

МКТ и идеальный газ.

При решении задач важно понять условие задачи (физику условия). Выбрать характерные состояния газа и записать уравнения состояния газа и смеси:

Основное уравнение МКТ:

$$p = \frac{1}{3} n \cdot m_0 \cdot v^2$$

Уравнения состояния (Менделеева – Клапейрона):

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

Закон Дальтона (для смеси газов):

Изопроцессы (газовые законы)

$T = \text{const}$ – изотермический.

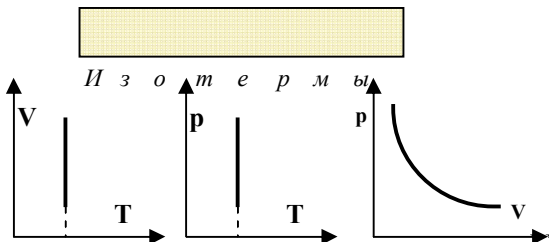
Пусть m/μ не меняется:

$$P_1 V_1 = \nu R T$$

$$P_2 V_2 = \nu R T$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = \text{const}$$

Бойля - Мариотта



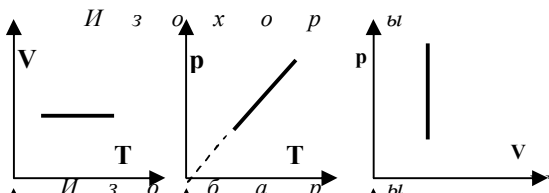
$V = \text{const}$ – изохорический

$$P_1 V = \nu R T_1$$

$$P_2 V = \nu R T_2$$

$$P_1/T_1 = P_2/T_2 = \text{const}$$

Шарля



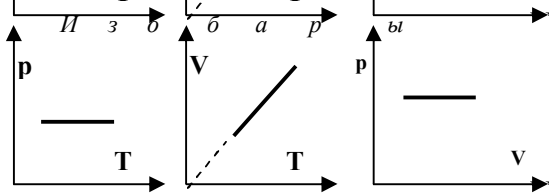
$P = \text{const}$ – изобарический

$$P V_1 = \nu R T_1$$

$$P V_2 = \nu R T_2$$

$$V_1/T_1 = V_2/T_2 = \text{const}$$

Гей-Люссака



Например:

Трубка, закрытая с одного конца, содержит воздух под "столбиком" ртути. Когда трубка расположена закрытым концом вверх, воздух занимает длину 30 см. Когда трубку переворачивают (закрытый конец вниз), то воздух занимает длину 20 см. Определить длину ртутного столбика, если атмосферное давление равно 750 мм рт.ст..

Решение:

Изобразим "физику" условия задачи при помощи рисунков (см рис).

Совершенно очевидно, что столбик ртути будет в равновесии если:

$$P_1 = P_a + \rho g h \quad (1)$$

$$P_a = P_2 + \rho g h \quad (2)$$

где P_1 и P_2 – давление воздуха под столбиком ртути. Вот для этого воздуха и запишем уравнение Мен – Клапей., согласно состояниям по рис 1 и рис 2, считая воздух идеальным газом и постоянной температурой:

$$P_1 \cdot S \cdot L_1 = \nu \cdot R \cdot T \quad (3)$$

$$P_2 \cdot S \cdot L_2 = \nu \cdot R \cdot T \quad (4)$$

Решая систему уравнений (1) – (4), получим результат: **$h = 15$ см.**

Для математического удобства, можно воспользоваться условными единицами измерения давления – мм.рт.ст.

Если давление p разделить на ρg , то получим давление в у.е. – мм.рт.ст., теперь единицей длины – мм!

$P_1 \cdot L_1 = P_2 \cdot L_2$, или $(P_a + h) \cdot L_1 = (P_a - h) \cdot L_2$ откуда получим ответ в мм.!

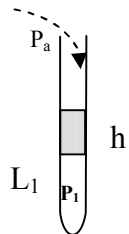


Рис1

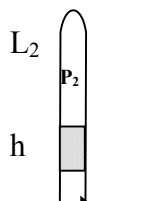


Рис2

1. Баллон объемом 4 л содержит 0,6 г газа. Давление газа в баллоне равно 200 кПа. Определить среднюю квадратичную скорость молекул газа. (2000 м/с)

2. В баллоне находится смесь азота и водорода. Молекулы азота диссоциированы на атомы, а молекулы водорода - двухатомные. При увеличении температуры в 2 раза молекулы водорода тоже диссоциируют. Давление при этом увеличивается в 3 раза. Определить отношение массы азота к массе водорода в баллоне? (7)

3. В баллоне находится 30г газа при давлении 60кПа. Определить объем баллона, если средняя квадратичная скорость теплового движения молекул газа 600 м/с. (0,06 м³)

4. Сосуд объемом 30 л разделен на две равные части полупроницаемой перегородкой. В левой части сосуда находится 30 г водорода, а в правой - 160 г кислорода. Температура газов равна 27°С. Какое давление установится в правой части сосуда, если водород может диффундировать через перегородку, а кислород нет? (~2,1 МПа)

5. В баллоне находится смесь, состоящая из 16 г гелия и 8г водорода. После увеличения температуры в 2 раза молекулы водорода диссоциируют (распадаются на атомы). Во сколько раз увеличивается при этом давление в баллоне? (3)

6. Максимальная масса груза, который можно поднять в атмосфере Земли с помощью эластичной герметической оболочки заполненной двумя килограммами (2 кг) гелия равна 7,5 кг. Определить массу оболочки. Молярные массы газов принять: гелий - 0,004 кг/моль, воздух - 0,029 кг/моль. (5 кг)

7. При нагревании газа его плотность уменьшилась в 1,5 раза, а давление увеличилось в 2 раза. До какой температуры нагрели газ, если первоначальная температура была 27 С? (900 К)

8. При расширении идеального газа его давление изменяется пропорционально объему. Во сколько раз изменится объем газа при увеличении температуры от 127°С до 352°С. (1,25)

9. Два баллона соединены трубкой с краном. В одном находится 16 г кислорода под давлением 1 МПа, а в другом - 28 г азота. После того как открыли кран, в баллонах установилось давление 0,5 МПа. Определить давление азота в баллоне до открывания крана. Температуру считать постоянной, газы - не реагирующими. (0,4 МПа)

10. В вертикальном закрытом цилиндрическом сосуде площадью основания 25 см² находится поршень массой 1 кг, разделяющий сосуд на два равных отсека. Масса газа под поршнем в два раза больше массы газа над ним. Пренебрегая трением и массой газа по сравнению с массой поршня, найти давление газа в нижнем отсеке. (8 кПа)

11. Колбу закрывают пробкой диаметром 2 см, прикладывая силу 6 Н. При этом атмосферное давление равно 96 кПа, температура 17 С. До какой температуры надо нагреть колбу, чтобы пробка вылетела? (~347,7 К, 74,7 С)

12. Баллон заполнили воздухом, до давления 300 кПа, сделав 20 накачивающих движений поршневым насосом. Перед накачиванием кран баллона был открыт. Объем баллона равен 2,8 л, атмосферное давление - 100 кПа. Температуру считать постоянной. Определить объем насоса. (0,28 л)