

## Очные сборы заочной школы СУНЦ МГУ

### Контрольная работа

#### 9 класс

1. Имеются порция гелия, находящаяся при температуре  $T_1$ , давлении  $p_1$  и занимающая объём  $V_1$ , и порция аргона с соответствующими параметрами  $T_2$ ,  $p_2$  и  $V_2$ . Найдите отношение их внутренних энергий, считая оба газа идеальными.

**Решение.** Используя выражение для внутренней энергии, получим:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\nu_1 T_1}{\nu_2 T_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2}.$$

2. Порция идеального одноатомного газа изобарно нагревается при давлении  $p$  от температуры  $T_1$  до температуры  $T_2$ . При этом возрастание внутренней энергии газа оказывается на  $\delta = 10$  Дж больше совершенной им работы. Какое количество теплоты  $Q$  нужно сообщить этой порции, если нагревать её при давлении  $p/2$  от температуры  $2T_1$  до температуры  $2T_2$ ?

**Решение.** Будем использовать закон Джоуля для идеального одноатомного газа:

$$\Delta U_1 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_1. \text{ Работу в описанном процессе можно посчитать как } A_1 = p_1 \Delta V_1 = \nu R \Delta T_1. \text{ Значит,}$$

обозначенная в условии загадочная  $\delta$  есть ничто иное, как  $\delta = \frac{1}{2} \nu R \Delta T_1$ . Из первого начала

термодинамики  $Q_1 = \Delta U_1 + A_1 = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_1 = 5\delta$ . Теплота, которую газ получил в изобарном

процессе не зависит от давления. Тогда искомая теплота  $Q = 2Q_1 = 10\delta = 100$  Дж

3. Из баллона со сжатым водородом ёмкостью  $V = 10$  л вследствие неисправности вентиля утекает газ. При температуре  $t_1 = 7^\circ\text{C}$  манометр показывал давление  $p = 5 \cdot 10^6$  Па. Через некоторое время при температуре  $t_2 = 17^\circ\text{C}$  манометр показывал такое же давление. Сколько газа утекло?

**Решение.** Дважды используя уравнение Менделеева-Клапейрона, получаем:

$$\Delta m = m_1 - m_2 = \frac{\mu p V}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right), \Delta m = 1,5 \text{ г.}$$

4. Как изменится давление насыщенного пара, если уменьшить его объём, сохраняя неизменной температуру?

**Решение.** Не изменится, так как давление насыщенного пара зависит только от температуры.

5. В сосуд объёма  $V = 20$  дм<sup>3</sup> поставили блюдце, содержащее  $m = 1$  г воды. После этого сосуд герметически закрыли и оставили при температуре  $t = 20^\circ\text{C}$ , при которой давление насыщенного пара воды равно  $p = 2.33$  кПа. Какая часть воды испарится?

**Решение.** Массу водяного насыщенного пара можно определить по уравнению состояния идеального газа:

$$\Delta m = PV\mu/RT.$$

Подставляя данные из условия, получим, что  $\Delta m = 0.34$  г. Значит, легко посчитать, что испарилась часть воды  $\Delta m/m = 0.34$  или 34%.