

# Молекулярная физика

# МКТ

## молекулярно-кинетическая теория

*объясняет тепловые явления и свойства тел с точки зрения внутреннего строения вещества.*





## *Основные положения МКТ*

*1. Вещество состоит из молекул и атомов, между которыми есть промежутки.*

*2. Молекулы находятся в непрерывном тепловом движении.*

*3. Между частицами действуют молекулярные силы притяжения и отталкивания.*

# Три состояния вещества



твёрдое

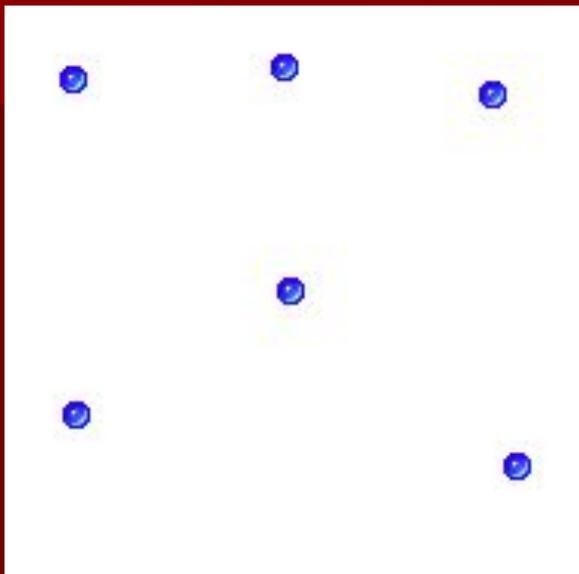


жидкое



газообразное

# Газы



*В газах расстояние между молекулами во много раз больше размеров самих молекул. Молекулы в газе движутся хаотично. Силы притяжения малы.*

*Газы не сохраняют ни формы, ни объема.*

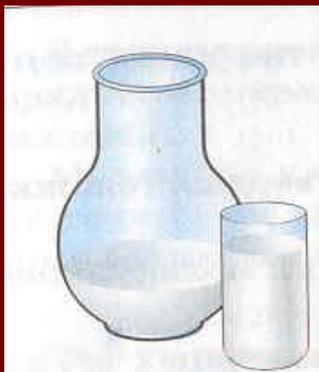
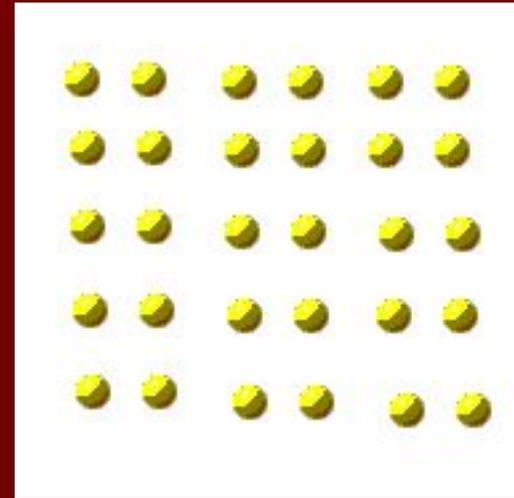


# Жидкости

*Молекулы расположены почти  
вплотную друг к другу.*

*Молекулы совершают колебания  
около положения равновесия .*

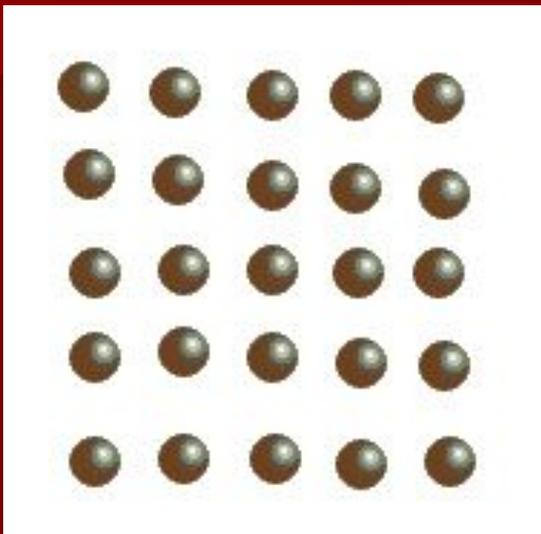
*Время от времени перескакивают  
из одного оседлого состояния в другое.*



*Жидкости плохо сжимаются  
и сохраняют свой объем.*

*Они текучи и принимают форму  
сосуда, в который налиты.*

# Твердые тела



*Молекулы расположены в строгом порядке  
близко друг к другу.*

*Они колеблются около определенных  
положений равновесия.*

*Молекулярные силы притяжения велики.*

*Твердые тела сохраняют  
свою форму и объем.*



*Доказательства*  
*основных положений МКТ*



*Молекула ДНК*



*Молекулы белка*



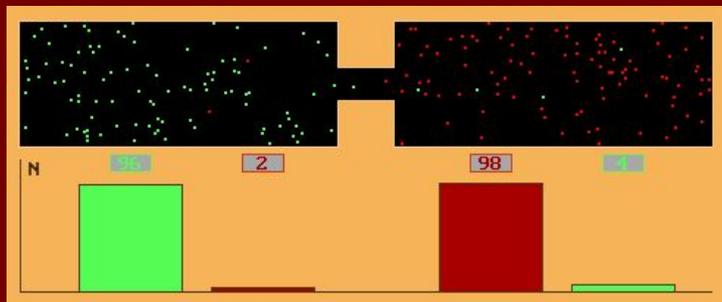
*Молекулы жидких кристаллов*

# Диффузия –

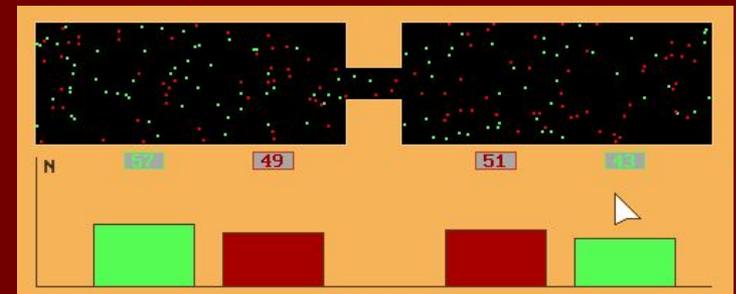


смешивание различных веществ.

*Объясняется проникновением молекул одного вещества в промежутки между молекулами другого.*

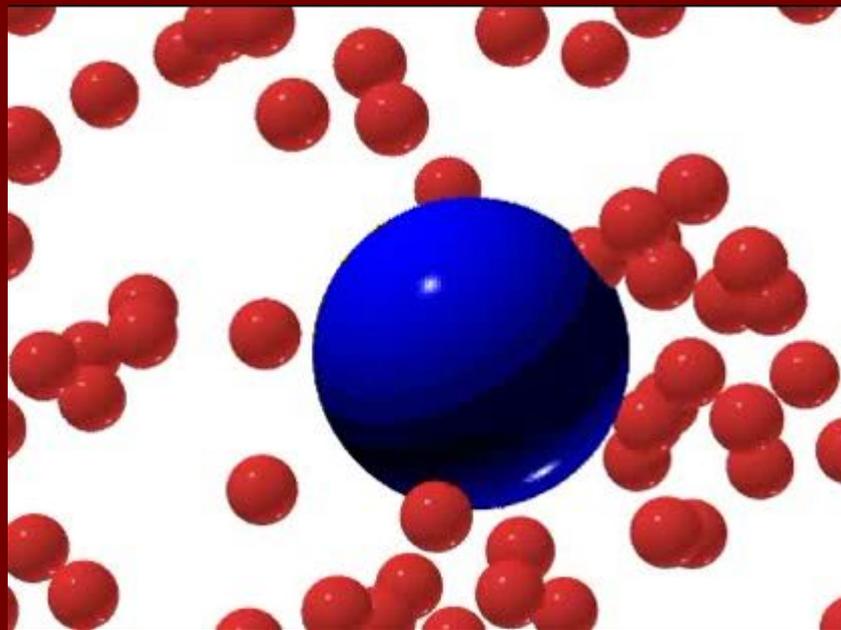
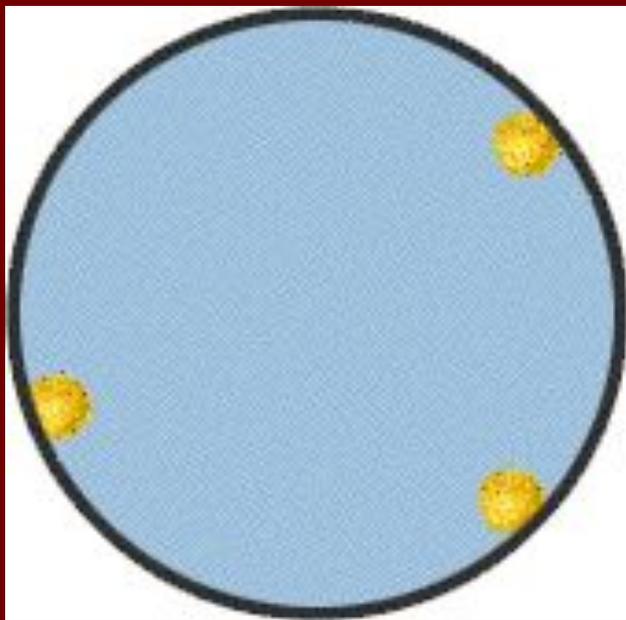


*Начало процесса*

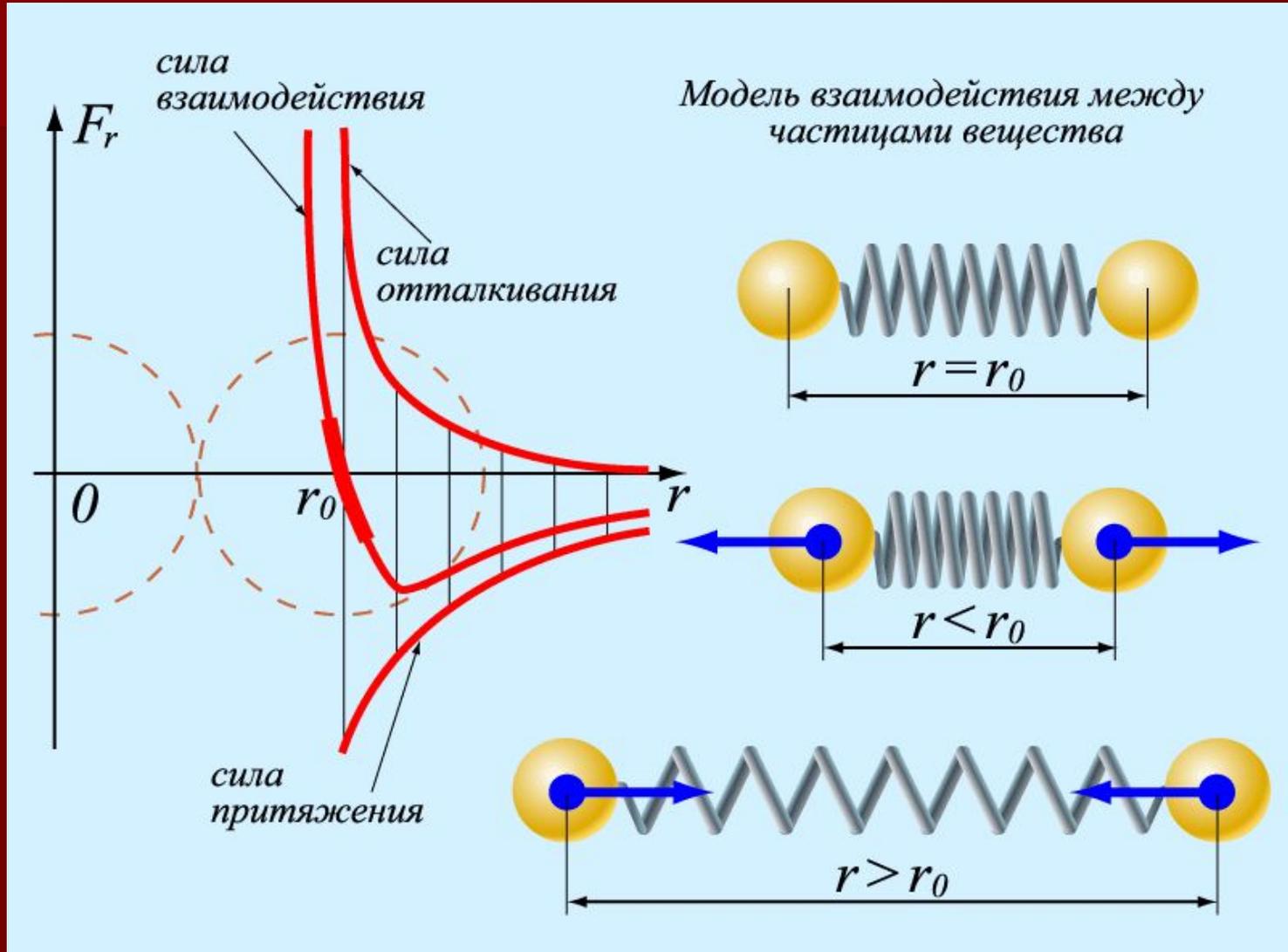


*Установившееся состояние*

*Броуновское движение –*  
*движение крупинок вещества,*  
*находящихся во взвешенном состоянии*  
*в жидкости или газе.*



# Молекулярное взаимодействие



# Масса и размеры молекул

*В 1 см<sup>3</sup> любого газа при нормальных условиях содержится  $N = 2,7 \times 10^{19}$  молекул.*

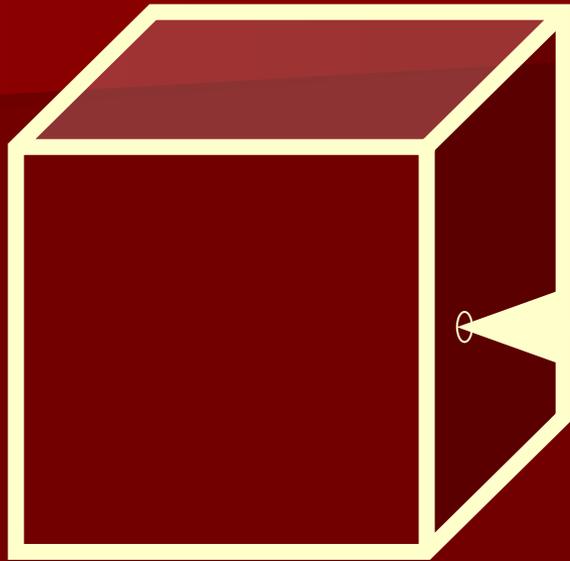
*На отрезке длиной 1 см можно уложить 100 млн. молекул водорода.*

*Молекула кислорода во столько раз меньше среднего яблока, во сколько раз яблоко меньше земного шара.*

*Если бы число людей на Земле равнялось  $N = 2,7 \times 10^{19}$  и равномерно распределить их по всей поверхности, то оказалось бы, что на 1 м<sup>2</sup> пришлось бы по 50 тысяч человек.*

*Если взять такое количество кирпичей и полностью покрыть весь земной шар, то получится кирпичная стена высотой 120 метров.*

## Задача



*Объем куба  $1 \text{ см}^3$ .*

*В кубе вакуум.*

*Сделано тончайшее  
отверстие.*

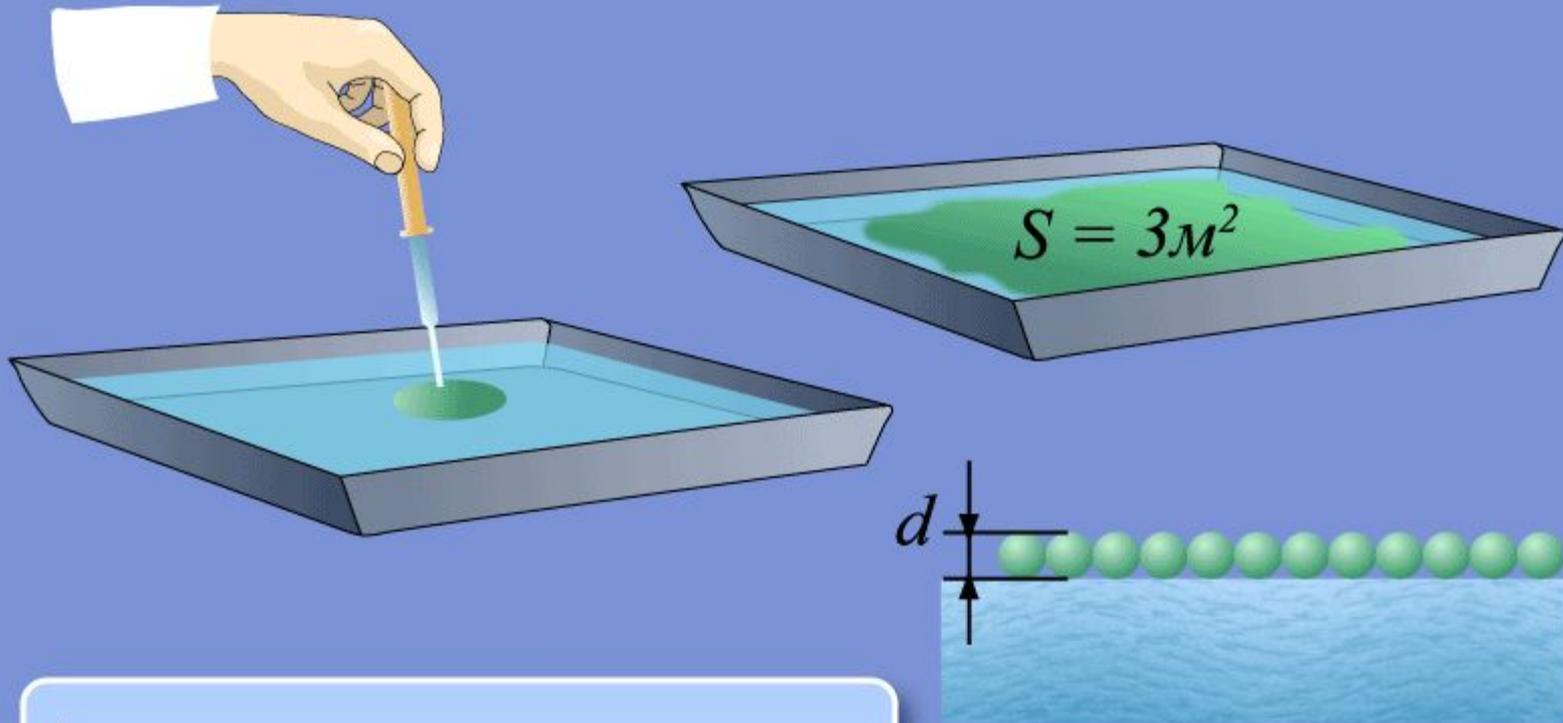
*Ежесекундно во  
внутрь  
куба влетает*

*100 млн. молекул  
различных газов.*

*Сколько потребуется времени,  
чтобы плотность воздуха  
в кубе была нормальной?*

*9000 лет!*

# Определение диаметра молекул



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

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

## Вопросы:

- 1. Молярная масса (определение, обозначение, единица измерения).*
- 2. Количество вещества (обозначение, единица измерения, формулы).*
- 3. Постоянная Авогадро (определение и численное значение).*
- 4. Формулы для расчета массы молекулы любого вещества.*

*Молярная масса – это масса одного моля вещества.*

*Постоянная Авогадро – это число молекул в одном моле.*

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

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

$M$  – молярная масса (КГ/ моль)

$v$  – количество вещества  
(моль)

$m$  – масса вещества  
(КГ)

$N$  – число молекул

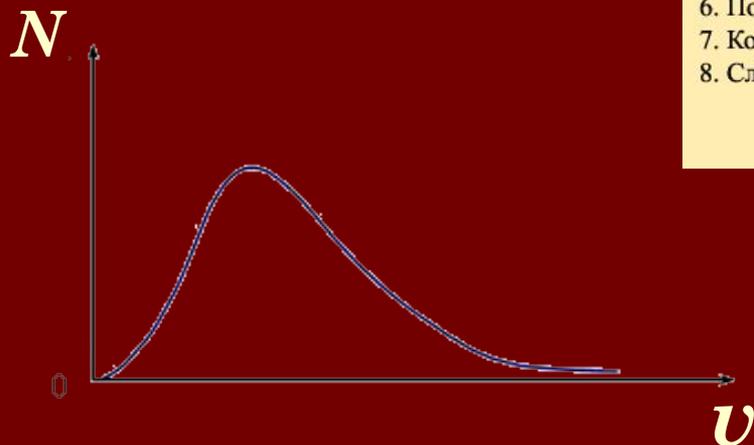
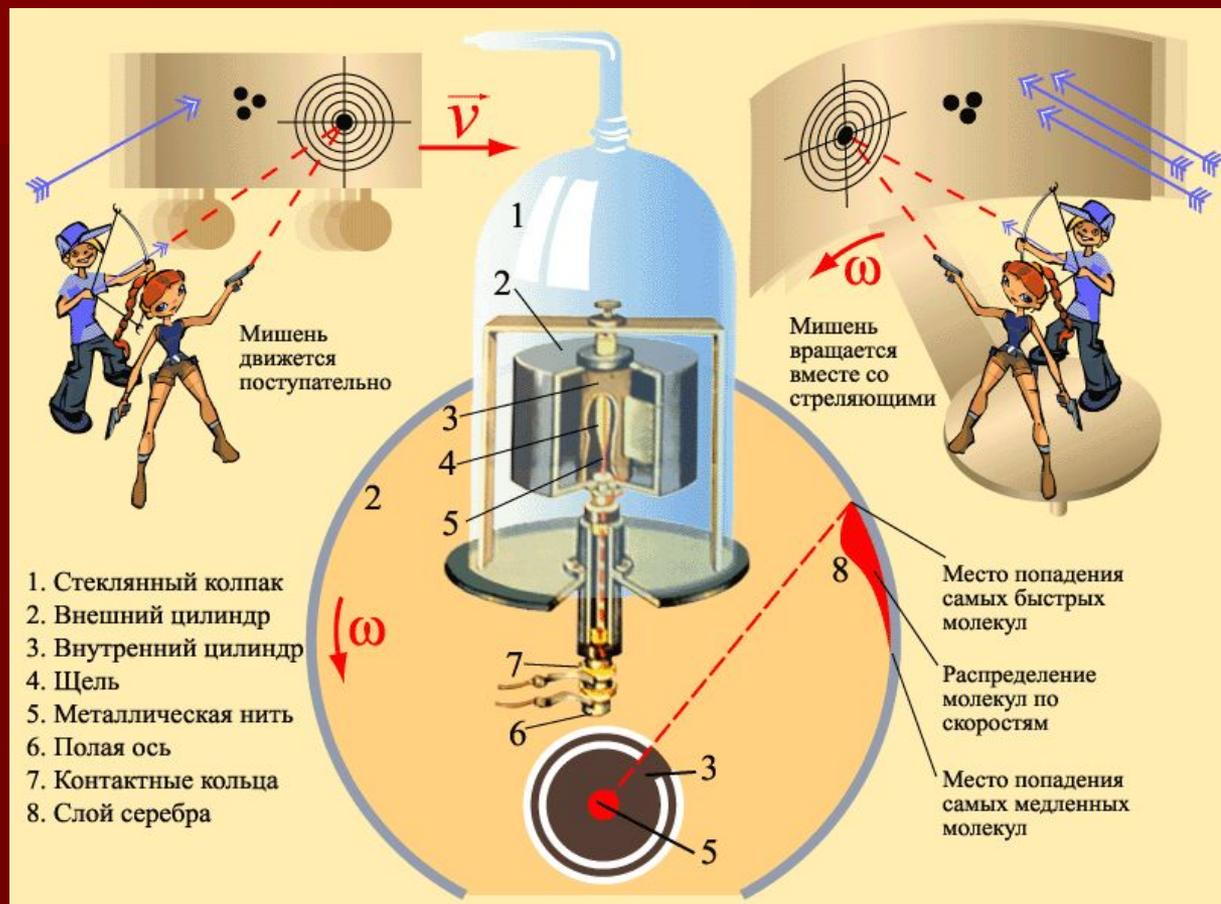
$$m_0 = \frac{M}{N_A} = \frac{m}{N}$$

$m_0$  – масса молекулы  
(КГ)

# Определение скоростей молекул газа

## Опыт Штерна

(1920 год)



Распределение молекул по скоростям

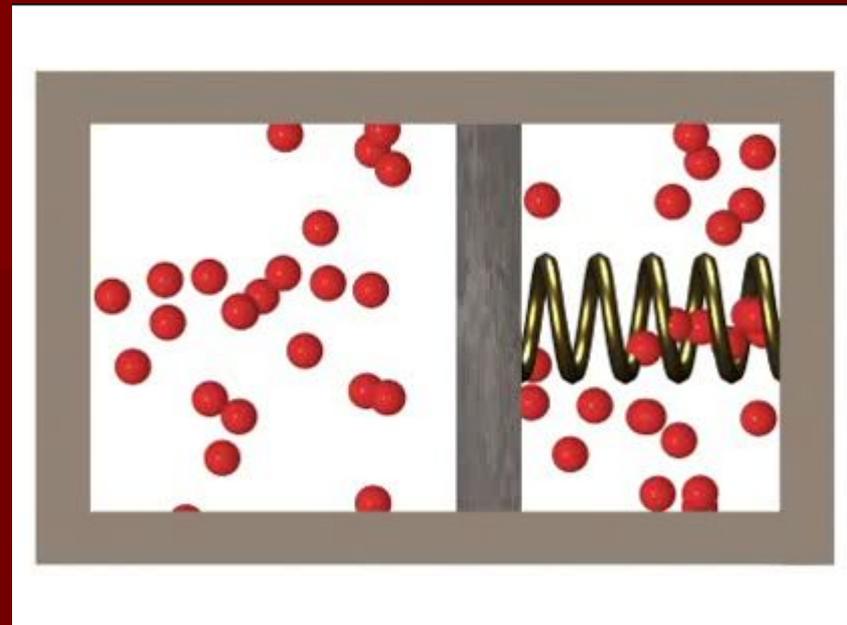
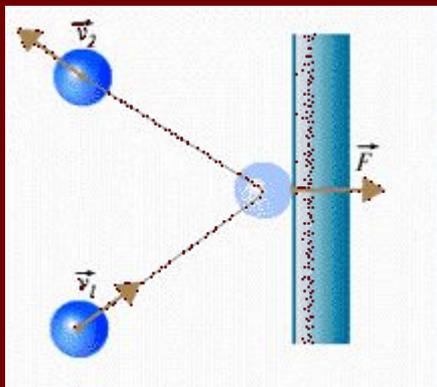
# *Давление газа в МКТ*

## *Вопросы:*

- 1. Чем объясняется возникновение давления ?*
- 2. От каких характеристик молекул зависит давление газа?*

# Давление газа

*объясняется соударением молекул друг с другом и со стенками сосуда.*



*Давление газа зависит от массы, скорости и количества молекул.*

Основное уравнение МКТ  
идеального газа

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

# *Температура и ее измерение*

## *Вопросы*

- 1. Определение макроскопических параметров.*
- 2. Понятие температуры.*
- 3. Определение теплового равновесия и температуры.*
- 4. Какое физическое явление лежит в основе работы термометра?*

# Температура - величина, характеризующая степень нагретости тела



термометр

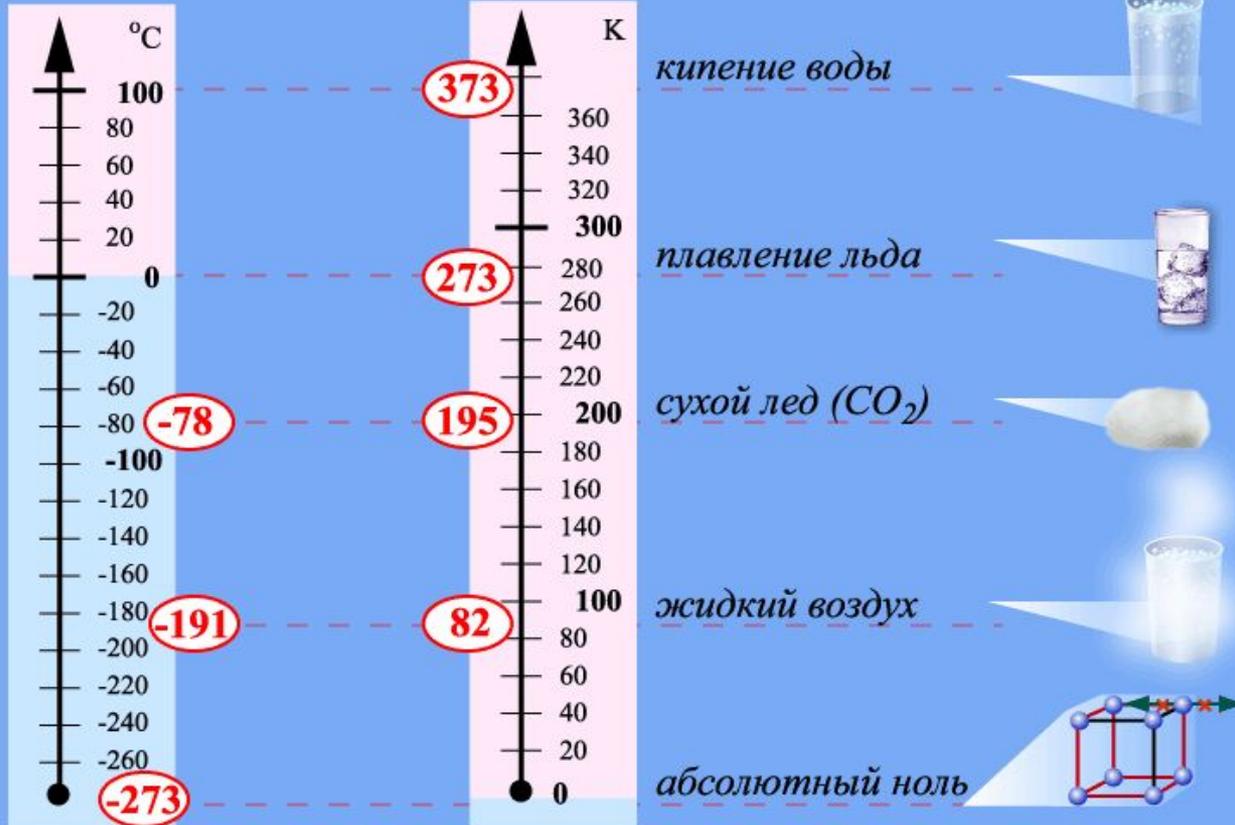
# *T – абсолютная температура (Кельвин)*

Шкала Цельсия

Термодинамическая  
шкала

$$t = T - 273$$

$$T = t + 273$$

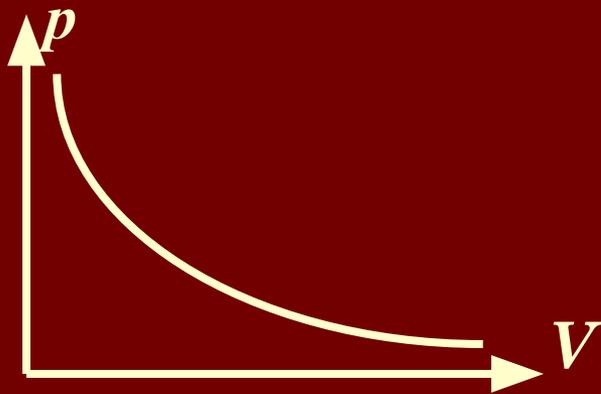


$$T = t^{\circ} + 273^{\circ}$$

# Газовые законы

*изотермический*

$T - const$

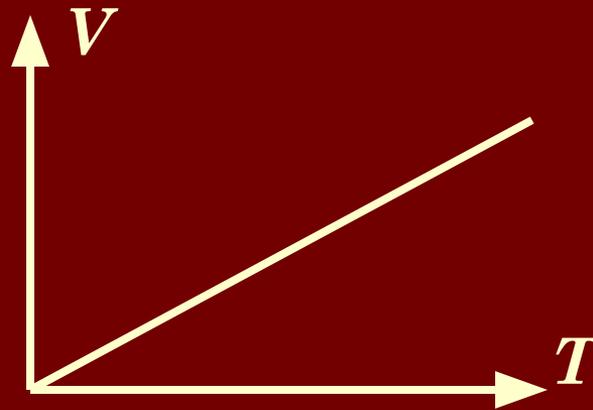


$$pV = const$$

Закон  
Бойля-Мариотта

*изобарный*

$p - const$

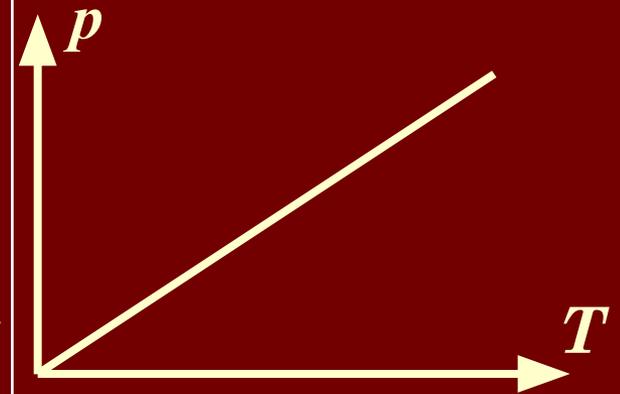


$$\frac{V}{T} = const$$

Закон  
Гей-Люссака

*изохорный*

$V - const$



$$\frac{p}{T} = const$$

Закон Шарля