

Тема 1.1. Основы молекулярно-кинетической теории (3-е занятие)

1. Идеальный газ. Давление газа.
2. Длина свободного пробега молекул в газе. Понятие вакуума.
3. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.

1. При рассмотрении свойств газа для упрощения изучения принято понятие «идеальный газ», хотя в природе идеального газа не существует. Все газы реальные. Идеальным называется газ, у которого: а) молекулы считаются материальными точками, т.е. собственными размерами молекул можно пренебречь; б) межмолекулярные силы взаимодействия отсутствуют. Таким образом, молекулы идеального газа движутся беспорядочно поступательно, сталкиваясь упруго друг с другом и о стенки сосуда.

Молекулы газа, ударяясь о стенки сосуда, оказывают на нее давление. Это давление тем больше, чем больше средняя кинетическая энергия молекул газа и их число в единице объема. Как известно, давление определяется формулой:

$$p = F/S,$$

где p – давление; F – сила; S – площадь.

Выведем единицу измерения давления в системе СИ:

$$p = 1\text{ Н} / 1\text{ м}^2 = 1\text{ Н/м}^2 = 1(\text{кг} \cdot \text{м/с}^2) / \text{м}^2 = 1\text{ кг/}(\text{м} \cdot \text{с}^2) = 1\text{ Па}.$$

В системе СИ за единицу давления принято паскаль (Па). На практике еще используются и другие внесистемные единицы давления. Например, миллиметр ртутного столба, техническая атмосфера, физическая атмосфера.

Приборы для измерения давления называются манометрами. Большие давления измеряют металлическими манометрами, а малые давления – жидкостными манометрами.

2. При хаотическом движении происходит многочисленные столкновения молекул газа друг с другом. Расстояние, которое молекула пролетает между двумя последовательными столкновениями, называют длиной свободного пробега и обозначают греческой буквой λ («лямбда»). Она для каждого случая бывает разной и поэтому на практике используется средняя длина свободного пробега $\lambda_{\text{ср}}$. С уменьшением количества молекул в единице объема, количество столкновений уменьшается, и средняя длина свободного пробега $\lambda_{\text{ср}}$ увеличивается. Газ становится разреженным. Разреженное состояние газа называется вакуумом. Чем меньше молекул в единице объема, тем выше считается вакуум. В зависимости от средней длины свободного пробега $\lambda_{\text{ср}}$, различают три степени вакуума: низкий, средний и высокий. При высоком вакууме молекулы между собой почти не сталкиваются, и свободно пролетают от стенки до стенки сосуда. Высокий вакуум широко применяется для нормальной работы приборов в технике и в научных исследованиях. Например, в рентгеновских трубках.

3. Как известно, давление газа на стенку сосуда обусловлено ударами молекул. Чем больше кинетическая энергия молекулы, тем больше сила, возникающая при ее ударе о стенку сосуда, а также чем больше молекул в единице объема, тем чаще они ударяют о стенки сосуда. Таким образом,

давление газа прямо пропорционально средней кинетической энергии поступательного движения молекул газа и их числу в единице объема:

$$p = (2/3)n_0 E_{\text{пост}},$$

где p – давление газа; n_0 – число молекул в единице объема, т.е. концентрация молекул; $E_{\text{пост}}$ – средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул. Эта формула имеет большое практическое значение и называется основным уравнением молекулярно-кинетической теории газов.

Учитывая, что $E_{\text{пост}} = m_0 v^2 / 2$, получим следующий вид основного уравнения молекулярно-кинетической теории (МКТ) газов

$$p = (1/3)n_0 m_0 v_{\text{ср.кв}}^2,$$

где m_0 – масса молекулы; $v_{\text{ср.кв}}^2$ – средняя квадратичная скорость.

Контрольные вопросы:

1. Для какой цели принято «идеальный газ»? Что оно такое?
2. Как создается давление газа? От чего оно зависит?
3. Какой формулой определяют давление? Единица давления в СИ? Какие внесистемные единицы давления знаете?
4. Из справочников определите соотношение паскаля и внесистемных единиц давления (по Интернету).
5. Что такое длина свободного пробега молекул газа? Ее обозначение? Что такое вакуум, для чего применяются? Пример привести.
6. Давление газа от чего зависит? Как пишется основное уравнение МКТ газов.