

Основные положения молекулярно- кинетической теории (МКТ). Абсолютная температура.

*Не существует ничего, кроме
атомов.*

Демокрит



Молекулярная физика

Раздел, в котором изучают свойства макроскопических тел в различных агрегатных состояниях на основе МКТ.



История развития МКТ :



Демокрит (около 460 - 360 до н. э.)

Древнегреческий философ-материалист, один из первых представителей атомизма.

Согласно Демокриту, существуют только атомы и пустоты. Одним из первых говорил об историческом прогрессе в области наук и искусств, происхождение которых объяснял потребностями людей.

Михаил Васильевич Ломоносов (1711-1765)



Русский учёный-
энциклопедист,
естествоиспытатель и
филолог, поэт и художник.
По его инициативе и проекту
создан в 1755 г. Московский
университет.
Сформулировал основные
положения молекулярно –
кинетической теории.

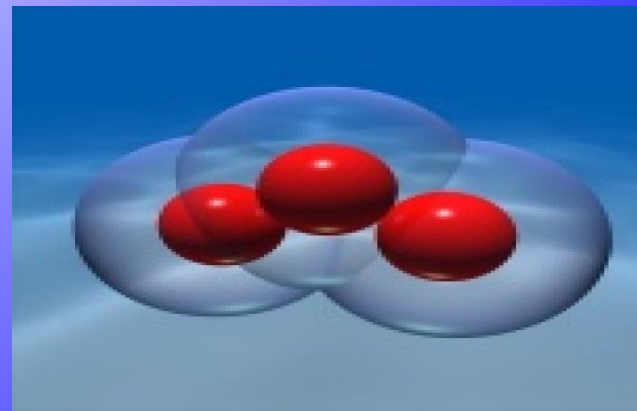
Роберт Броун (1773-1858).



Английский ботаник.
В 1827 году
рассматривал в
микроскоп взвешенные
в воде частички
цветочной пыльцы,
которые совершали
беспорядочное
движение, названное
броуновским. Это
тепловое движение и
оно не прекращается.

Что надо знать о физической теории:

1. Опытные факты, послужившие основанием для разработки теории.
2. Основные понятия теории.
3. Основные положения (принципы) теории.
4. Математический аппарат теории:
(законы, основные уравнения, формулы).
- 5.Круг явлений, объясняемых данной теорией.



Основные положения МКТ:

1. Все вещества состоят из частиц, между которыми есть промежутки.



Опыты:

- ✓ Делимость веществ
- ✓ Растворение вещества
- ✓ диффузия
- ✓ Тепловое расширение
- ✓ Фотографии с помощью электронного микроскопа

Атом и молекула

- АТОМ –

наименьшая частица
химического элемента,

которая является носителем
его химических свойств.

- МОЛЕКУЛА -

наименьшая устойчивая
частица *вещества,*

обладающая всеми
химическими
свойствами

и состоящая из одинаковых
(простое вещество) или
разных (сложное
вещество) атомов,
объединенных
химическими связями.

Модели молекул разных веществ



Водород



Кислород



Вода

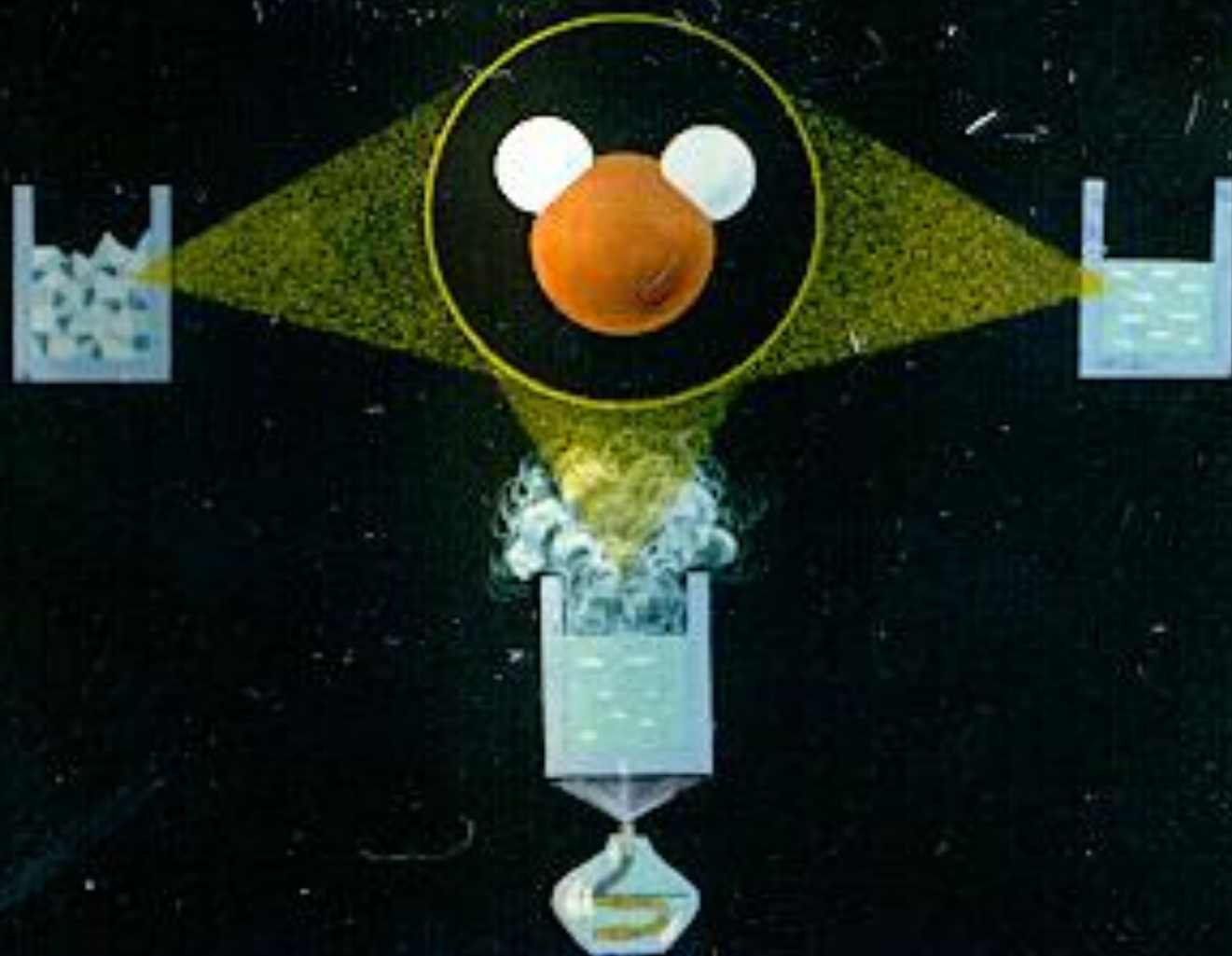


Аммиак

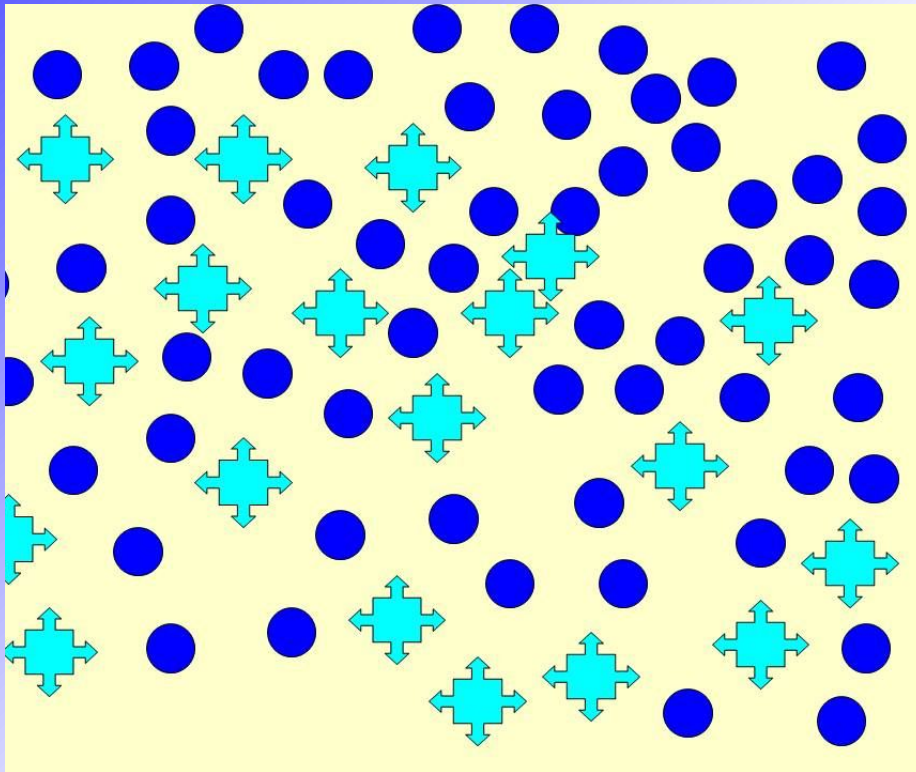


Спирт

Молекула льда, воды и водяного пара



Диффузия – взаимное проникновение
соприкасающихся веществ друг в
друга



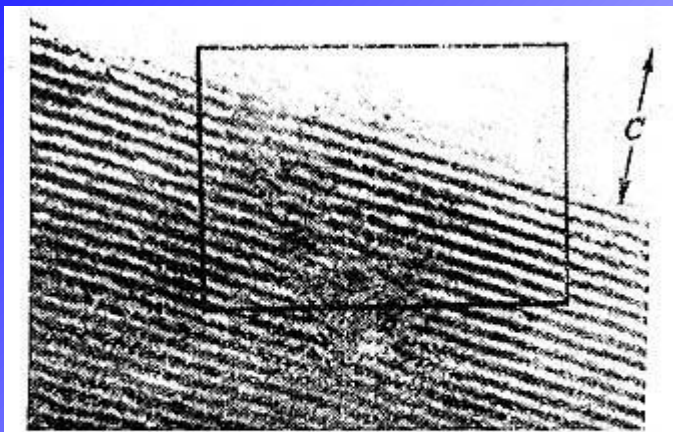


Ионный микроскоп JEM-ARM200F

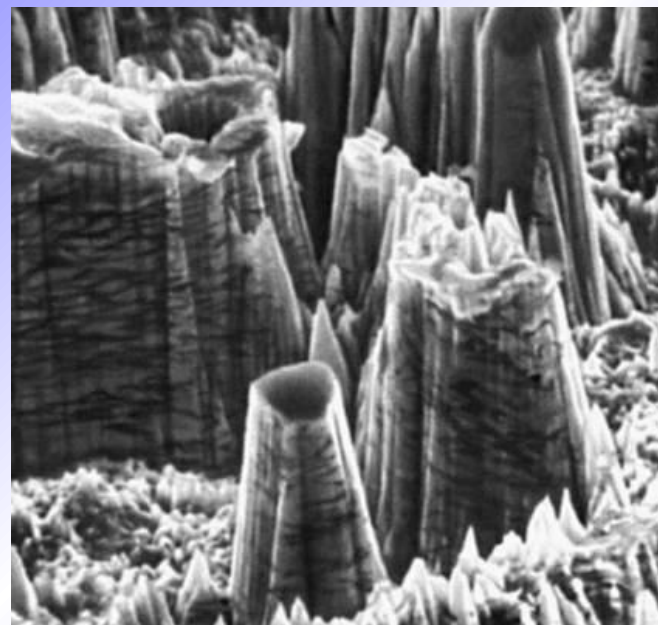


Сканирующий электронно-ионный микроскоп.

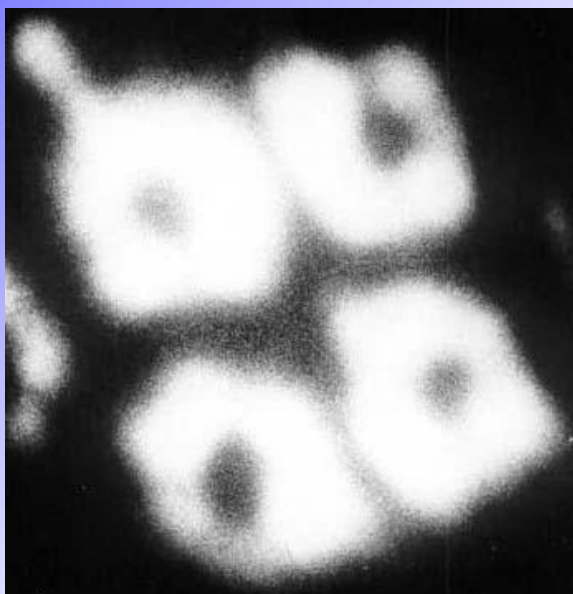
Ионный микроскоп - электронно-оптический прибор, в котором изображение создается ионным пучком от термоионного или газоразрядного ионного источника.



Платина в электронном микроскопе



Изображение предварительно отполированной, а затем подвергнутой ионной бомбардировке поверхности монокристалла меди. Снято в растровом электронном микроскопе. Увеличение - 3000.

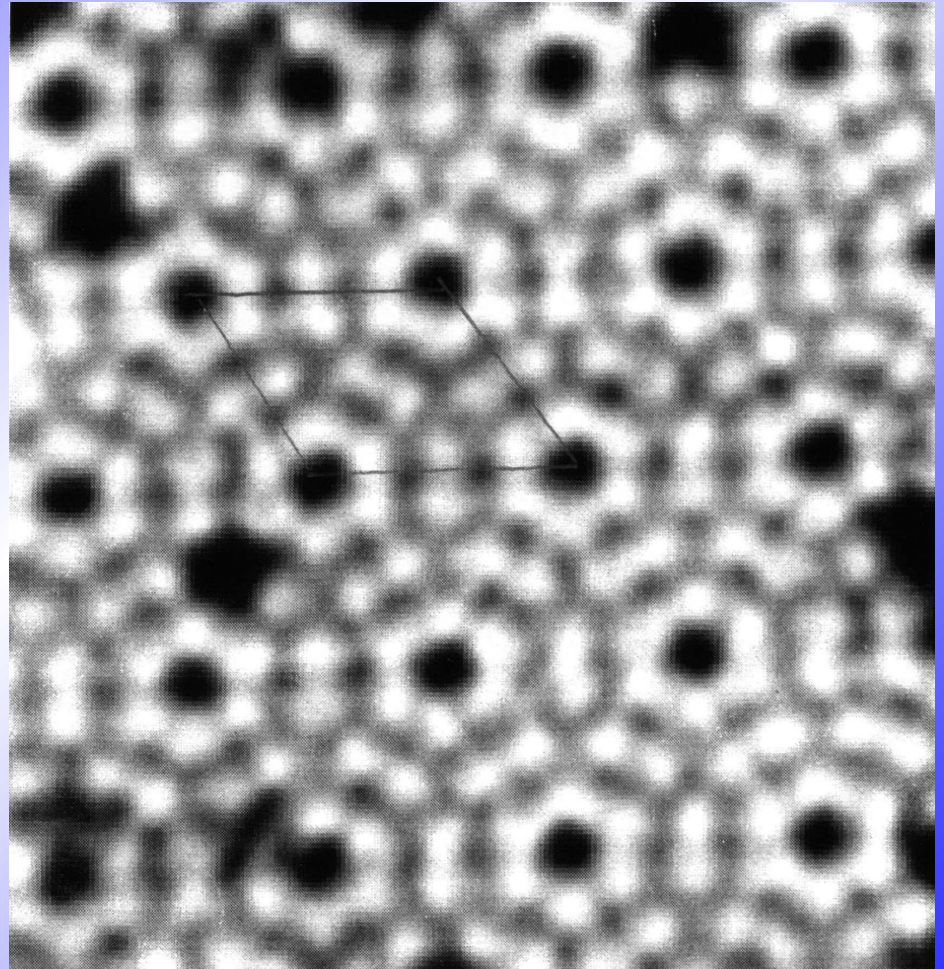


Молекулы нафталина в ионном микроскопе

A high-magnification scanning electron micrograph (SEM) of a mosquito head. The image shows the intricate structure of the head, including the large compound eyes on the right, which are composed of many small ommatidia. The proboscis is visible in the center, and various sensory appendages and bristles are seen extending from the head. The background is dark, highlighting the complex, three-dimensional structure of the mosquito's head.

Изображение
головы комара в
электронном
микроскопе

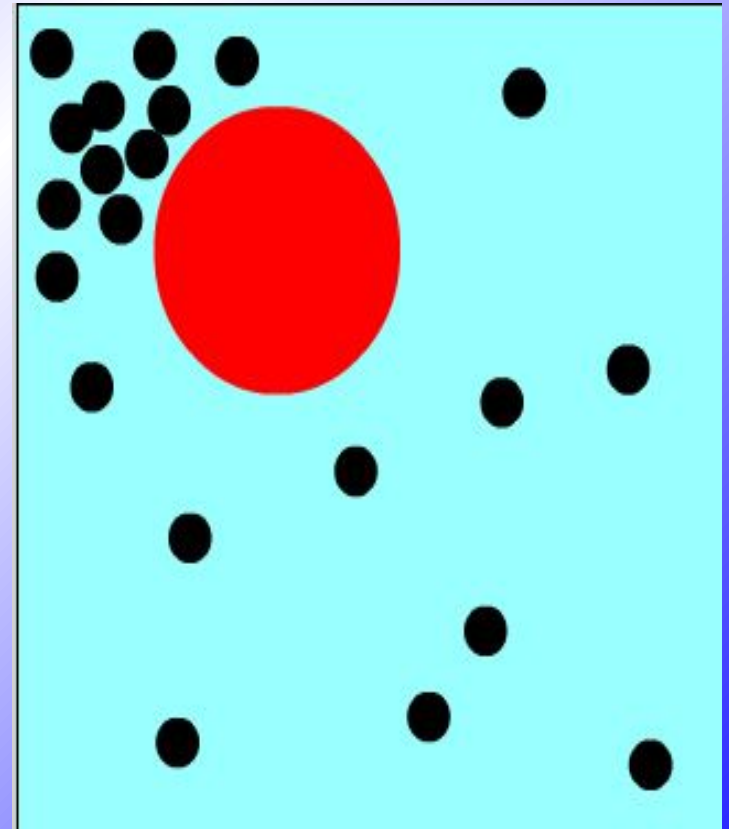
Поверхность
кремния.
Изображение
получено с
помощью
туннельного
микроскопа



2. Частицы непрерывно и хаотически движутся

Опыты:

- ✓ Диффузия
- ✓ Броуновское движение
- ✓ Стремление газа занять весь объем





Броуновское движение – это хаотическое движение мелких частиц твёрдого вещества под ударами молекул жидкости или газа, в которых эти частицы находятся.

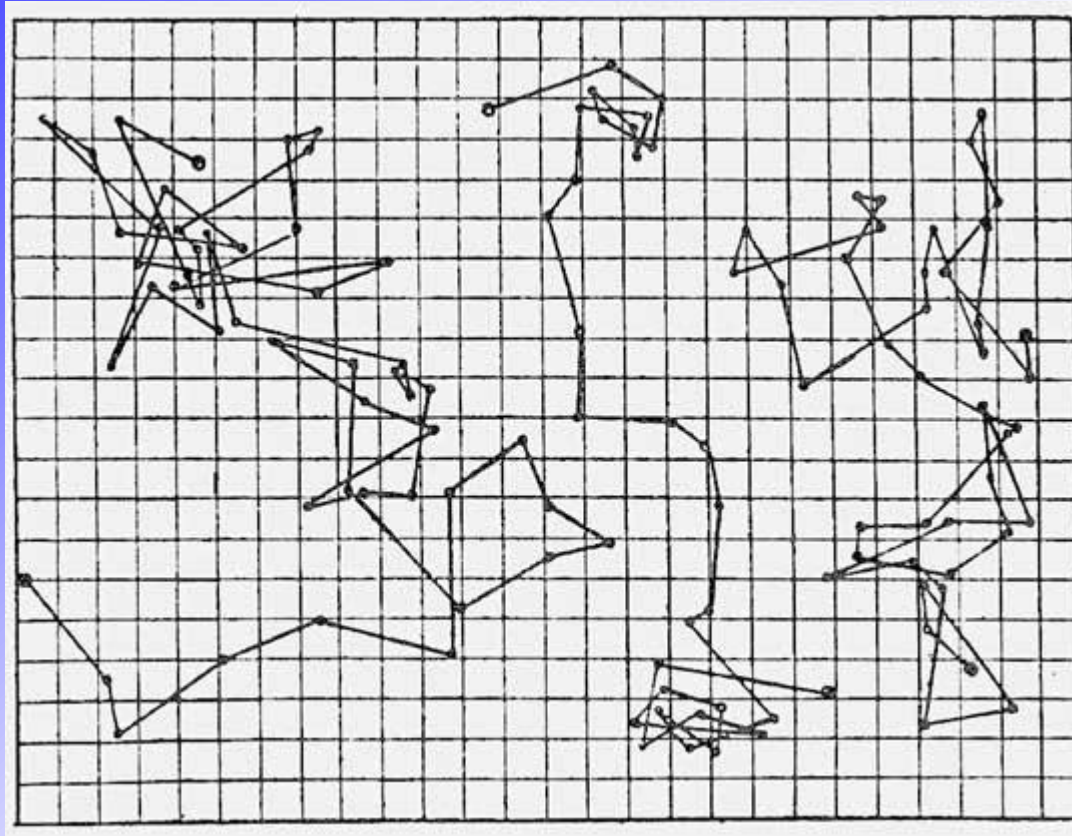
Это явление открыто Р. Броуном в 1827 г., когда он проводил исследования пыльцы растений.

Интересуясь, как пыльца участвует в процессе оплодотворения, он разглядывал под микроскопом выделенные из клеток пыльцы североамериканского растения *Clarkia pulchella* (кларкии хорошенькой) взвешенные в воде удлинённые цитоплазматические зерна.

Мельчайшие частички вели себя, как живые, причем «танец» частиц ускорялся с повышением температуры и с уменьшением размера частиц и явно замедлялся при замене воды более вязкой средой. Это удивительное явление никогда не прекращалось: его можно было наблюдать сколь угодно долго.



**Clarkia
pulchella**

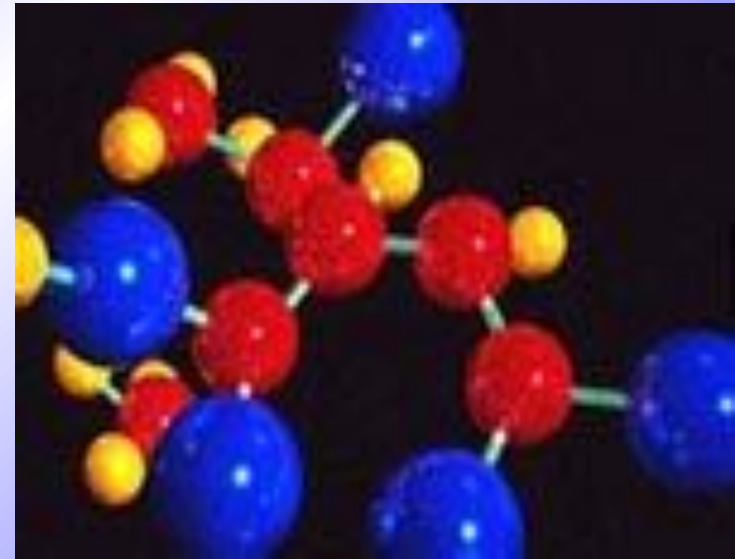


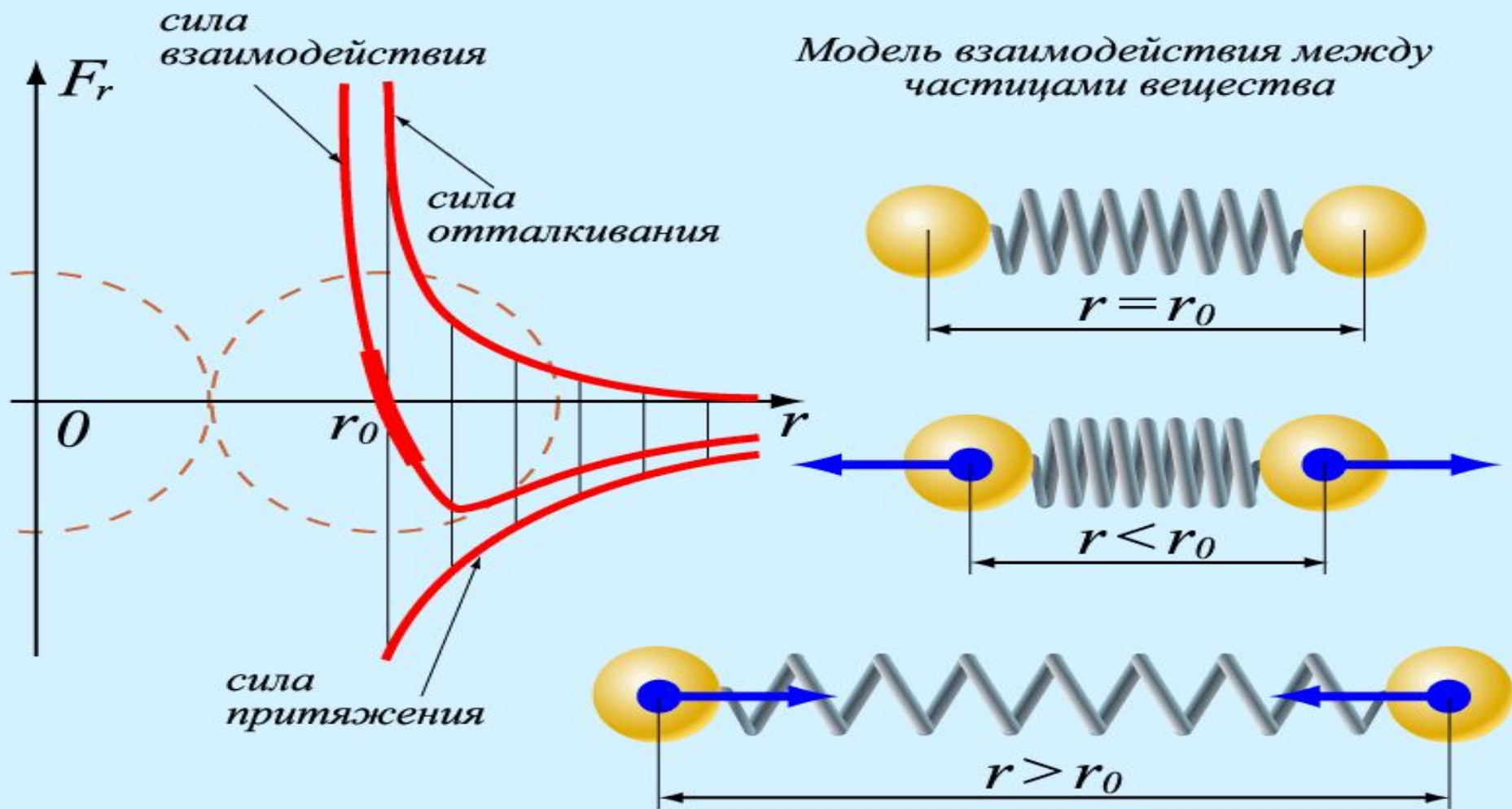
Последовательные положения через каждые 30 секунд трех броуновских частиц – шариков гуммигута размером около 1 мкм. Одна клетка соответствует расстоянию 3 мкм.

3. Частицы, взаимодействуя друг с другом, притягиваются и отталкиваются.

Опыты:

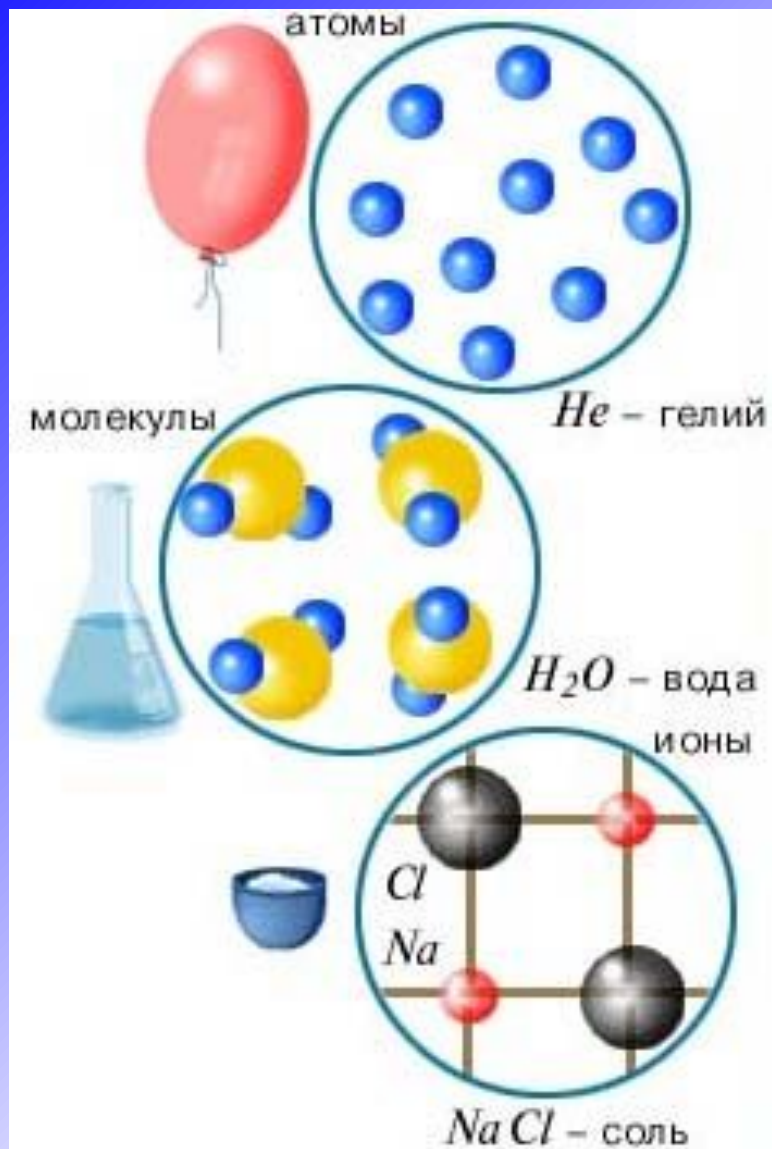
- ✓ Деформация
- ✓ Склеивание
- ✓ Смачивание, несмачивание
- ✓ Поверхностное натяжение жидкости
- ✓ Твердые тела и жидкости трудно сжать





1. Силы притяжения и отталкивания действуют одновременно.
2. Силы имеют электромагнитную природу.

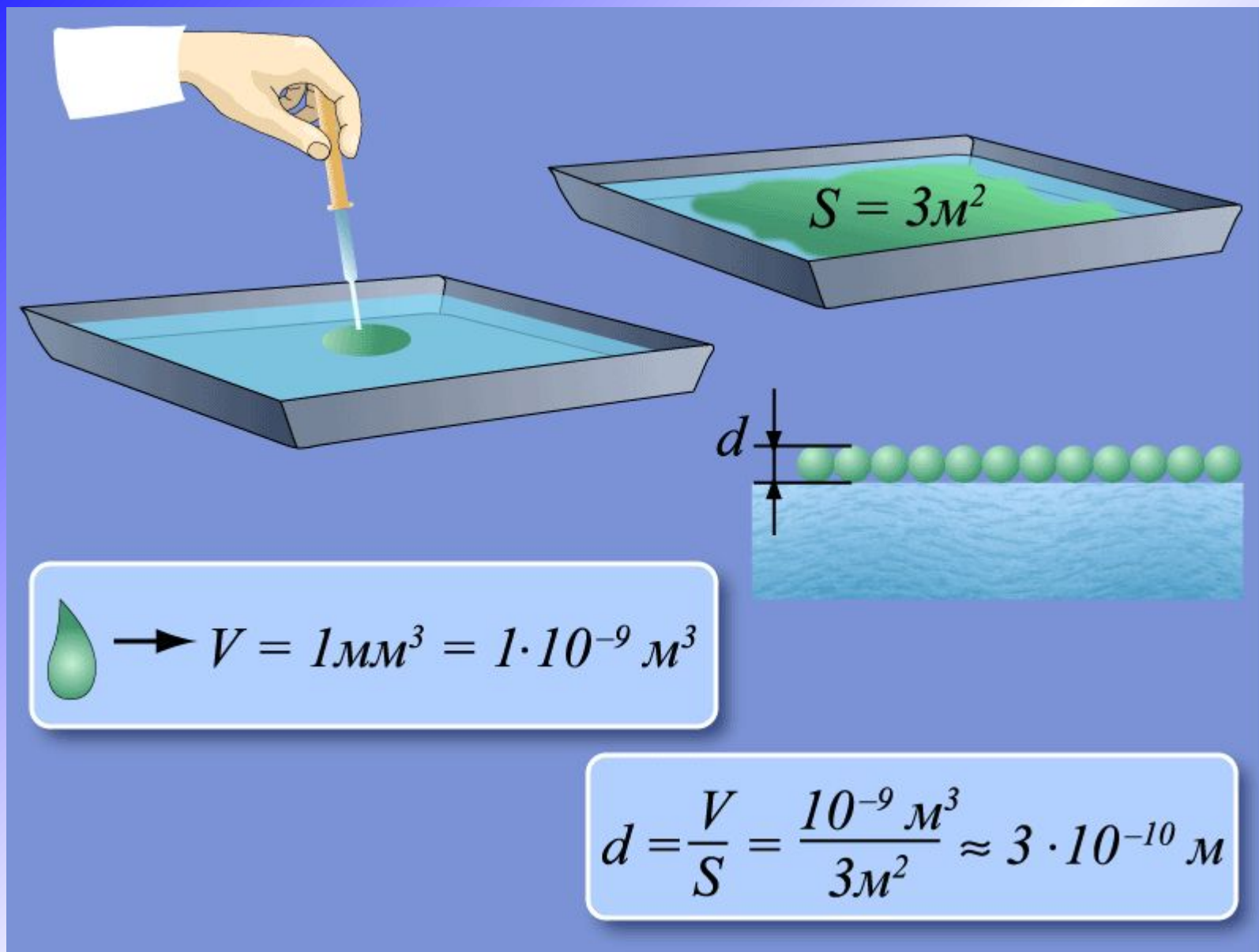
Масса и размеры атомов и молекул



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

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

Измерение диаметра молекулы



Постоянная Авогадро

Число частиц в одном моле вещества называется *постоянной Авогадро* N_A .

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

Физический смысл постоянной Авогадро: число Авогадро показывает, что в одном моле любого вещества содержится $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул.

Закон Авогадро: в равных объёмах разных газов при одинаковых условиях всегда содержится одинаковое количество молекул.

Более точное значение постоянной Авогадро:
 $6,02214084(18) \cdot 10^{23}$



Амедео Авогадро
Итальянский физик и
ХИМИК

9 августа 1776 г. – 9 июля 1856 г

**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

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

Для решения задач молекулярной физики необходимо уметь вычислять массу молекулы и количество молекул, содержащихся в веществе.

Масса молекулы m_M :

$$m_M = \frac{M}{N_A} = \frac{m}{N} = \frac{\rho}{n}$$

M – молярная масса вещества, N_A – число Авогадро;

m – масса всего вещества, N – количество молекул в нём;

ρ – плотность вещества, n – концентрация молекул (число молекул в единице объёма)

Число молекул N :

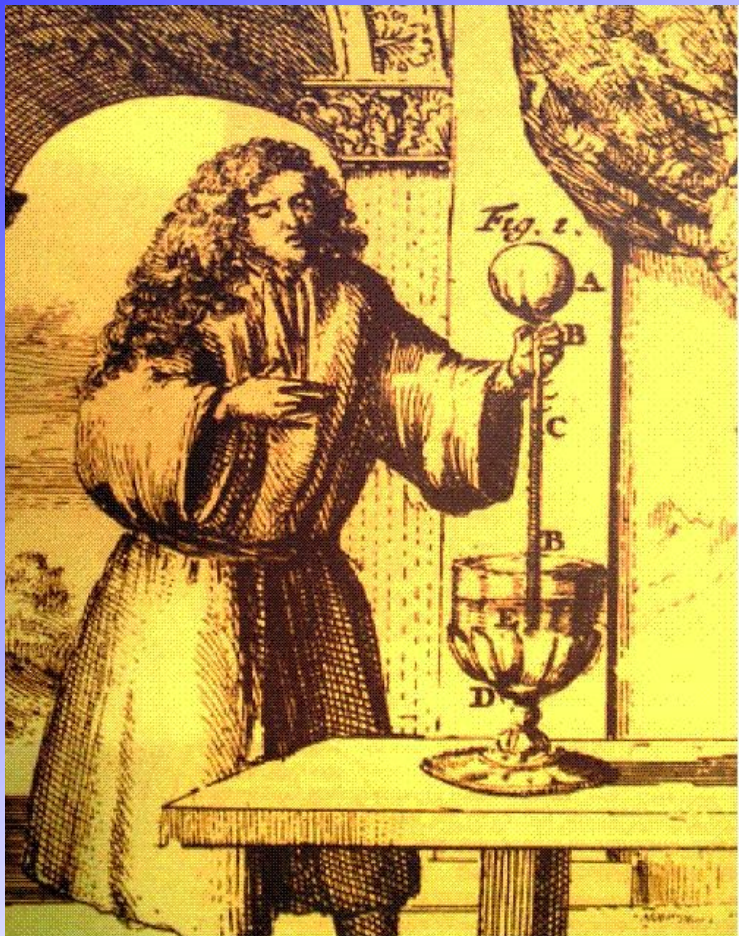
$$N = N_A \cdot \nu = n \cdot V = m / m_M$$

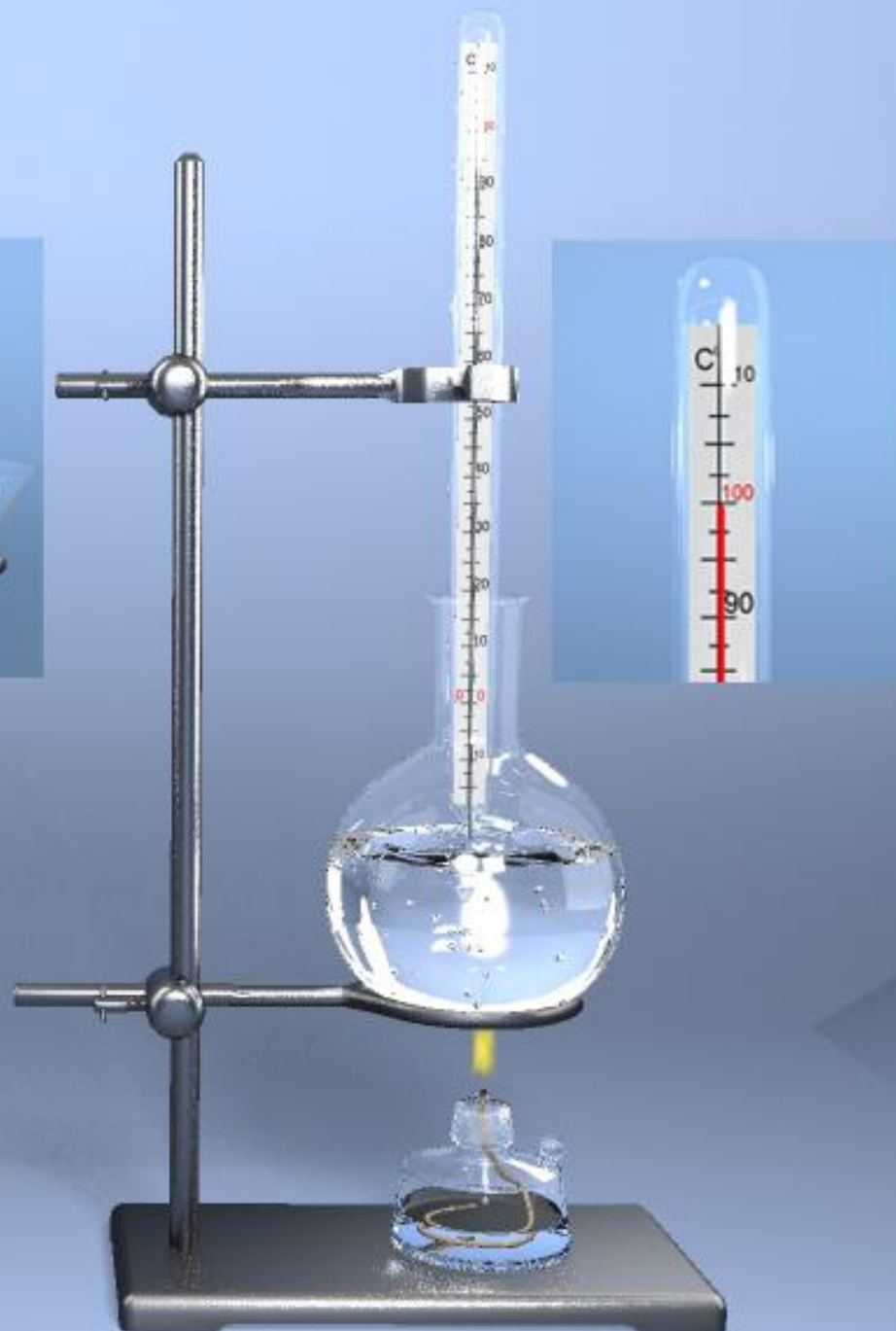
V – объём вещества

Температура – это физический параметр, одинаковый для всех тел, находящихся в тепловом равновесии.



Термоскоп Галилея

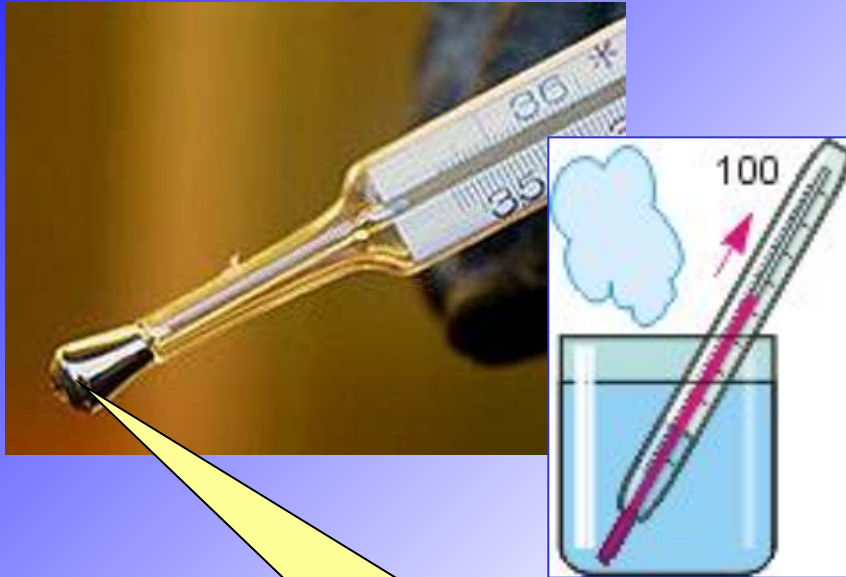




Термометры



Проводя измерения, следует помнить, что *любой термометр всегда измеряет свою собственную температуру*



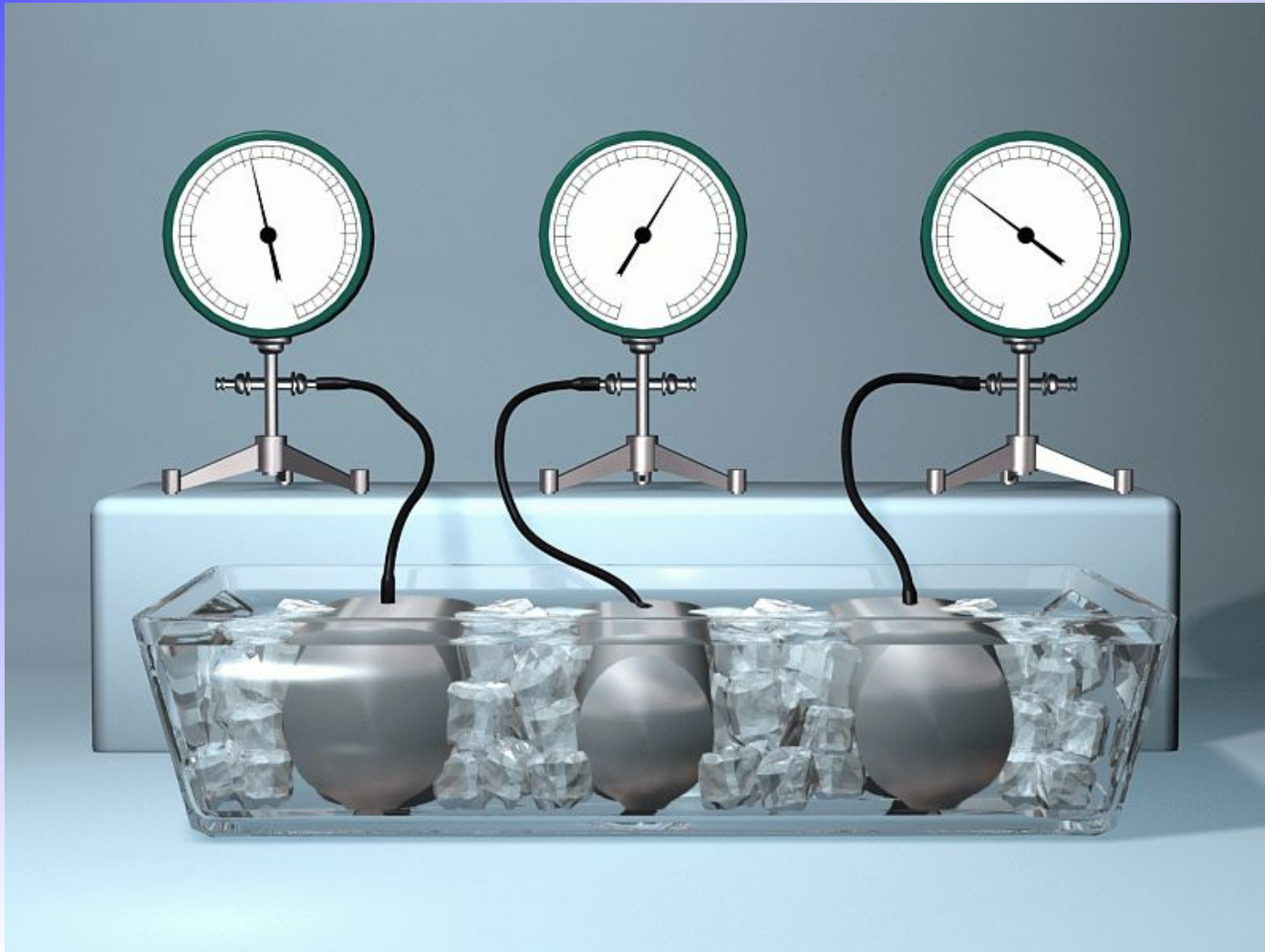
Термометрическое
тело

температура – физическая величина, измеряемая термометром и одинаковая у всех тел или частей тела, находящихся в термодинамическом равновесии друг с другом.

Принципы измерения температуры:

1. Тело необходимо привести в тепловой контакт с термометром
2. Масса термометра $\ll$ массы тела.
3. Тепловое равновесие.

при тепловом равновесии средние кинетические энергии
молекул всех газов **одинаковы**.



Температура – мера средней кинетической энергии хаотического движения частиц

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} kT$$

E_k – средняя кинетическая энергия
поступательного движения частиц
 k – постоянная Больцмана
 T – абсолютная температура

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

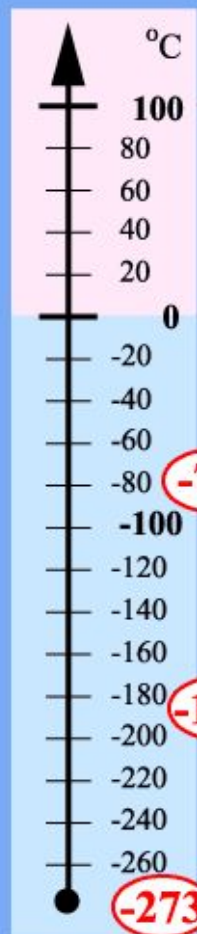
Абсолютная шкала температур

Ч. Кельвин

1. Соответствует физическому смыслу понятия температуры.
2. Не имеет отрицательных значений.
3. **Абсолютный нуль** - температура, при которой прекращается тепловое движение молекул.
4. связана с температурой по шкале Цельсия соотношением $T = (t + 273,15 \text{ } ^\circ\text{C}) \text{ K}/^\circ\text{C}$
5. Изменение температуры по абсолютной шкале совпадает с изменением температуры по шкале Цельсия

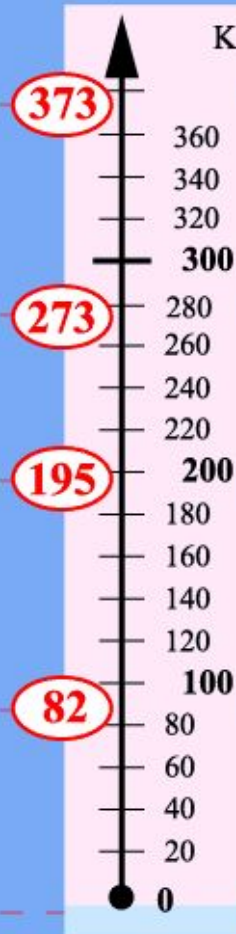
Шкала Цельсия

$$t = T - 273$$



Термодинамическая шкала

$$T = t + 273$$



кипение воды



плавление льда



сухой лед (CO₂)



жидкий воздух



абсолютный ноль

