

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

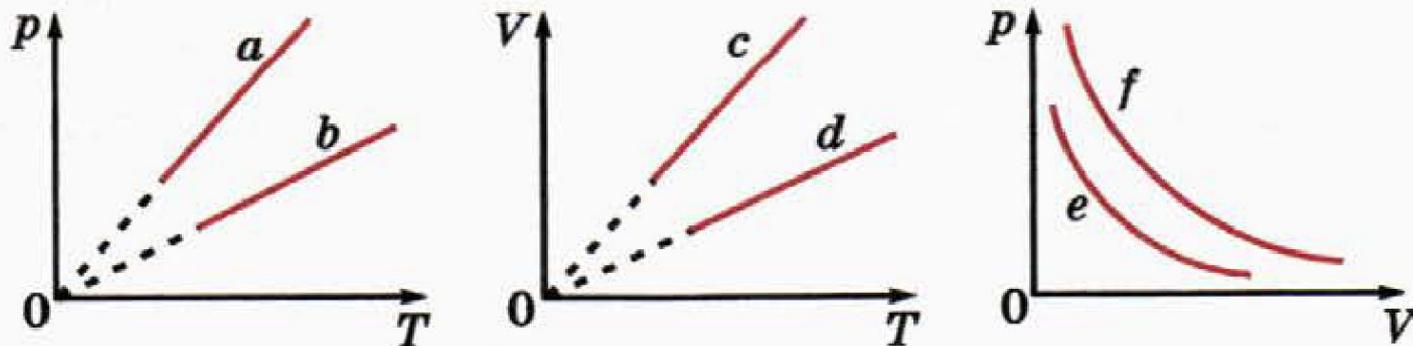
для данной массы газа произведение давления газа на его объём, делённое на абсолютную температуру газа, есть величина постоянная:

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

*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.



- а) Какой изохоре соответствует больший объём?
- б) Какой изобаре соответствует большее давление?
- в) 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 ν молей? В каждом моле N_A молекул. Следовательно, число N молекул в образце, содержащем ν 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 ν 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)