
Молекулярная физика

1.1 Модели строения газов, жидкостей и твердых тел

Газы:

1. Молекулы расположены на больших расстояниях друг от друга (по сравнению с размерами молекул);
2. Молекулы находятся в хаотическом движении;
3. Силы взаимодействия между молекулами слабые;
4. Занимают весь предоставленный объем и легко сжимаемы.

Жидкости:

1. Молекулы расположены близко друг к другу, но не упорядоченно;
2. Молекулы также находятся в хаотичном движении, но колебательном;
3. Силы взаимодействия между молекулами значительные, удерживают их в "своем" объеме;
4. Сохраняют свой объем, но принимают форму сосуда, обладают текучестью.

Твёрдые тела:

1. Молекулы (атомы, ионы) расположены в определенном порядке, образуя кристаллическую решетку (или аморфную структуру);
2. Молекулы совершают колебательные движения относительно своих положений равновесия;
3. Силы взаимодействия между молекулами очень сильные;
4. Сохраняют свою форму и объем.

1.2 Тепловое движение атомов и молекул вещества

Определение:

Тепловое движение — беспорядочное движение атомов и молекул, составляющих вещество. Интенсивность этого движения зависит от температуры: чем выше температура, тем быстрее движутся частицы.

Свойства:

1. Тепловое движение непрерывно;
2. Тепловое движение хаотично (беспорядочно).

1.3 Броуновское движение

Определение:

Броуновское движение - беспорядочное движение мелких частиц, взвешенных в жидкости или газе.

Причина:

Толчки со стороны окружающих молекул, находящихся в тепловом движении.

Доказательство:

Является наглядным свидетельством хаотического теплового движения молекул.

1.4 Диффузия

Определение:

Диффузия — явление проникновения молекул одного вещества в другое вследствие их теплового движения.

Примеры:

Распространение запаха, растворение сахара в воде.

Скорость диффузии:

Зависит от температуры (чем выше, тем быстрее) и агрегатного состояния (в газах диффузия быстрее).

1.5 Экспериментальные доказательства атомистической теории. Взаимодействие частиц вещества

Экспериментальные доказательства:

Броуновское движение, диффузия, испарение, явления поверхностного натяжения, химические реакции (закон сохранения массы), электролиз, рентгеновские исследования кристаллических решеток.

Взаимодействие частиц:

1. **Притяжение** — это сила, которая действует между двумя или более телами, заставляя их приближаться друг к другу. В физике притяжение часто связано с гравитационными или электромагнитными взаимодействиями. Например, гравитационное притяжение между Землёй и объектами на её поверхности вызывает их вес.
2. **Отталкивание** — это сила, которая действует между двумя или более телами, заставляя их удаляться друг от друга. Отталкивание может возникать, например, между одноимённо заряженными частицами (электростатическое отталкивание) или между магнитами с одинаковыми полюсами.
3. **Результирующая сила** (или равнодействующая сила) — это векторная сумма всех сил, действующих на тело. Если на тело действует несколько сил, то результирующая сила определяется как:

$$\vec{F}_{\text{рез}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n,$$

где $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ — силы, действующие на тело. Результирующая сила определяет ускорение тела в соответствии со вторым законом Ньютона:

$$\vec{F}_{\text{рез}} = m\vec{a},$$

где m — масса тела, а \vec{a} — его ускорение.

1.6 Модель идеального газа

Определение:

Идеальный газ - упрощенная модель газа, в которой пренебрегают:

1. Размерами молекул (считают их материальными точками);
2. Взаимодействием между молекулами (кроме моментов столкновений);
3. Столкновения молекул со стенками сосуда считаются абсолютно упругими.

Упрощение позволяет получить простые законы, описывающие поведение газов.

1.7 Связь между давлением и средней кинетической энергией теплового движения молекул идеального газа

Основное уравнение МКТ идеального газа:

$$p = \frac{2}{3} \cdot n \cdot E_{k\text{средн}},$$

где:

- P – давление газа;
- n – концентрация молекул (число молекул в единице объема);
- $E_{k\text{средн}}$ – средняя кинетическая энергия поступательного движения одной молекулы.

1.8 Абсолютная температура

Абсолютная температура (T):

Температура, отсчитываемая от абсолютного нуля (0 К или -273.15 °C).

Шкала Кельвина:

Температурная шкала, где за 0 К принята температура абсолютного нуля.

Перевод в шкалу Цельсия:

$$T(K) = t(^{\circ}C) + 273.15$$

1.9 Связь температуры газа со средней кинетической энергией его частиц

Средняя кинетическая энергия молекул идеального газа:

$$E_{k\text{средн}} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T,$$

где:

1. k – постоянная Больцмана $\approx 1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
2. T – абсолютная температура.

Вывод:

Средняя кинетическая энергия молекул пропорциональна абсолютной температуре.

1.10 Уравнение состояния идеального газа (Клапейрона)

Уравнение Клапейрона:

$$p \cdot V = const$$

(для данной массы газа)

Связь:

Устанавливает связь между давлением, объемом и температурой идеального газа

1.11 Уравнение Менделеева–Клапейрона

Уравнение Менделеева – Клапейрона:

$$p \cdot V = \nu \cdot R \cdot T$$

где:

- p – давление газа,
- V – объем газа,
- ν – количество вещества (число молей),
- R – универсальная газовая постоянная ≈ 8.31 Дж/(моль·К),
- T – абсолютная температура.

Форма:

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T, \text{ где:}$$

1. m – масса газа,
2. M – молярная масса газа.

Использование:

Позволяет рассчитать параметры состояния газа.

1.12 Изопроцессы

Определения:

Изопроцесс - это термодинамический процесс, происходящий в физической системе при постоянном значении одного из её параметров состояния. В зависимости от того, какой параметр остаётся неизменным, выделяют следующие основные виды изопроцессов:

1. **Изотермический процесс** — процесс, происходящий при постоянной температуре ($T = \text{const}$);
2. **Изобарный процесс** — процесс, происходящий при постоянном давлении ($p = \text{const}$);
3. **Изохорный процесс** — процесс, происходящий при постоянном объёме ($V = \text{const}$).

Каждый из этих процессов описывается соответствующими законами термодинамики, например:

- Для изотермического процесса справедлив **закон Бойля-Мариотта**: $pV = \text{const}$.
- Для изобарного процесса — **закон Гей-Люссака**: $\frac{V}{T} = \text{const}$.
- Для изохорного процесса — **закон Шарля**: $\frac{p}{T} = \text{const}$.

Изопроцессы широко используются для анализа поведения идеальных газов и других термодинамических систем.

1.13 Насыщенные и ненасыщенные пары

Определения:

1. **Пар** — это газообразное состояние вещества, находящееся при температуре ниже его критической температуры. Пар может быть как насыщенным, так и ненасыщенным, в зависимости от условий, в которых он находится.
2. **Насыщенный пар** — это пар, находящийся в динамическом равновесии с жидкой или твёрдой фазой того же вещества. При данной температуре давление насыщенного пара является максимальным, и дальнейшее испарение жидкости или сублимация твёрдого тела прекращаются. Насыщенный пар характеризуется тем, что количество молекул, покидающих поверхность жидкости (или твёрдого тела), равно количеству молекул, возвращающихся обратно.
3. **Ненасыщенный пар** — это пар, давление которого ниже давления насыщенного пара при данной температуре. В таком состоянии вещество может продолжать испаряться, так как количество молекул, покидающих жидкость, превышает количество молекул, возвращающихся обратно.
4. **Динамическое равновесие** — это состояние системы, при котором скорость прямого процесса (например, испарения) равна скорости обратного процесса (например, конденсации). В случае насыщенного пара динамическое равновесие означает, что количество молекул, переходящих из жидкости в пар, равно количеству молекул, переходящих из пара в жидкость, при этом макроскопические параметры системы (давление, температура, объём) остаются постоянными.

1.14 Влажность воздуха

Определения:

1. **Влажность воздуха** — это величина, характеризующая содержание водяного пара в воздухе. Она может быть выражена как абсолютная или относительная влажность.
2. **Абсолютная влажность** — это масса водяного пара, содержащегося в единице объёма воздуха. Обозначается символом ρ и измеряется в г/м^3 .

$$\rho = \frac{m_{\text{пара}}}{V_{\text{воздуха}}}$$

3. **Относительная влажность** — это отношение абсолютной влажности воздуха к максимально возможной абсолютной влажности при данной температуре, выраженное в процентах. Обозначается символом φ .

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{max}}} \times 100\%$$

1.15 Изменение агрегатных состояний вещества

Испарение:

Переход вещества из жидкого состояния в газообразное (происходит при любой температуре).

Конденсация:

Переход вещества из газообразного состояния в жидкое.

Кипение:

Интенсивное испарение, происходящее по всему объёму жидкости при определенной температуре (температуре кипения). Температура кипения зависит от давления.

Плавление:

Переход вещества из твердого состояния в жидкое (происходит при определенной температуре — температуре плавления).

Кристаллизация:

Переход вещества из жидкого состояния в твердое (происходит при той же температуре, что и плавление).

Примечание:

Во время плавления или кристаллизации температура вещества не меняется, вся подводимая (отводимая) энергия идет на изменение агрегатного состояния.

1.16 Изменение энергии в фазовых переходах

Энергия при фазовых переходах:

При фазовых переходах (плавление, кристаллизация, испарение, конденсация) происходит поглощение или выделение энергии (теплоты) без изменения температуры вещества.

Константы:

1. **Удельная теплота плавления (λ)** — количество теплоты, необходимое для плавления 1 кг вещества при температуре плавления.
2. **Удельная теплота парообразования (L)** — количество теплоты, необходимое для превращения 1 кг жидкости в пар при температуре кипения.