

25. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Рассмотрим понятие **реальных газов** и **уравнение Ван-дер-Ваальса**, которое описывает их поведение.

1. Реальные газы

Реальные газы отличаются от идеальных газов тем, что:

1. **Молекулы имеют конечный объём.**
2. **Между молекулами действуют силы притяжения и отталкивания.**

Эти факторы становятся значимыми при высоких давлениях и низких температурах, когда молекулы находятся близко друг к другу.

2. Уравнение Ван-дер-Ваальса

Уравнение Ван-дер-Ваальса — это модификация уравнения состояния идеального газа, учитывающая конечный объём молекул и силы взаимодействия между ними.

Формула:

$$\left(P + \frac{a}{V_m^2}\right)(V_m - b) = RT,$$

где:

- P — давление газа,
- V_m — молярный объём газа ($V_m = \frac{V}{\nu}$),
- T — абсолютная температура,
- R — универсальная газовая постоянная ($R \approx 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{K})$),
- a и b — постоянные Ван-дер-Ваальса, зависящие от природы газа.

Постоянные Ван-дер-Ваальса:

1. a — учитывает силы притяжения между молекулами.
 2. b — учитывает конечный объём молекул.
-

3. Физический смысл уравнения

1. Поправка на давление ($\frac{a}{V_m^2}$):

- о Учитывает силы притяжения между молекулами, которые уменьшают давление газа.
- о Чем больше a , тем сильнее притяжение между молекулами.

2. Поправка на объём ($V_m - b$):

- о Учитывает конечный объём молекул, который уменьшает доступный для движения объём.
 - о Чем больше b , тем больше объём, занимаемый молекулами.
-

4. Пример

Пример 1: Расчёт параметров реального газа

Для углекислого газа (CO_2) постоянные Ван-дер-Ваальса:

- $a = 0,364 \text{ Па} \cdot \text{м}^6 / \text{моль}^2$,
- $b = 4,28 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 / \text{моль}$.

Найдём давление P при $V_m = 0,1 \text{ м}^3 / \text{моль}$ и $T = 300 \text{ К}$:

1. Подставляем значения в уравнение Ван-дер-Ваальса:

$$\left(P + \frac{0,364}{0,1^2} \right) (0,1 - 4,28 \cdot 10^{-5}) = 8,31 \cdot 300.$$

2. Упрощаем:

$$(P + 36,4)(0,0999572) = 2493.$$

3. Решаем относительно P :

$$P + 36,4 = \frac{2493}{0,0999572} \approx 24940 \text{ Па}.$$

$$P \approx 24940 - 36,4 \approx 24903,6 \text{ Па}.$$

5. Итог

- **Реальные газы** отличаются от идеальных из-за конечного объёма молекул и сил взаимодействия между ними.
- **Уравнение Ван-дер-Ваальса:**

$$\left(P + \frac{a}{V_m^2}\right)(V_m - b) = RT.$$

- **Постоянные Ван-дер-Ваальса:**

- о a — учитывает силы притяжения,
- о b — учитывает конечный объём молекул.

Уравнение Ван-дер-Ваальса широко используется для описания поведения реальных газов, особенно при высоких давлениях и низких температурах.