

# Уравнение состояния

Урок 10 класс

**2.** Данная масса газа расширяется изобарно. Начальная и конечная температуры газа  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

а) Во сколько раз увеличилось значение *абсолютной* температуры газа?

б) Во сколько раз увеличился объём газа?

в) Изобразите график зависимости  $V(T)$  для данного процесса.

**4. Изобразите графики процесса, описанного в задании 2, в координатах  $(p, T)$  и  $(p, V)$ .**

6. Начальная и конечная температуры данной массы газа в изохорном процессе равны соответственно  $327\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

а) Во сколько раз уменьшилась абсолютная температура газа?

б) Во сколько раз уменьшилось давление газа?

в) Изобразите графики зависимости  $p(T)$ ,  $V(T)$  и  $p(V)$  для данного процесса.

**11. При изотермическом расширении объём данной массы газа увеличился в 2 раза.**

**а) Как изменилось давление газа?**

**б) Насколько уменьшилось давление газа, если начальное давление равно  $10^5$  Па?**

# Уравнение Клапейрона

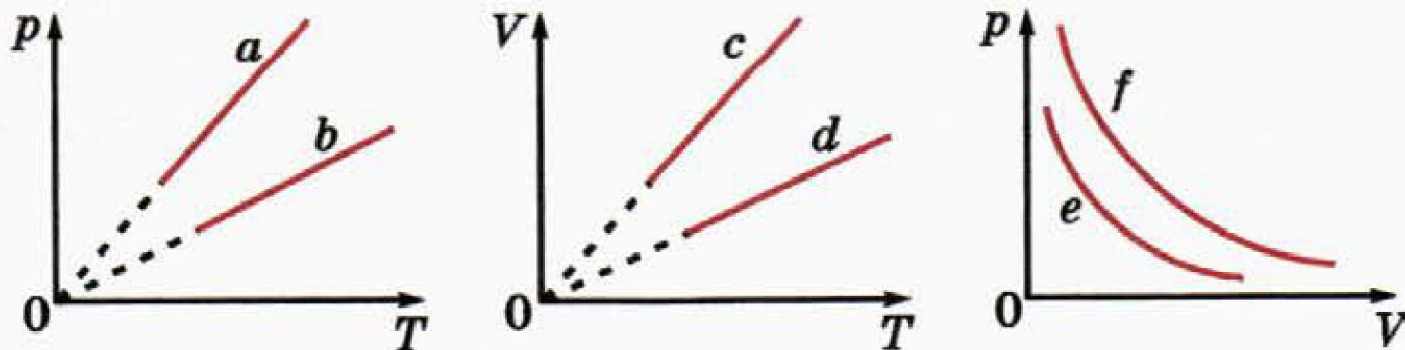
**для данной массы газа произведение давления газа на его объём, делённое на абсолютную температуру газа, есть величина постоянная:**

$$\frac{pV}{T} = \text{const.}$$

**Это соотношение называют *уравнением Клапейрона*.**

**12. Покажите, что уравнения трёх изопроцессов являются частными случаями уравнения Клапейрона.**

13. На рисунке 39.11 изображены две изохоры, две изобары и две изотермы для одной и той же массы газа.



- Какой изохоре соответствует больший объём?
- Какой изобаре соответствует большее давление?
- Какой изотерме соответствует большая температура?



# Закон Авогадро

**в равных объёмах различных газов при одинаковых температурах и давлениях содержится одинаковое число молекул.**

Отсюда следует, что значение выражения  $\frac{pV}{T}$  для данной массы газа пропорционально только числу молекул:

$$\frac{pV}{T} = kN,$$

где  $k$  — коэффициент пропорциональности, *одинаковый для всех газов*. Его назвали *постоянной Больцмана* в честь австрийского физика Людвига Больцмана.

Измерения показали, что

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К.}$$



# Количество вещества

**Один моль — это такое количество вещества, которое содержит столько же молекул, сколько атомов в 12 г углерода.**

- 1. Во сколько раз число молекул в шести молях водорода больше, чем в двух молях кислорода?**
- 2. Сколько молей водорода и кислорода нужно для того, чтобы в результате реакции между ними образовалось 2 моль воды?**

Число молекул в одном моле называют *постоянной Авогадро* (обозначают  $N_A$ ) и записывают в виде

$$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}. \quad (2)$$

Сколько молекул в образце вещества, содержащем  $\nu$  молей? В каждом моле  $N_A$  молекул. Следовательно, число  $N$  молекул в образце, содержащем  $\nu$  молей, выражается формулой

$$N = \nu N_A. \quad (3)$$

**3.** Сколько молекул содержится:

а) в 2 моль воды?

б) в 5 моль кислорода?

в) в 0,33 моль углекислого газа?

Есть ли в условии лишние данные?

**4.** Сколько молей в образце вещества, число молекул в котором равно: а)  $6 \cdot 10^{24}$ ; б)  $3 \cdot 10^{22}$ ; в)  $3,3 \cdot 10^{22}$ ; г)  $6 \cdot 10^{20}$ ?

**?** 6. Чему равна молярная масса:

а) водорода? б) кислорода? в) углекислого газа?

Воздух представляет собой смесь различных газов, главным образом — азота и кислорода. При решении задач воздух часто считают газом с молярной массой

$$M_{\text{возд}} = 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{моль}^{-1}.$$

**?** 7. Объясните, почему масса образца вещества  $m$ , его молярная масса  $M$  и число молей  $\nu$  в данном образце связаны соотношением

$$\nu = \frac{m}{M}. \quad (4)$$

# УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА (УРАВНЕНИЕ МЕНДЕЛЕЕВА — КЛАПЕЙРОНА)

Объясните, почему справедлива формула

$$\frac{pV}{T} = \frac{m}{M} k N_A.$$



# УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА (УРАВНЕНИЕ МЕНДЕЛЕЕВА — КЛАПЕЙРОНА)

Плотность газа. Напомним, что плотность  $\rho = \frac{m}{V}$ .

15. Объясните, почему уравнение состояния идеального газа можно записать в виде

$$p = \frac{\rho}{M}RT.$$

# УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА (УРАВНЕНИЕ МЕНДЕЛЕЕВА — КЛАПЕЙРОНА)

17. Объясните, почему уравнение состояния идеального газа можно записать в виде

$$p = nkT.$$



## УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА (УРАВНЕНИЕ МЕНДЕЛЕЕВА — КЛАПЕЙРОНА)

18. Рассмотрим газ при нормальных условиях.

а) Чему равна при этом концентрация молекул?

б) Различаются ли концентрации молекул *различных* газов при нормальных условиях? Обоснуйте свой ответ.

в) Сколько молекул воздуха вы вдыхаете при глубоком вдохе при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , если объём лёгких увеличивается при этом на 2 л? Давление в лёгких считайте равным атмосферному.

# УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА (УРАВНЕНИЕ МЕНДЕЛЕЕВА — КЛАПЕЙРОНА)