

Тема 1.1. Основы молекулярно-кинетической теории (2-ое занятие)

1. Характеристика газообразного состояния вещества.
2. Опыт Штерна.
3. Масса и размеры молекул.
4. Постоянная Авогадро.

1. Вещество в зависимости от температуры и давления может находиться в твердом, жидком или газообразном состоянии, которые называются агрегатными состояниями вещества. Газообразное состояние вещества объясняется беспорядочным (хаотичным) движением молекул. Здесь средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа намного больше энергии их взаимодействия. Поэтому силы взаимодействия не могут удерживать молекулы друг возле друга и молекулы газа находятся на значительном расстоянии друг друга. Беспорядочным (хаотичным) движением молекул объясняются многие свойства газов. Например, диффузия, теплопроводность газов. Газ не может сохранять ни форму и ни объем, а всегда занимает весь предоставленный ему объем. Одним из следствий хаотичного движения молекул является броуновское движение твердых частиц, взвешенных в газе или жидкости.

2. Для определения скорости хаотического движения молекул в 1920 году проведен опыт немецким физиком Штерном. Сущность опыта заключается в следующем. На горизонтальном столике, который может вращаться вокруг оси, перпендикулярно столику укрепляются две цилиндрические поверхности. Внешняя поверхность сплошная, а внутренняя поверхность имеет узкий прорез, параллельный оси вращения (рис. 1). Вдоль оси вращения расположена

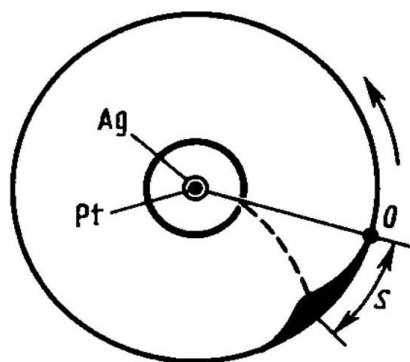


Рис. 1

вертикально платиновая посеребренная проволока, по которой пропускается ток. При нагревании проволоки с ее поверхности происходит испарение серебра. Молекулы серебра летят во все стороны и поэтому, которые попадают на прорез, пролетают через него и оседают в точке О внешней поверхности. Для того, чтобы молекулы серебра не рассеивались при столкновениях с молекулами воздуха, из установки выкачивается воздух.

Если всю установку привести во вращение вокруг оси с постоянной угловой скоростью, то точка О смещается на расстояние S . Зная угловую скорость вращения и расстояние S , можно вычислить скорость поступательного движения молекул. В опыте Штерна она оказалась близкой к 500 м/с.

3. В физике есть много методов по определению размеров молекул и атомов. Они показывают, что размеры молекул и атомов очень малы. Например, диаметр молекулы воды равен 0,26 нм (1 нанометр = 10^{-9} м). Массы молекул тоже очень малы. Например, масса молекулы водорода H_2 равна $3,34 \cdot 10^{-27}$ кг, а масса молекулы кислорода O_2 – $53,5 \cdot 10^{-27}$ кг. Масса самого легкого атома водорода H равна $1,672 \cdot 10^{-27}$ кг. Измерять массы молекул и атомов в килограммах неудобно и

поэтому введена новая единица измерения – атомная единица массы (а.е.м.). Атомной единицей массы называют $1/12$ массы изотопа углерода C^{12} .

Масса молекулы, выраженная в атомных единицах массы, называется относительной массой. Например, относительная масса молекулы водорода H_2 равна 2,01594, молекулы азота – 28,0134 и т.д. Точные измерения показывают, что $1 \text{ а.е.м.} = 1,660 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.

4. Пусть имеются два газа – водород и азот. Относительные массы их равны (приблизительно) соответственно 2 и 28. Если взять 2 г водорода и 28 г азота, то количество молекул в этих массах водорода и азота будет одинаковым. Для решения практических задач применяются такие порции вещества, в которых содержится одинаковое число молекул и эту порцию называют молем. Молем называют количество вещества, масса которого в граммах равна его относительной молекулярной массе ($m_{\text{отн}}$). Из этого следует, что масса одного моля вещества равна

$$\mu = m_{\text{отн}} (\text{г/моль}) = m_{\text{отн}} \cdot 10^{-3} (\text{кг/моль}),$$

где μ – молярная масса, $m_{\text{отн}}$ – относительная масса.

Таким образом, число молекул в моле любого вещества одинаково. Число молекул в одном моле называется постоянной Авогадро и обозначается N_A .

Допустим, какое-либо вещество имеет относительную молекулярную массу равной единице (1 а.е.м.), то тогда масса вещества 1 моля будет равна 1 г или 10^{-3} кг (10^{-3} кг/моль). Так как $1 \text{ а.е.м.} = 1,660 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ и поэтому постоянную Авогадро можно найти следующим образом:

$$N_A = 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{моль} / (1,660 \cdot 10^{-27} \text{ кг/молекул}) = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ молекул/моль}.$$

Контрольные вопросы:

1. Как движется молекулы газообразного вещества? Сохраняет ли газ форму?
2. Для какой цели поставлен опыт Штерна и какой результат получен?
3. Размер молекул воды?
4. Масса молекул для удобства в какой единице измеряется? Как называется эта масса молекул?
5. Что такое постоянная Авогадро и чему она равна?