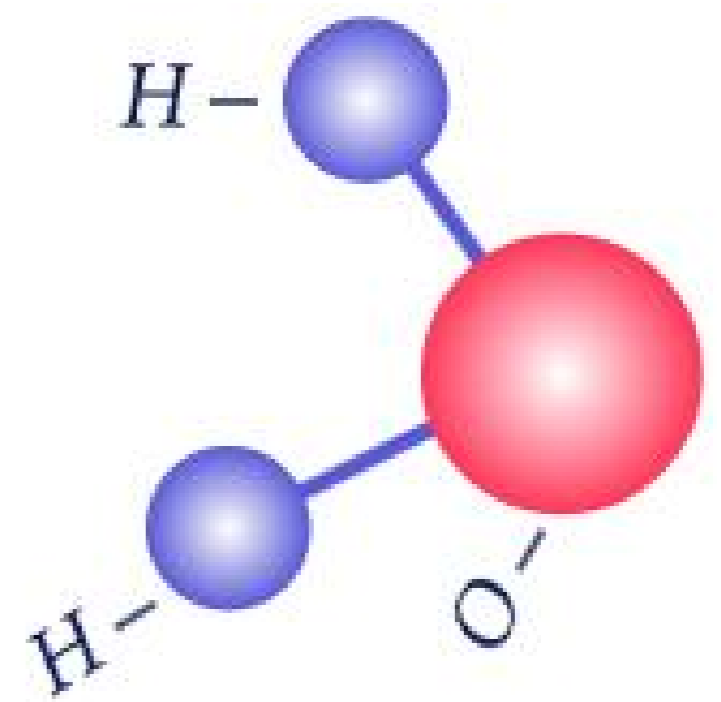


## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МКТ

1. Любое вещество состоит из мельчайших частиц — молекул и атомов. Они расположены в пространстве дискретно, то есть на некоторых расстояниях друг от друга.
2. Молекулы вещества находятся в состоянии беспорядочного движения, которое никогда не прекращается.
3. Молекулы вещества взаимодействуют друг с другом силами притяжения и отталкивания, которые зависят от расстояний между частицами.



## ДОКАЗАТЕЛЬСТВА МКТ

1. **Тепловое расширение** — это явление, в результате которого тело изменяет свой объём после повышения температуры.
2. **Диффузия** — взаимное проникновение частиц одного вещества между частицами другого.
3. **Броуновское движение** — беспорядочное движение броуновских частиц — пылинок или крупинок (размерами  $10^{-5} - 10^{-4}$  см), находящихся в жидкости или газе, вызванное ударами молекул.

## АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА

Твердое	Жидкое	Газообразное	Аморфное
Частицы расположены упорядоченно, колеблются около своего положения. Притягиваются и отталкиваются. Есть форма, есть объём.	Частицы расположены хаотично, перемещаются прыжками, притягиваются и отталкиваются. Есть объём, нет формы.	Частицы расположены хаотично. Свободно перемещаются, почти не взаимодействуют. Нет формы и объёма.	Частицы расположены хаотично. Притягиваются и отталкиваются. Колеблются около положения равновесия. Нет формы, есть объём.

## КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА

**Макроскопические параметры** — это параметры, характеризующие свойства вещества как целого (масса вещества, давление, объём, температура).

**Микроскопические параметры** — это параметры, характеризующие движение отдельной молекулы (масса молекулы, её скорость, импульс, кинетическая энергия и т.д.).

<p><b>Масса одной молекулы</b></p>	$m_0 = \frac{m}{N}$
<p><b>Количество вещества (<math>\nu</math>)</b> — это физическая величина, характеризующая число структурных единиц в теле (атомов в атомарном веществе, молекул — в молекулярном). В СИ: <math>[\nu] = 1</math> моль</p>	$\nu = \frac{N}{N_A}$ $\nu = \frac{m}{M}$
<p><b>Число Авогадро (<math>N_A</math>)</b> — физическая величина, численно равная количеству структурных единиц в 1 моле вещества.</p>	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
<p><b>Молярная масса (<math>M</math>)</b> — это масса одного моля вещества.</p>	$M = m_0 \cdot N_A$

**ВАЖНО!**

- | В 1 моле любого вещества содержится одинаковое число атомов или молекул!
- | Но! Одинаковые количества вещества для разных веществ имеют разную массу!

# ТЕОРИЯ № 33. ОСНОВЫ МКТ. КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА

## МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

Молекулярно-кинетическая теория (МКТ) одна из самых успешных физических теорий и была подтверждена многочисленными опытными фактами. Главным доказательством состоятельности МКТ является объяснение на её основе таких явлений как диффузия, броуновское движение и изменение агрегатных состояний вещества. Рассмотрим на этом занятии положения МКТ и перечисленные выше явления.

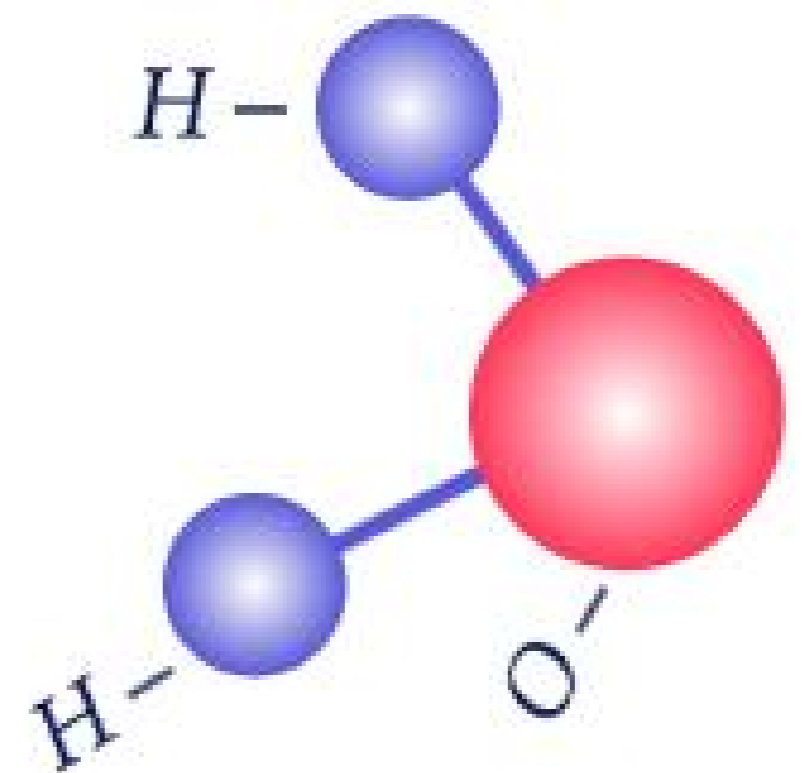
**Основными положениями МКТ являются следующие три утверждения:**

1. Любое вещество состоит из мельчайших частиц — молекул и атомов. Они расположены в пространстве дискретно, то есть на некоторых расстояниях друг от друга.
2. Молекулы вещества находятся в состоянии беспорядочного движения, которое никогда не прекращается.
3. Молекулы вещества взаимодействуют друг с другом силами притяжения и отталкивания, которые зависят от расстояний между частицами.

## КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

**Атом** — это наименьшая частица данного химического элемента, которая является носителем его химических свойств. Химических элементов не так много — все они сведены в таблицу Менделеева.

**Молекула** — это наименьшая частица данного вещества (не являющегося химическим элементом), сохраняющая все его химические свойства. Молекула состоит из двух или более атомов одного или нескольких химических элементов.

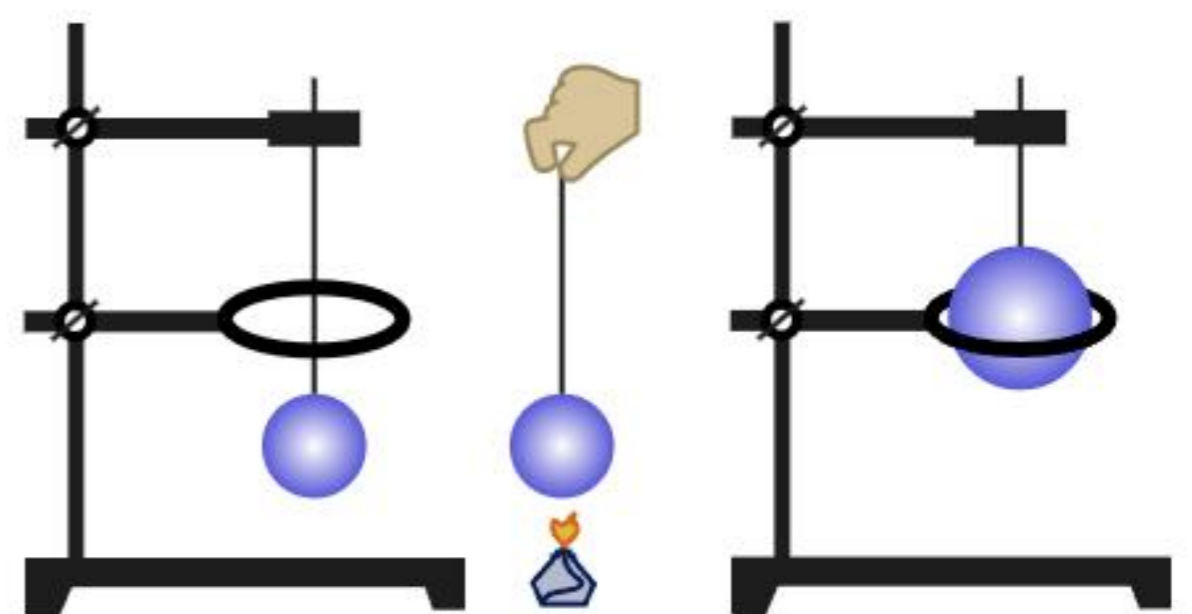


Например,  $H_2O$  — это молекула воды, состоящая из двух атомов водорода и одного атома кислорода.

## ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ

В пользу первого положения МКТ свидетельствует явление теплового расширения тел:

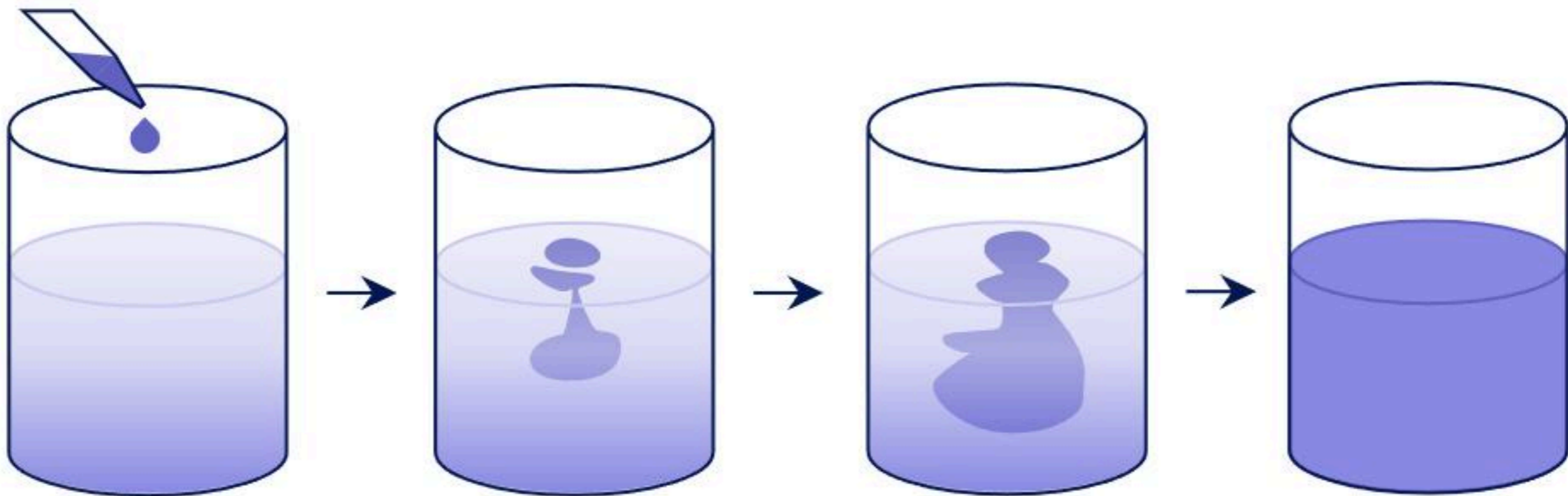
При нагревании объём сплошного тела увеличивается. При охлаждении — уменьшается. Чтобы расстояния между частицами могли увеличиваться, изначально должны существовать сами эти промежутки. Тепловое расширение было бы физически невозможно, если бы вещество было абсолютно сплошным и не имело внутреннего пространства.



- При нагревании увеличиваются расстояния между частицами вещества, и объём тела увеличивается.
- При охлаждении, наоборот, расстояния между частицами уменьшаются, в результате чего тело сжимается.

## ДИФФУЗИЯ

**Диффузия** — явление взаимного проникновения частиц одного вещества между частицами другого. Диффузия является подтверждением первого и второго положений о строении вещества.



Рассмотрим эксперимент: в сосуд с водой добавим раствор марганцовки. Оставим сосуд в покое на некоторое время. Будем наблюдать, как постепенно происходит окрашивание воды в сосуде.

1. Между молекулами воды существуют промежутки.
2. Все частицы (и молекулы воды, и ионы марганца) находятся в состоянии непрерывного хаотического движения. Благодаря этому движению, ионы марганца проникают в межмолекулярное пространство воды, что и приводит к постепенному и равномерному окрашиванию всего объёма.

Диффузия была бы невозможна, если бы частицы не находились в состоянии непрерывного и хаотического движения. Если бы частицы находились в состоянии покоя, то проникновение веществ друг в друга было бы невозможным.

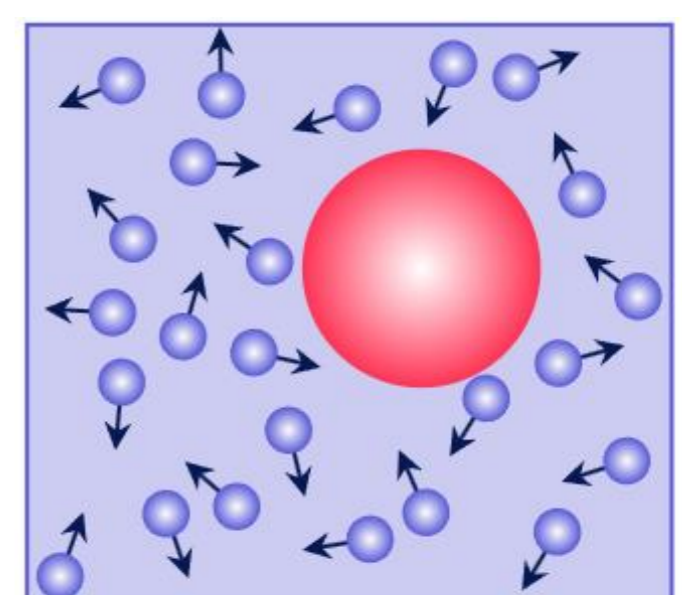
### ВАЖНО!

- 1) опыты показывают, что **диффузия в газах происходит быстрее, чем в жидкостях**. Это объясняется тем, что газы имеют меньшую плотность, чем жидкости, т.е. молекулы газов расположены на больших расстояниях друг от друга. **Ещё медленнее происходит диффузия в твёрдых телах**, поскольку молекулы твёрдых тел находятся ещё ближе друг к другу, чем молекулы жидкостей.
- 2) При более высокой температуре диффузия будет происходить быстрее. Это происходит потому, что при повышении температуры быстрее движутся молекулы. Таким образом, скорость движения молекул и температура тела связаны между собой. **Чем больше средняя скорость движения молекул тела, тем выше его температура.**

## БРОУНОВСКОЕ ДВИЖЕНИЕ

Ещё одним доказательством вечного хаотического движения частиц вещества является броуновское движение.

**Броуновское движение** — беспорядочное движение броуновских частиц — пылинок или крупинок (размерами  $10^{-5} - 10^{-4}$  см), находящихся в жидкости или газе, вызванное ударами молекул.

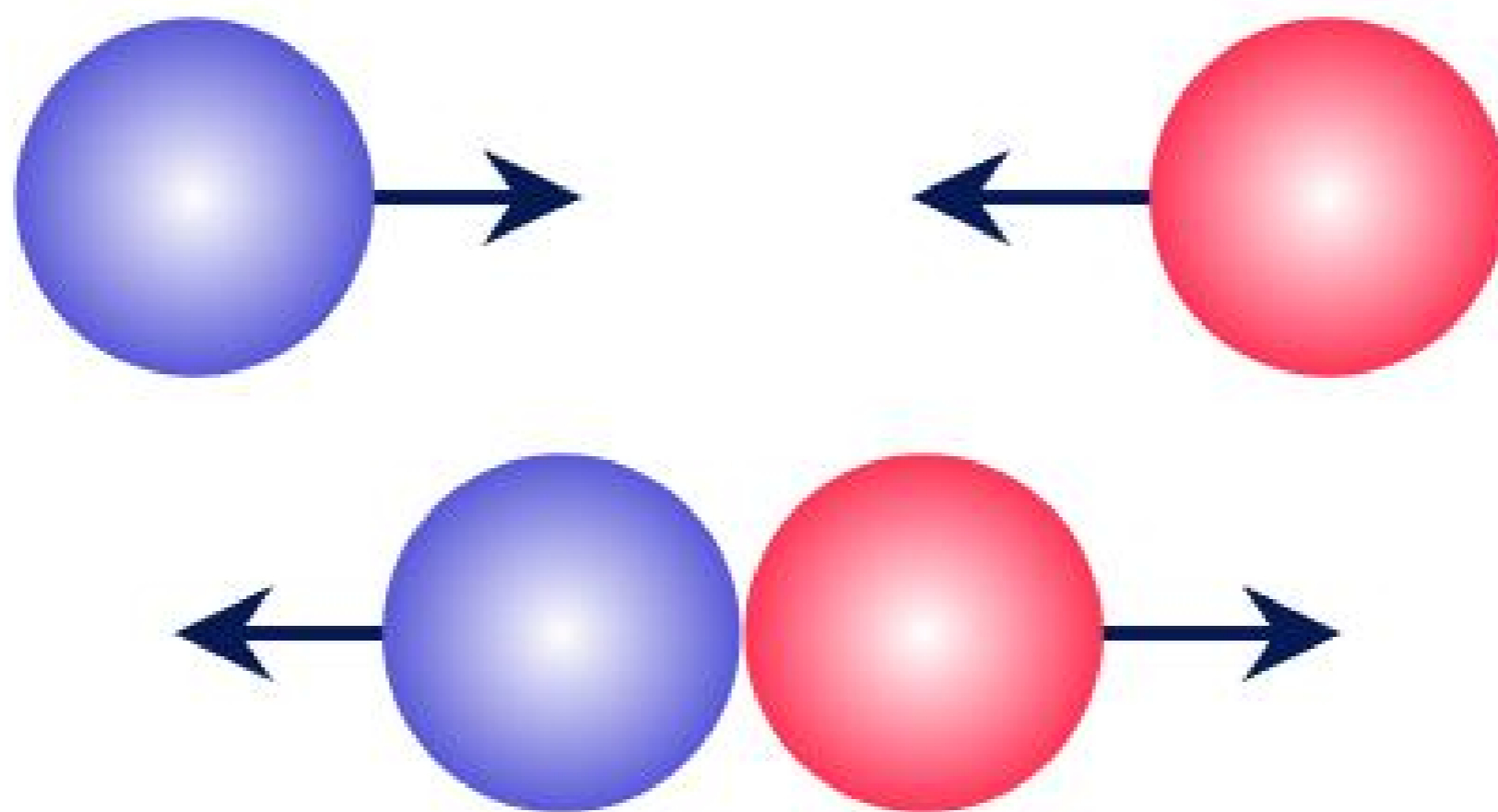


Причина броуновского движения заключается в том, что частица испытывает нескомпенсированные удары со стороны молекул жидкости (газа), причём в силу хаотичности движения молекул величина и направление результирующего воздействия абсолютно непредсказуемы.

- Если бы молекулы среды покоились, они не оказывали бы ударов на броуновскую частицу.
- Если бы их движение было упорядоченным (например, все молекулы двигались в одном направлении), то частица не «дёргалась» бы на месте, а перемещалась бы с общим потоком.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МОЛЕКУЛ

О справедливости третьего положения МКТ свидетельствуют силы упругости, возникающие при деформациях тел.



- При растяжении тела увеличиваются расстояния между его частицами, и начинают преобладать силы притяжения частиц друг к другу.
- При сжатии тела расстояния между частицами уменьшаются, и в результате преобладают силы отталкивания. В обоих случаях упругая сила направлена в сторону, противоположную деформации.

## АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА

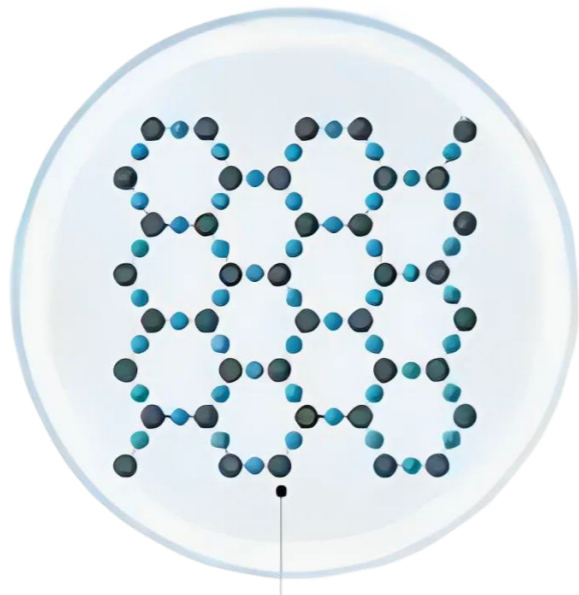
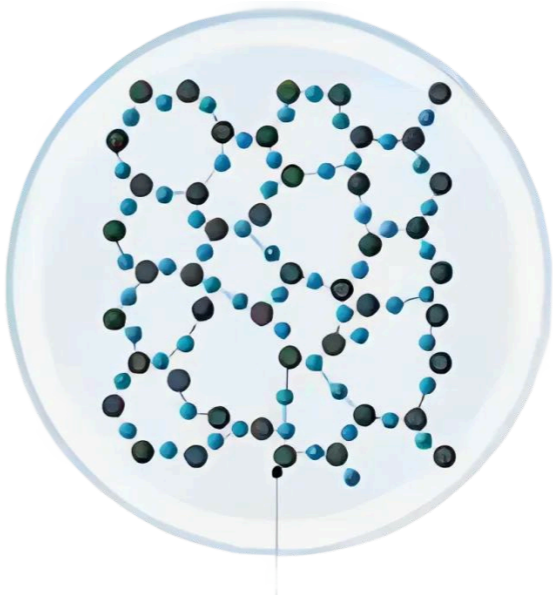
**Агрегатное состояние в физике** — это состояние одного и того же вещества, которое отличается по его структуре и/или характеру взаимодействия и движения частиц.

МКТ даёт объяснение, почему вещество находится в том или ином агрегатном состоянии. С точки зрения МКТ агрегатные состояния различаются **по значению среднего расстояния между молекулами и характеру движения молекул друг относительно друга.**

Агрегатное состояние	Расположение молекул	Движение молекул	Свойства вещества
 <p>твёрдое тело</p>	Молекулы расположены упорядоченно, расстояния между молекулами меньше размеров самих молекул.	Молекулы колеблются около определённой точки и не могут перемещаться далеко от неё.	Твёрдые тела сохраняют объём и форму.
 <p>жидкость</p>	Молекулы расположены близко друг к другу, расстояние между ними сравнимо с размером молекул.	Молекулы скачками меняют своё место - «прыгают».	Жидкости не сохраняют форму, они могут течь. Их можно переливать, но трудно сжать, так как при этом молекулы сближаются и между ними возникает отталкивание.
 <p>газ</p>	Расстояние между молекулами в несколько раз больше самих молекул.	Молекулы почти не притягиваются друг к другу и свободно перемещаются.	Газы заполняют весь предоставленный объём, не имеют формы и легко сжимаются. Но если их сильно сжать или охладить они переходят в жидкое состояние.

## АМОРФНЫЕ ТЕЛА

Аморфные тела — это твёрдые тела, которые не имеют кристаллической структуры.

Твёрдые тела	
Кристаллические	Аморфные
	
Имеют конкретную температуру плавления. есть кристаллическая решётка и строгий порядок молекул.	Не имеют конкретной температуры плавления. Нет кристаллической решётки и строгого порядка молекул.
<i>Примеры:</i> металлы, алмаз, соль.	<i>Примеры:</i> смола, пластмасса, пластилин, стекло, жвачка.

## МИКРО И МАКРОПАРАМЕТРЫ

Свойства вещества описывают с помощью физических величин, которые можно разделить на 2 группы:

**Микроскопические параметры** — это параметры, характеризующие движение отдельной молекулы (масса молекулы, её скорость, импульс, кинетическая энергия и т.д.).

**Макроскопические параметры** — это параметры, характеризующие свойства вещества как целого (масса вещества, давление, объём, температура).

## МАССА ОДНОЙ МОЛЕКУЛЫ

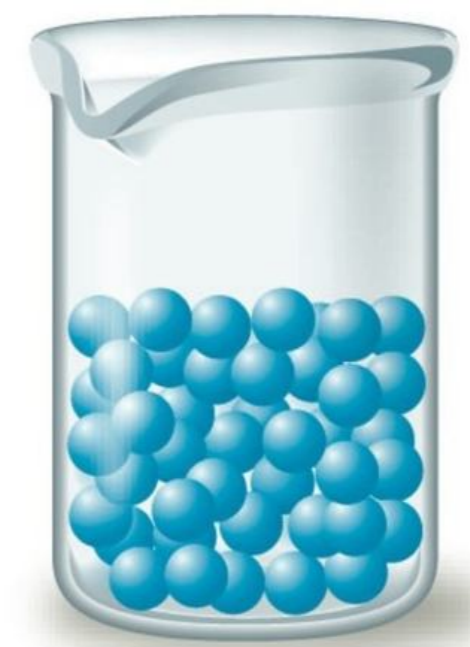
Для начала мы будем характеризовать вещество с точки зрения микропараметров. Если рассмотреть любое вещество в целом, то его масса  $m$  складывается из суммы масс отдельно взятых молекул.

$$m = m_0 N$$

$m_0$  — масса одной молекулы, кг

$m$  — масса вещества, кг

$N$  — количество молекул в данной массе вещества.



Тогда, выразим массу одной молекулы

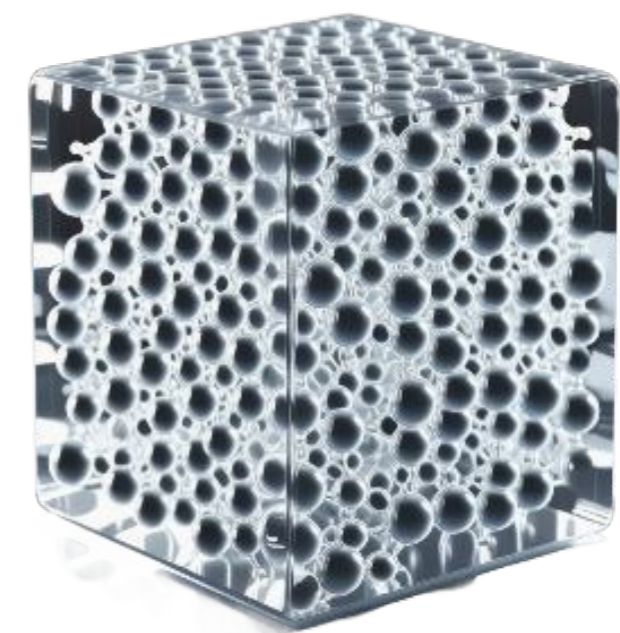
$$m_0 = \frac{m}{N}$$

## КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА

В каждом веществе содержится невероятно огромное количество молекул и выражать его в штуках не всегда удобно.

Пример: в  $1 \text{ см}^3$  воды содержится  $N = 27 \cdot 10^{18}$  молекул

Поэтому была придумана физическая величина, которая позволит более удобным образом вести подсчёт молекул — количество вещества.



**Количество вещества ( $\nu$ )** — это физическая величина, характеризующая число структурных единиц в теле (атомов в атомарном веществе, молекул — в молекулярном).

В СИ:  $[\nu] = 1$  моль

## МОЛЬ ВЕЩЕСТВА. ЧИСЛО АВОГАДРО

**Моль** — это такое количество вещества, в котором содержится определённое число частиц (молекул, атомов), равное постоянной Авогадро.

Названо оно в честь итальянского учёного-химика Амедео Авогадро, который жил в 18 веке. Именно Авогадро первым пришёл к заключению, что число частиц (молекул) в 1 моле любого вещества одинаково.

1 моль — количество вещества в котором содержится  $6 \cdot 10^{23}$  молекул

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

$$1 \text{ моль} = N_A \text{ молекул}$$

Тогда, если мы имеем 5 моль вещества, как узнать количество молекул?

$$\nu = 5 \text{ моль}$$

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

$$N = \nu \cdot N_A = 30 \cdot 10^{23}$$

## ФОРМУЛА КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА

**Количество вещества ( $\nu$ )** — это отношение числа частиц в теле (атомов — в атомарном веществе, молекул — в молекулярном) к числу молекул в одном моле вещества.

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

где

$\nu$  — количество вещества, моль

$N$  — число молекул или атомов в веществе

$N_A$  — постоянная (число) Авогадро, моль<sup>-1</sup>

## МОЛЯРНАЯ МАССА

Вспомним, что количество частиц  $N$  прямопропорционально массе всего вещества  $m$ . Тогда логичным будет допущение выразить количество вещества еще и через массы.

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

Подставим это выражение в формулу для количества вещества

$$\nu = \frac{\frac{m}{m_0}}{N_A} = \frac{m}{m_0 \cdot N_A}$$

Где произведение  $m_0 \cdot N_A$  называют молярная масса вещества. Физический смысл этого произведения таков: мы умножаем массу 1 молекулы на число молекул в 1 моле, тогда получаем массу 1 моля вещества.

**Молярная масса ( $M$ )** — это масса одного моля вещества.

$$M = m_0 \cdot N_A$$

где

$m_0$  — масса молекулы, кг

$N_A$  — постоянная (число) Авогадро, моль<sup>-1</sup>

$M$  — молярная масса, кг/моль

**ВАЖНО!**

Молярная масса на ЕГЭ даётся в справочных материалах КИМ.

Количество вещества через массы:

**!**

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

где

$\nu$  — количество вещества, моль

$m$  — масса вещества, кг

$M$  — молярная масса, кг/моль

**Запомни!**

- ! В 1 моле любого вещества содержится одинаковое число атомов или молекул!
- ! Но! Одинаковые количества вещества для разных веществ имеют разную массу!

