В основе молекулярно-кинетической теории строения вещества лежат три утверждения: 1) вещество состоит из частиц; 2) эти частицы беспорядочно движутся; 3) частицы взаимодействуют друг с другом.

Каждое утверждение строго доказано с помощью опытов.

Свойства и поведение всех без исключения тел определяются движением взаимодействующих друг с другом частиц: молекул, атомов или ещё более малых образований - элементарных частиц.

Оценка размеров молекул. Для полной уверенности в существовании молекул надо определить их размеры. Проще всего это сделать, наблюдая расплывание капельки масла, например оливкового, по поверхности воды. Масло никогда не займёт всю поверхность, если мы возьмём достаточно широкий сосуд (рис. 8.1). Нельзя заставить капельку объёмом расплыться так, чтобы она заняла площадь поверхности более. Предположим, что при растекании масла по максимальной площади оно образует слой толщиной всего лишь в одну молекулу - «мономолекулярный слой»). Толщину этого слоя нетрудно определить и тем самым оценить размеры молекулы оливкового масла. Объём слоя масла равен произведению его площади поверхности на толщину слоя. Следовательно, линейный размер молекулы оливкового масла равен.

Современные приборы позволяют увидеть и даже измерить отдельные атомы и молекулы. На рисунке показана микрофотография поверхности кремниевой пластины, где бугорки - это отдельные атомы кремния. Подобные изображения впервые научились получать в 1981 г. с помощью сложных туннельных микроскопов.

Размеры молекул, в том числе и оливкового масла, больше размеров атомов. Диаметр любого атома примерно равен 1-0 8 см. Эти размеры так малы, что их трудно себе представить. В таких случаях прибегают к помощи сравнений.

Вот одно из них. Если пальцы сжать в кулак и увеличить его до размеров земного шара, то атом при том же увеличении станет размером с кулак.

Число молекул. При очень малых размерах молекул число их в любом макроскопическом теле огромно. Подсчитаем примерное число молекул в капле воды массой 1 г и, следовательно, объёмом 1 см3.

Диаметр молекулы воды равен примерно 3 · 1-0 8 см. Считая, что каждая молекула воды при плотной упаковке молекул занимает объём (3 · 1-0 8 см)3, можно найти число молекул в капле, разделив объём капли (1 см3) на объём, приходящийся на одну молекулу.

Масса молекул. Массы отдельных молекул и атомов очень малы. Мы вычислили, что в 1 г воды содержится 3, 7 · 10 2 молекул. Следовательно, масса одной молекулы воды (Н20) равна.

Массу такого же порядка имеют молекулы других веществ, исключая огромные молекулы органических веществ; например, белки имеют массу, в сотни тысяч раз большую, чем масса отдельных атомов. Но всё равно их массы в макроскопических масштабах (граммах и килограммах) чрезвычайно малы. Относительная молекулярная масса. Так как массы молекул очень малы, удобно использовать в расчётах не абсолютные значения масс, а относительные

По международному соглашению массы всех атомов и молекул сравни массы атома углерода (так называемая углеродная шкала атомных масс).

Относительной молекулярной (или атомной) массой вещества называют отношение массы молекулы (или атома) данного вещества к масс атома углерода.

Относительные атомные массы всех химических элементов точно измерены. Складывая относительные атомные массы элементов, входящих в состав молекулы вещества, можно вычислить относительную молекулярную массу вещества. Например, относительная молекулярная масса углекислого газа приближённо равна, так как относительная атомная масса углерода практически равна, а кислорода примерно.

Сравнение атомов и молекул с массы атома углерода было принято в 1961 г. Главная причина такого выбора состоит в том, что углерод входит в огромное число различных химических соединений. Множитель введён для того, чтобы относительные массы атомов были близки к целым числам.

Количество вещества и постоянная Авогадро. Количество вещества наиболее естественно было бы измерять числом молекул или атомов в теле. Но число молекул в любом макроскопическом теле так велико, что в расчётах используют не абсолютное число молекул, а относительное их число.

В Международной системе единиц количество вещества выражают в молях.

Один моль - это количество вещества, в котором содержится столько же молекул или атомов, сколько атомов содержится в углероде массой 0,012 кг.

Значит, в одном моле любого вещества содержится одно и то же число атомов или молекул.

Число атомов или молекул, содержащихся в веществе, взятом в количестве 1 моль, обозначают NA и называют постоянной Авогадро в честь итальянского учёного (XIX в.).

Для определения постоянной Авогадро надо найти массу одного атома углерода. Приближённая оценка массы может быть произведена так, как это было сделано выше для массы молекулы воды (наиболее точные методы основаны на отклонении пучков ионов электромагнитным полем).

Для массы атома углерода измерения дают.

Постоянную Авогадро можно определить, разделив массу углерода, взятого в количестве одного моля, на массу одного атома углерода.

Наименование моль указывает на то, что число атомов в одном моле любого вещества. Если, например, количество вещества моль, то число молекул в теле. Отсюда видно, что количество вещества равно отношению числа молекул в данном теле к постоянной Авогадро, т.е. к числу молекул в одном моле вещества.

Огромное числовое значение постоянной Авогадро показывает, насколько малы микроскопические масштабы по сравнению с макроскопическими. Тело, обладающее количеством вещества 1 моль, имеет привычные для нас макроскопические размеры и массу порядка нескольких десятков граммов.

Молярная масса. Наряду с относительной молекулярной массой в физике и химии широко используют понятие молярная масса.

Молярной массой вещества называют массу вещества, взятого в количестве моль.

Согласно такому определению молярная масса вещества равна произведению массы молекулы на постоянную Авогадро.

Масса любого количества вещества равна произведению массы одной молекулы на число молекул в теле.

Количество вещества равно отношению массы вещества к его молярной массе.

Именно такое определение количества вещества дано в учебнике химии. Число молекул любого количества вещества массой и молярной массой согласно формулам (8.4) и (8.7) равно.