздействием нескомпенсированных ударов молекул жидкости.





Доказательства МКТ

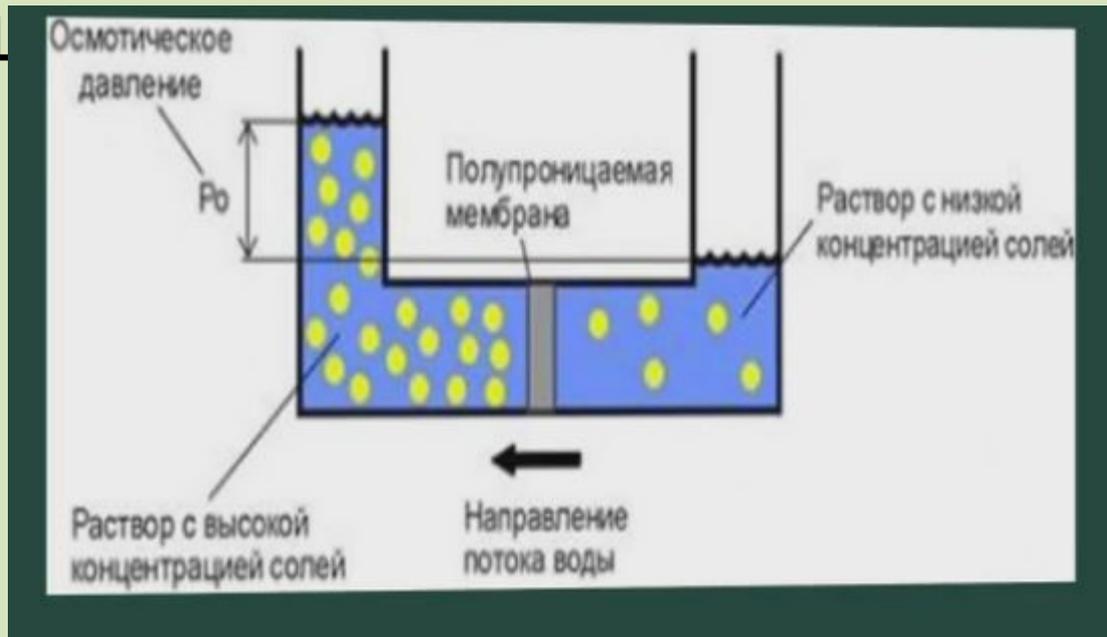
- Диффузия



Диффузия - процесс взаимного проникновения соприкасающихся веществ друг в друга вследствие теплового движения частиц веществ.

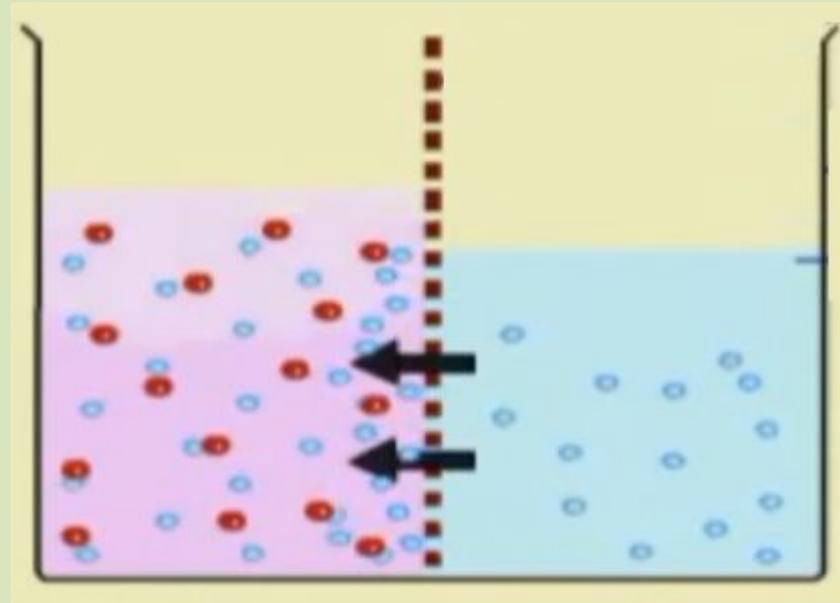
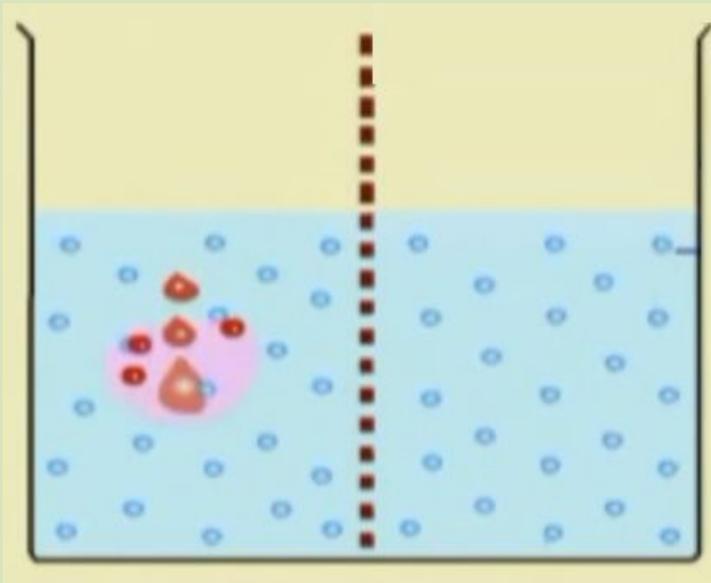
Доказательства МКТ

- Осмос – процесс односторонней диффузии растворителя через полупроницаемую перегородку в сторону большей концентрации вещества



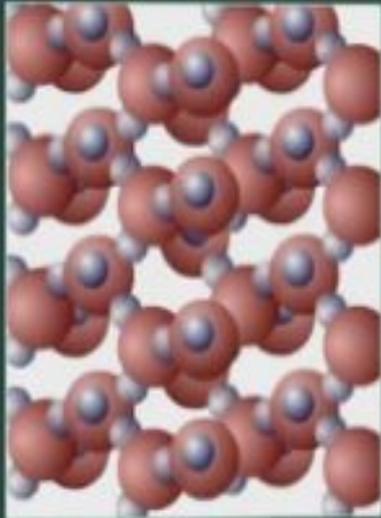
Доказательство МКТ

- Осмос

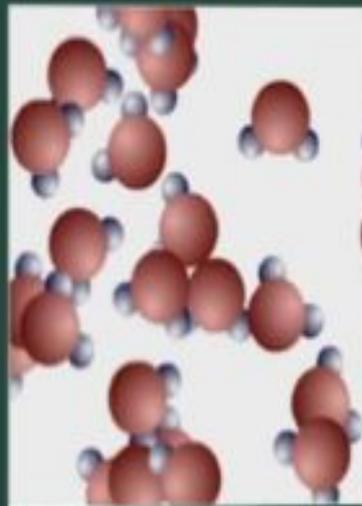


Доказательство МКТ

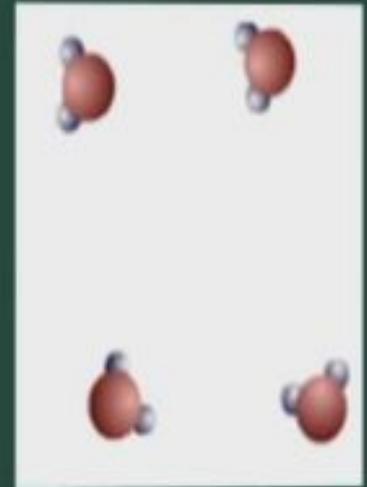
свойства тел в агрегатных состояниях.



твёрдое тело



жидкость



газ

Установите соответствие:

1. Молекулы движутся с огромными скоростями.
2. Тела сохраняют форму и объем.
3. Атомы колеблются около положения равновесия.
4. Расстояние между молекулами превышает размер молекул.
5. Молекулы колеблются, периодически перескакивая на новое место.
6. Тела сохраняют форму, но не сохраняют объем.

А. Твердые тела.

Б. Жидкости.

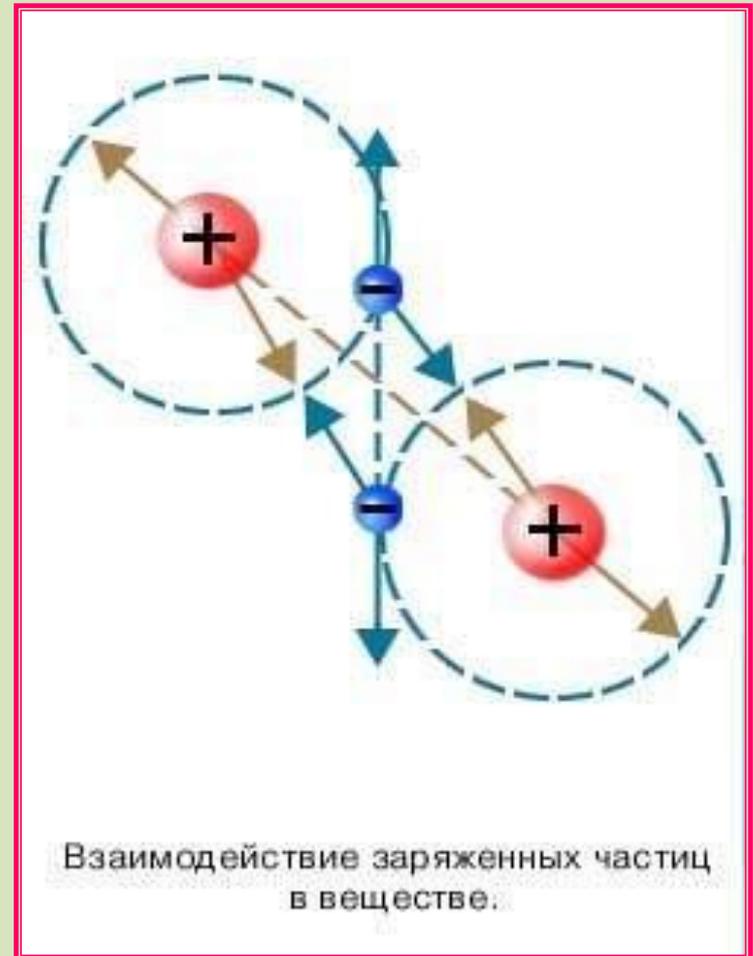
В. Газы.

Ответы: **1-В** **2-А** **3-А** **4-В** **5-Б** **6-Б**

ТРЕТЬЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Частицы взаимодействуют друг с другом силами, имеющими электрическую природу.

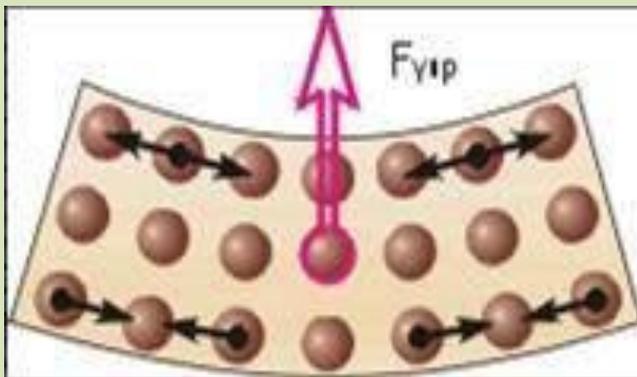
Гравитационное взаимодействие между частицами пренебрежимо мало.



ОПЫТНЫЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ

III положение

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



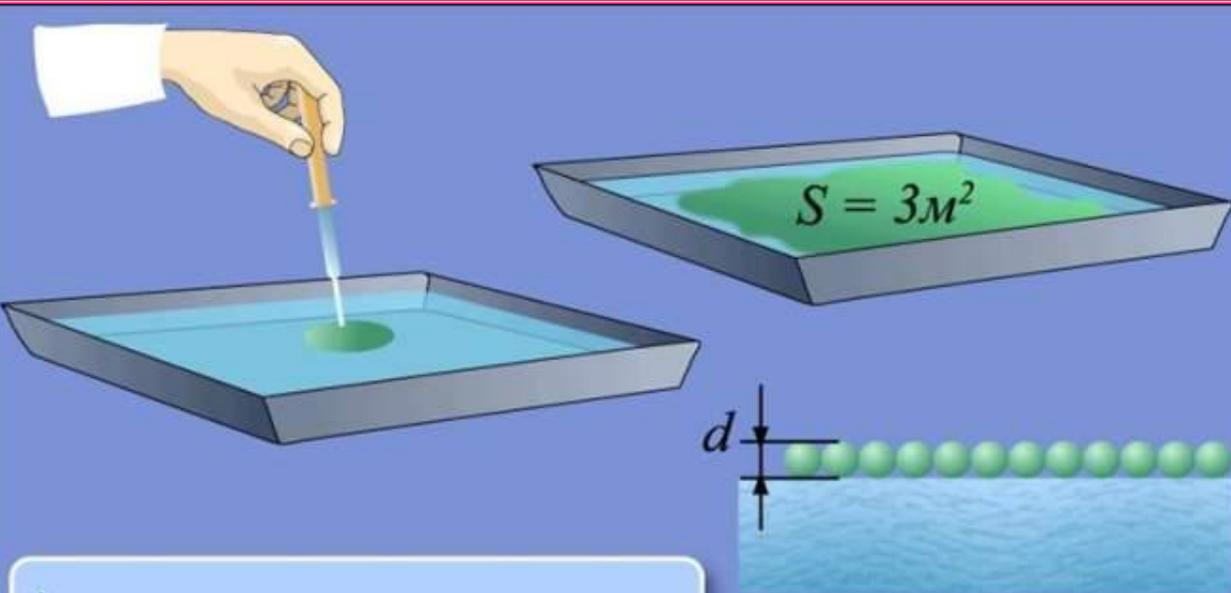
Доказательство МКТ

- Сцепление свинцовых цилиндров

Причина-
электромагнитное
взаимодействие
электронов и ядер
соседних молекул.



ОЦЕНКА РАЗМЕРОВ МОЛЕКУЛ



The diagram illustrates the oil film experiment. A hand uses a pipette to drop a small amount of oil onto a tray of water. The oil spreads to form a thin film. The area of the film is labeled as $S = 3\text{ м}^2$. A magnified view of the film shows a single layer of molecules, with the thickness of the film labeled as d .

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

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

Вопросы:

- а) Какими свойствами должна обладать выбранная жидкость?
- б) Какая геометрическая формула может быть использована?
- в) Как рассчитать объем одной капли?

Количество вещества

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



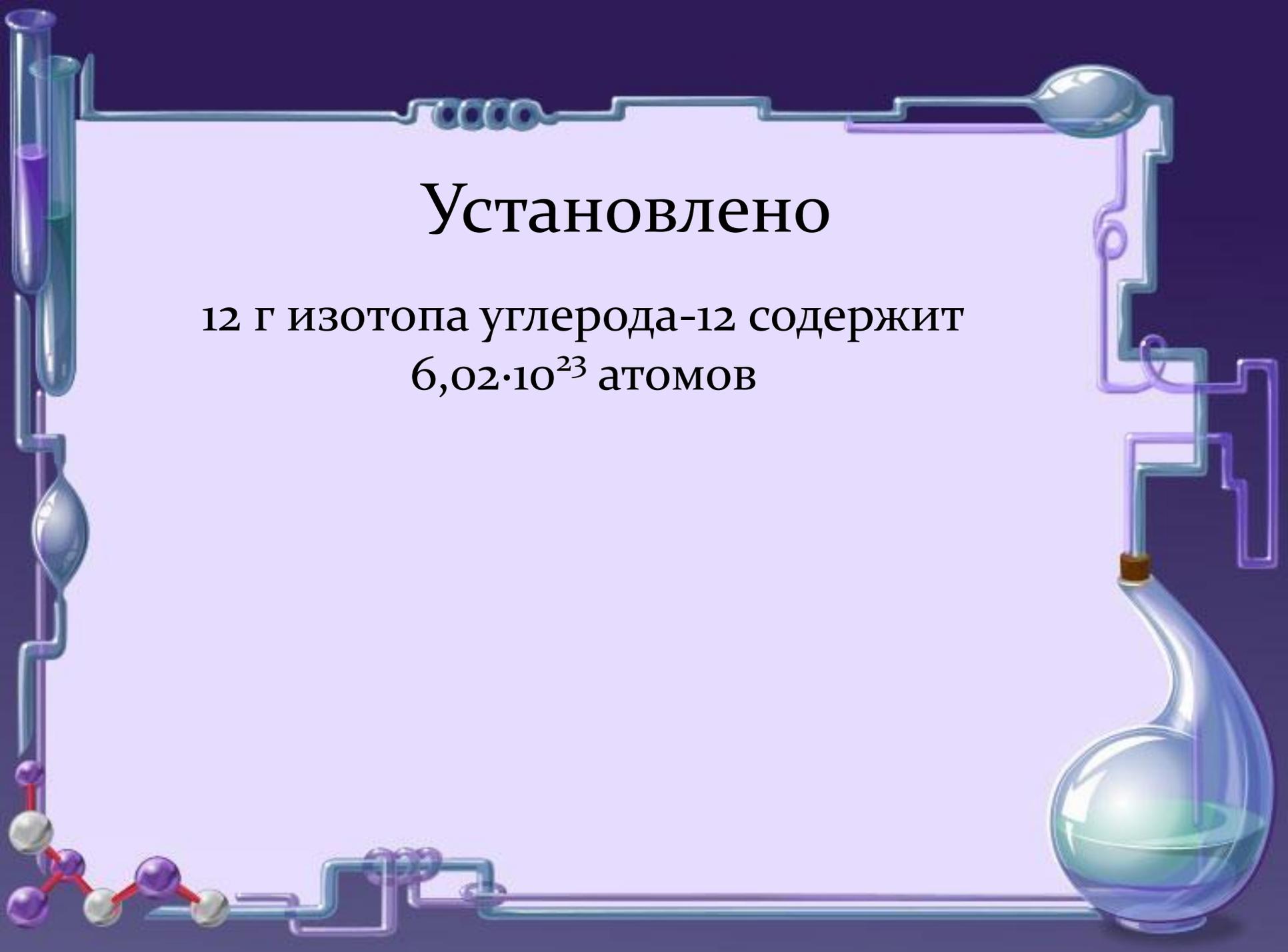
А в единице количества вещества - 1 моле, находится

одинаковое количество частиц.



КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА

- В молекулярно-кинетической теории *количество вещества* принято считать пропорциональным числу частиц. Единица количества вещества называется **молем** (моль).
- **Моль** – это количество вещества, содержащее столько же частиц (молекул), сколько содержится атомов в 0,012 кг углерода ^{12}C .



Установлено

12 г изотопа углерода-12 содержит
 $6,02 \cdot 10^{23}$ атомов

МОЛЯРНАЯ МАССА

1 моль – порция вещества, содержащая число частиц, равное числу Авогадро:

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

Все газы двухатомны, кроме инертных

$$M(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{N}_2) = 28 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{He}) = 4 \text{ г/моль}$$

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

Периоды	Ряды	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																Энергетическое уровень				
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII						
		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	б			а			
1	1	H 1 водород 1,008																He 2 гелий 4,003		К		
2	2	Li 3 литий 6,941		Be 4 бериллий 9,0122		B 5 бор 10,811		C 6 углерод 12,011		N 7 азот 14,007		O 8 кислород 15,999		F 9 фтор 18,998				Ne 10 неон 20,179		К'		
3	3	Na 11 натрий 22,99		Mg 12 магний 24,312		Al 13 алюминий 26,982		Si 14 кремний 28,086		P 15 фосфор 30,974		S 16 сера 32,064		Cl 17 хлор 35,453				Ar 18 аргон 39,948		К''-Е		
4	4	K 19 калий 39,102		Ca 20 кальций 40,08		21 Sc скандий 44,956		22 Ti титан 47,867		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		К'''-Е2
	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						Kr 36 криптон 83,8		К'''-Е2
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		К''-Е20
	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 йод 126,905						Xe 54 ксенон 131,3		К''-Е20
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		К''-Е204
	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)						Rn 86 радон (222)		К''-Е204
7	10	87 Fr франций (223)		88 Ra радий (226)		89-103 актиноиды		104 Rf резерфордий (261)		105 Db дубний (262)		106 Sg снборгий (263)		107 Bh борий (262)		108 Hn ханей (265)		109 Mt мейтнерий		110		К''-Е2040
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								
Л А Н Т А Н О И Д Ы																						
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71								
La лантан 138,906	Ce церий 140,12	Pr празеодим 140,908	Nd неодим 144,24	Pm прометий (145)	Sm самарий 150,4	Eu европий 151,96	Gd гадолиний 157,25	Tb тербий 158,925	Dy диспрозий 162,5	Ho гольмий 164,93	Er эрбий 167,26	Tm тулий 168,934	Yb иттербий 173,04	Lu лютеций 174,97	К''-Е204							
А К Т И Н О И Д Ы																						
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103								
Ac актиний (227)	Th торий 232,038	Pa протактиний (231)	U уран 238,29	Np нептуний (237)	Pu плутоний (244)	Am амерций (243)	Cm кюрий (247)	Bk берклий (247)	Cf калфорний (251)	Es эйнштейний (254)	Fm фермий (257)	Md менделевий (258)	No нобелий (259)	Lr лоуренсий (260)	К''-Е2040							

МАССА МОЛЕКУЛЫ

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

m_0 – масса
молекулы

M – молярная
масса

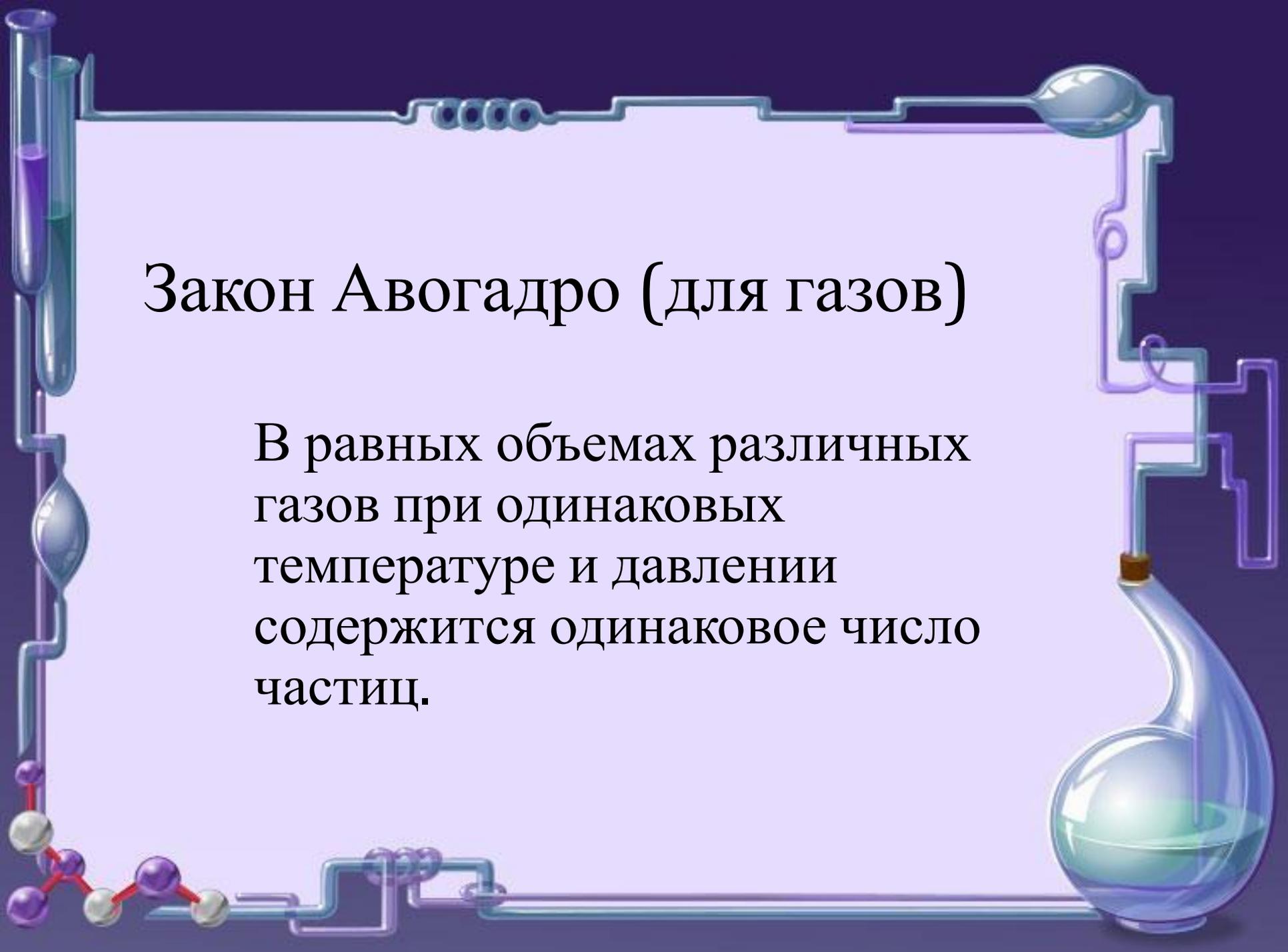
N_A – число
Авогадро



Итальянским физик
А.Авогадро

А. Авогадро
1811



A decorative border surrounds the text, featuring various laboratory glassware such as test tubes, flasks, and a bulb, along with molecular models of water and other substances. The border is rendered in shades of blue and purple.

Закон Авогадро (для газов)

В равных объемах различных газов при одинаковых температуре и давлении содержится одинаковое число частиц.

Следствия (для газов)

1. Одно и то же число молекул различных газов при одинаковых условиях занимает одинаковые объемы.
2. При н.у. 1 моль любого газа занимает объем 22,4 л.
3. Отношение массы определённого объёма одного газа к массе такого же объёма другого газа, взятого при тех же условиях, называется плотностью первого газа по второму

$$D = \frac{M_1}{M_2},$$

1 моль



H_2O



H_2SO_4



Сахар



$NaCl$



22,4
ЛИТРА

O_2



22,4
ЛИТРА

CO_2



22,4
ЛИТРА

N_2

нормальные условия

Константы:

$$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$$

$$M_{\text{возд.}} = 29 \text{ г/моль}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль}$$

M вещества численно равна
относительной молекулярной
массе.

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?

$$M(\text{Al}) = 27 \text{ г/моль}$$

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

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

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

ИДЕАЛЬНЫЙ ГАЗ

Известно, что частицы в газах, в отличие от жидкостей и твердых тел, располагаются друг относительно друга на расстояниях, существенно превышающих их собственные размеры. В этом случае взаимодействие между молекулами пренебрежимо мало и кинетическая энергия молекул много больше энергии межмолекулярного взаимодействия. Для выяснения наиболее общих свойств, присущих всем газам, используют упрощенную модель реальных газов -

идеальный газ

Идеальный газ (модель)

1. Совокупность большого числа молекул массой m_0 , размерами молекул пренебрегают (принимают молекулы за материальные точки).
2. Молекулы находятся на больших расстояниях друг от друга и движутся хаотически.
3. Молекулы взаимодействуют по законам упругих столкновений, силами притяжения между молекулами пренебрегают.
4. Скорости молекул разнообразны, но при определенной температуре средняя скорость молекул остается постоянной.

Реальный газ

1. Молекулы реального газа не являются точечными образованиями, диаметры молекул лишь в десятки раз меньше расстояний между молекулами.
2. Молекулы не взаимодействуют по законам упругих столкновений.

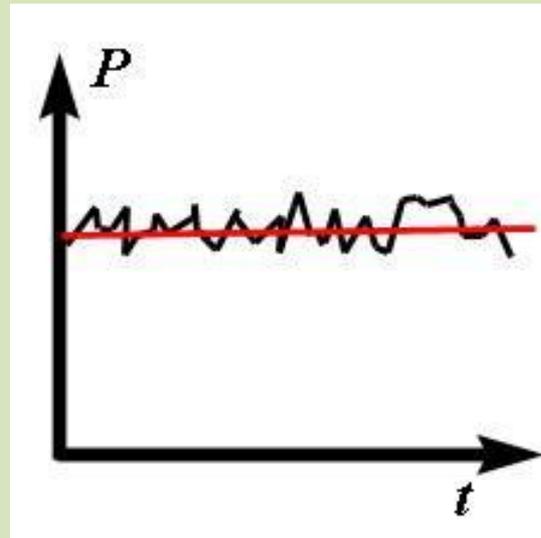
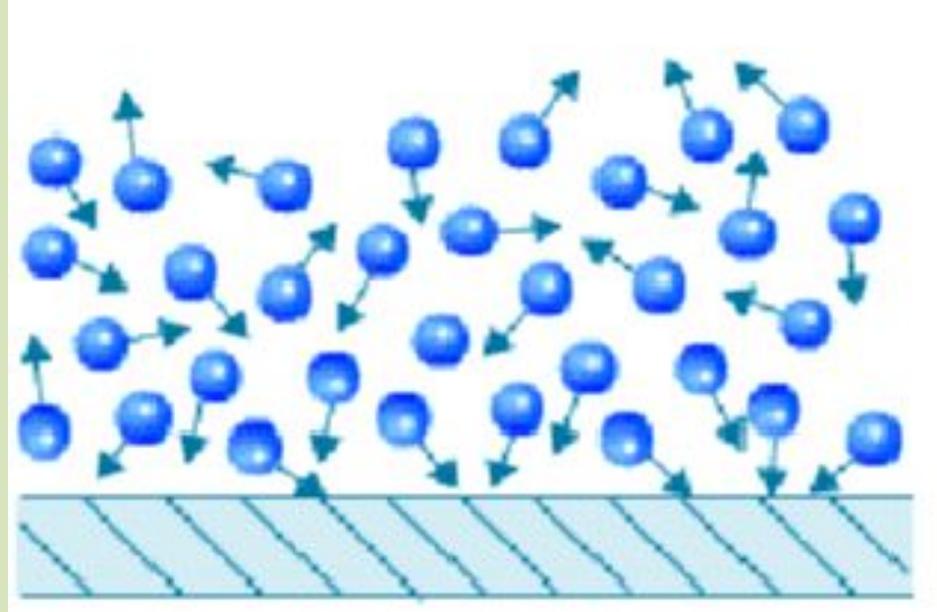


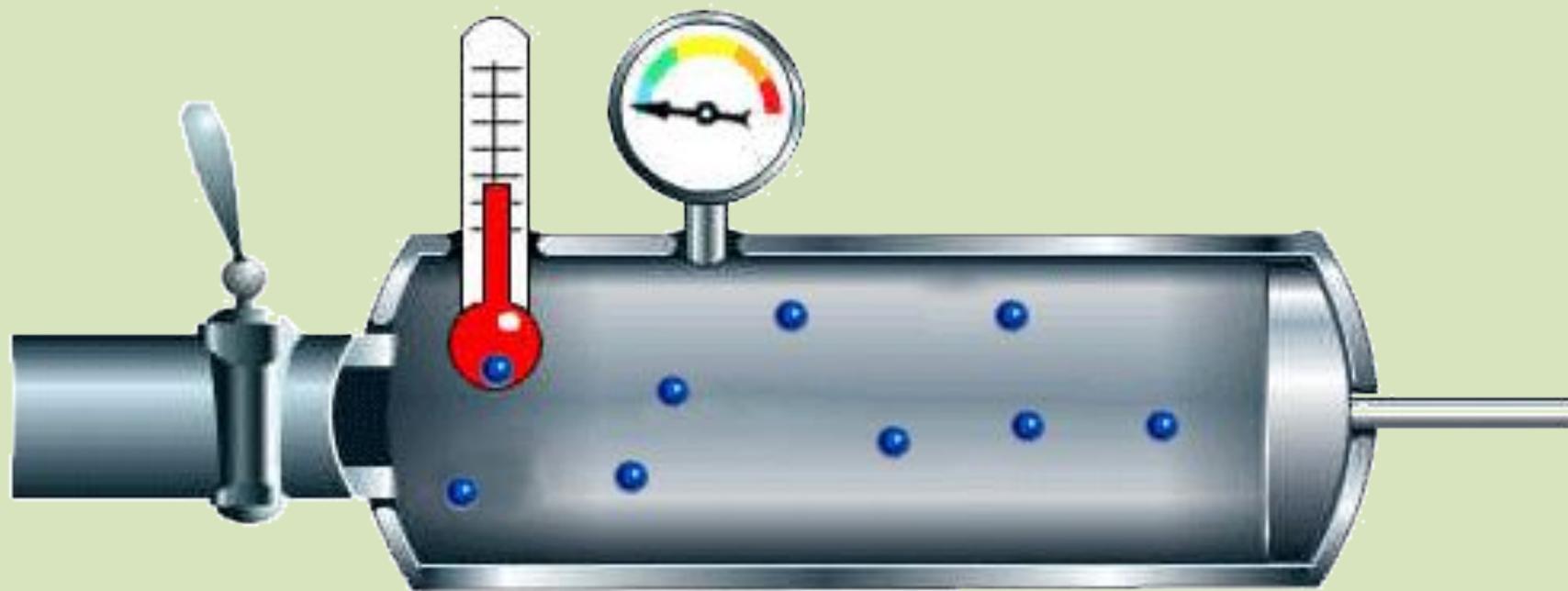
P?



Зависимость давления идеального газа от:

- Массы молекул
- Концентрации молекул
- Скорости движения молекул





$m_0 \uparrow \rightarrow P \uparrow$





$$n \uparrow \rightarrow P \uparrow$$





P? m_0 n V V^2



Основное уравнение МКТ идеального газа.

Масса
молекулы [кг]

Скорость движения
молекул [м/с]

$$P = \frac{1}{3} m_0 n v^2$$

Давление
газа [Па]

Концентрация
молекул [m^3]



Как изменится давление газа на стенки сосуда, если:

- масса молекулы увеличится в 3 раза
- концентрация молекул уменьшится в 4 раза
- скорость движения молекул увеличится в 2 раза
- объем увеличится в 5 раз
- масса молекулы уменьшится в 4 раза, а концентрация увеличится в 2 раза
- масса молекулы увеличится в 2 раза, а скорость движения молекул увеличится в 3 раза
- концентрация молекул увеличится в 3 раза, скорость движения молекул уменьшится в 3 раза

Связь давления со
средней
кинетической
энергией

$$E = \frac{m_0 \cdot V^2}{2}$$

Средняя кинетическая
энергия
поступательного
движения молекулы

$$P = \frac{1}{3} m_0 n V^2 \neq \frac{2}{3} n E \frac{m_0 V^2}{2}$$

Связь давления с плотностью газа.

$$\rho = m_0 \cdot n$$

← Плотность газа

← Масса молекулы

← Концентрация молекул

$$P = \frac{1}{3} m_0 \rho n \cdot V^2$$

Задача.

- №468 Каково давление азота, если средняя квадратичная скорость его молекул 500 м/с, а его плотность $1,35 \text{ кг} / \text{м}^3$

подсказка

решение

- №469 Какова средняя квадратическая скорость движения молекул газа, если имея массу 6 кг, он занимает объем 5 м^3 при давлении 200кПа?

подсказка

решение

Воспользуйтесь формулой :

$$P = \frac{1}{3} \rho V^2$$

Средняя квадратичная скорость

Плотность

Давление



Дано :

$$M = 500 \text{ /}$$

$$\rho = 1,35 \text{ кг / м}^3$$

Найти :

$$P = ?$$

Решение:

$$P = \frac{1}{3} \rho V^2$$

$$P = \frac{1}{3} \cdot 1,35 \cdot 500^2 =$$

$$= 112500 \text{ Па} \approx$$

$$\approx 112,5 \text{ кПа}$$



Ответ: 112,5кПа

Сначала найдите плотность газа по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

← Масса газа

← Объем газа

А потом выразите скорость движения молекул из формулы:

$$P = \frac{1}{3} \rho V^2$$



Дано :

$$\kappa = 6$$

$$M = 5 \text{ }^3$$

$$P = 2 \cdot 10^5$$

Найти :

$$V = ?$$

Решение:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{6}{5} =$$

$$= 1,2 \text{ кг} / \text{м}^3$$

$$V = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} =$$

$$= \sqrt{\frac{3 \cdot 2 \cdot 10^5}{1,2}} \approx$$

$$\approx 707 \text{ м} / \text{с}$$



Ответ: 707 м/с

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

- *Выучить основные положения МКТ*
- *Знать обозначения величин*
- *Уметь описать опыт по определению размеров частиц*

Спасибо за урок!

