

# Основы молекулярно-кинетической теории

Существует множество явлений природы, которые можно понять, лишь зная строение вещества. К таким явлениям относятся, например, процессы нагревания и охлаждения тел, превращения вещества из твёрдого состояния в жидкое и газообразное, образования тумана и др.

В основе **молекулярно-кинетической теории** строения вещества лежат три положения:

1. Все вещества состоят из мельчайших частиц – молекул и атомов. Молекулы разделены промежутками.
2. Молекулы находятся в непрерывном хаотическом движении.
3. Между молекулами существуют силы взаимодействия (притяжение и отталкивание).

**Атом** – наименьшая частица химического элемента, которая является носителем его химических свойств. Атом состоит из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов, движущихся по законам квантовой механики. Размеры атома  $\sim 10^{-10}$  м.

**Молекула** – наименьшая устойчивая частица вещества, обладающая всеми его химическими свойствами и состоящая из одинаковых (простое вещество) или разных (сложное вещество) атомов, объединённых химическими связями. При уменьшении расстояния между молекулами сила притяжения увеличивается медленнее, чем сила отталкивания.

Доказательством **положения 1 МКТ** служат факты, установленные в ходе наблюдений и экспериментов. К таким фактам относятся сжимаемость тел, растворимость веществ в воде и др. Так, если растворить немного краски в воде, то вода окрасится. Если каплю этой воды поместить в другой стакан с чистой водой, то эта вода также окрасится, только цвет её будет менее насыщенным. Можно повторить эту операцию ещё несколько раз. В каждом случае раствор будет окрашен, только более слабо, чем в предыдущем. Это значит, что

капля краски делится на частицы. Приведённые факты и описанный опыт позволяют сделать вывод о том, что тела не сплошные, они состоят из маленьких частиц.

О том, что тела не сплошные, а между частицами, из которых они состоят, существуют промежутки, свидетельствует то, что газ в цилиндре можно сжать поршнем, можно сжать воздух в воздушном шаре, ластик или кусок резины, тела сжимаются при охлаждении и расширяются при нагревании. Так, ненагретый шарик свободно проходит через кольцо, диаметр которого чуть больше диаметра шарика. Если шарик нагреть в пламени спиртовки, то он в кольцо не пройдет.

Из опытов, которые были рассмотрены выше, следует, что вещество можно разделить на отдельные частицы, сохраняющие его свойства. Однако существует определённый предел деления вещества, т.е. существует самая маленькая частица вещества, которая сохраняет его свойства. Меньшей частицы, которая сохраняет свойства данного вещества, просто не существует. Наименьшая частица вещества, которая сохраняет его химические свойства, называется **молекулой**.

Слова **«химические свойства»** означают следующее. Поваренная соль — это вещество, представляющее собой соединение натрия и хлора ( $\text{NaCl}$ ). Это соединение имеет определённые химические свойства, в частности, оно может вступать в реакцию с каким-либо другим веществом. При этом и кристалл соли, и молекула этого химического соединения будут вести себя в реакции одинаково. В этом смысле и говорят, что молекула сохраняет химические свойства данного вещества.

Опыты, которые были описаны, говорят о том, что молекулы имеют маленькие размеры. Увидеть их невооружённым глазом невозможно. Диаметр крупных молекул примерно  $10^{-8}$  см. Поскольку молекулы так малы, то в телах их содержится очень много. Так, в  $1 \text{ см}^3$  воздуха содержится  $27 \cdot 10^{18}$  молекул.

Масса молекул, так же как и её размеры, очень мала. Например, масса одной молекулы водорода равна  $3,3 \cdot 10^{-24}$  г или  $3,3 \cdot 10^{-27}$  кг. Масса молекул одного и того же вещества одинакова. В настоящее время масса и размеры молекул различных веществ определены достаточно точно.

Молекулы состоят из ещё более мелких частиц, которые называются **атомами**. Например, молекулу воды можно разделить на водород и кислород. Однако водород и кислород уже другие вещества, и они обладают свойствами, отличными от свойств воды. Разложить молекулу воды на такие вещества можно в процессе химической реакции.

Молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода; молекула поваренной соли — из одного атома натрия и одного атома хлора. Молекула сахара более сложная: она состоит из 6 атомов углерода, 12 атомов водорода и 6 атомов кислорода, а молекула белков состоит из тысячи атомов.

Существуют вещества, молекулы которых содержат однородные атомы. Например, молекула водорода состоит из двух атомов водорода, молекула кислорода — из двух атомов кислорода.

В природе есть вещества, которые состоят не из молекул, а из атомов. Их называют простыми. Примерами таких веществ могут служить алюминий, железо, ртуть, олово и др.

Любое вещество, независимо от того, как оно получено, содержит одни и те же атомы. Например, молекула воды, полученная при таянии льда, или из сока ягод, или налитая из-под крана, содержит два атома водорода и один атом кислорода. Молекула кислорода, извлечённая из атмосферного воздуха или полученная в ходе какой-либо химической реакции, содержит два атома кислорода.

- **Положение 2 МКТ.** Молекулы находятся в непрерывном беспорядочном (хаотическом) движении. Поскольку молекулы малы, то непосредственно наблюдать и доказать их движение невозможно. Однако целый ряд экспериментальных фактов и наблюдаемых явлений является следствием движения молекул. К ним относятся прежде всего броуновское движение и диффузия.
- **Положение 3 МКТ.** Молекулы взаимодействуют между собой, между ними действуют силы и притяжения и отталкивания.

Наблюдения показывают, что тела не распадаются на отдельные молекулы. Твёрдые тела, например деревянную палку, металлический

стержень, трудно растянуть или сломать. Их также трудно и сжать. Нелегко сжать и жидкость в сосуде. Газы сжать легче, но всё равно нужно приложить для этого некоторое усилие.

Если тела не распадаются на молекулы, то очевидно, что молекулы притягиваются друг к другу. Взаимное притяжение удерживает молекулы друг около друга.

Если взять два свинцовых цилиндра и прижать их друг к другу, а затем отпустить, то они разъедятся. Если поверхности цилиндров зачистить и вновь прижать их друг к другу, то цилиндры «слипнутся». Они не разъедятся даже в том случае, если к нижнему цилиндру подвесить груз массой несколько килограммов. Этот результат можно объяснить так: цилиндры удерживаются вместе, поскольку между молекулами действуют силы притяжения.

До того, как цилиндры зачистили, они разъединялись, поскольку поверхности цилиндров имели неровности, которые были устранены при зачистке. Поверхности стали гладкими, и это привело к уменьшению расстояний между молекулами, находящимися на поверхностях цилиндров, когда их прижали друг к другу. Следовательно, силы притяжения между молекулами действуют на малых расстояниях. Эти расстояния равны примерно размерам молекулы. Именно поэтому нельзя разбив чашку и соединив осколки, получить целую чашку. Нельзя, разломив палку на две части и соединив их, получить целую палку.

Наряду с силами притяжения, между молекулами действуют силы отталкивания, которые препятствуют сближению молекул. Это объясняет то, что тела трудно сжать, сжатая пружина принимает первоначальную форму после прекращения действия на неё внешней силы. Это происходит потому, что при сжатии молекулы сближаются и силы отталкивания, действующие между ними, возрастают. Они и приводят пружину в первоначальное состояние.

При растяжении тела сила отталкивания уменьшается в большей степени, чем сила притяжения. При сжатии тела сила отталкивания увеличивается в большей степени, чем сила притяжения.

## Три агрегатных состояния

Вещества могут находиться в трёх агрегатных состояниях: **в твёрдом, жидком и газообразном**. Свойства тел в разных агрегатных состояниях различны.

Так, твёрдое тело имеет определённую форму и определённый объём. Его трудно сжать или растянуть; если его сжать, а потом отпустить, то оно, как правило, восстанавливает свою форму и объём. Исключение составляют некоторые вещества, твёрдое состояние которых близко по своим свойствам к жидкостям (пластилин, воск, вар).

Жидкость принимает форму сосуда, в который она налита. Это говорит о том, что жидкость в условиях Земли не имеет своей формы. Только очень маленькие капли жидкости имеют свою форму — форму шара.

Объём жидкости изменить чрезвычайно трудно. Так, если набрать воду в насос, закрыть отверстие внизу и попытаться сжать воду, вряд ли это удастся. Это означает, что жидкость имеет собственный объём.

В отличие от жидкости объём газа изменить довольно легко. Это можно сделать, сжав руками мяч или воздушный шарик. Газ не имеет собственного объёма, он занимает полностью объём сосуда, в котором находится. То же можно сказать и о форме газа.

Таким образом, твёрдые тела имеют собственные форму и объём, жидкости имеют собственный объём, но не имеют собственной формы, газы не имеют ни собственного объёма, ни собственной формы. Твёрдые тела и жидкости трудно сжать, газы легко сжимаемы.

Объяснить эти свойства тел можно, используя знания **о строении вещества**.

Поскольку газы занимают весь предоставленный им объём, то очевидно, что силы притяжения между молекулами газа малы. А это значит, что молекулы находятся на сравнительно больших расстояниях друг от друга. В среднем они в десятки раз больше расстояний между молекулами жидкости. Это подтверждается тем, что газы легко сжимаемы.

Малые силы притяжения влияют и на характер движения молекул газа. Молекула газа движется прямолинейно до столкновения с другой молекулой, в результате чего меняет направление своего движения и движется прямолинейно до следующего столкновения.

Твёрдые тела трудно сжать. Это связано с тем, что молекулы находятся близко друг от друга и при небольшом изменении расстояния между ними резко возрастают силы отталкивания. Сравнительно большое притяжение между молекулами твёрдых тел приводит к тому, что они сохраняют форму и объём.

Атомы или молекулы большинства твёрдых тел расположены в определённом порядке и образуют кристаллическую решётку. На рисунке 63 изображена кристаллическая решётка поваренной соли. В узлах кристаллической решётки находятся атомы натрия (Na) и хлора (Cl). Частицы твёрдого тела (атомы или молекулы) совершают колебательное движение относительно узла кристаллической решётки.

В жидкостях молекулы расположены также довольно близко друг к другу. Поэтому их трудно сжать, и они имеют свой объём. Однако силы притяжения между молекулами жидкости не настолько велики, чтобы жидкость сохраняла свою форму.