

Примеры заданий с развёрнутым ответом

5. Давление идеального одноатомного газа уменьшилось на $5 \cdot 10^4$ Па. Газ находится в закрытом сосуде при постоянном объёме $0,3 \text{ м}^3$. Какое количество теплоты отдано газом? Ответ выразите в кДж и округлите до десятых.

Проверь себя: По условию объём газа постоянен, следовательно, количество теплоты, отданное газом, равно изменению внутренней энергии газа: $Q = \Delta U$. Изменение внутренней энергии, в свою очередь, равно:

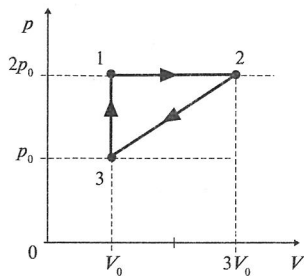
$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T.$$

Из уравнения Менделеева – Клапейрона для двух состояний газа ($\Delta p V = \nu R \Delta T$) получаем искомое количество теплоты:

$$Q = \frac{3}{2} \Delta p V = \frac{3}{2} 5 \cdot 10^4 \text{ Па} \cdot 0,3 \text{ м}^3 = 2,25 \cdot 10^4 \text{ Дж} = 22,5 \text{ кДж}.$$

Ответ: 22,5 кДж.

6. Одноатомный идеальный газ неизменной массы совершает циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл от нагревателя газ получает количество теплоты $Q_1 = 8$ кДж. Чему равна работа газа за цикл?



Проверь себя: Работа газа за цикл численно равна площади фигуры, ограниченной графиком процесса:

$$A'_{ци} = \frac{1}{2}(2p_0 - p_0)(3V_0 - V_0) = p_0V_0. \quad (1)$$

Проанализируем, на каких участках газ получает, а на каких отдаёт тепло.

Участок 1—2: изобарное расширение, газ совершает положительную работу; температура газа увеличивается, увеличивается и внутренняя энергия. По первому закону термодинамики: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A'_{12}$, следовательно, $Q_{12} > 0$. Газ получает тепло.

Участок 2—3: процесс не является изопроцессом, работа газа отрицательная, температура уменьшается, т. е. $Q_{23} < 0$. Газ отдаёт тепло.

Участок 3—1: изохорное нагревание, работа газа равна нулю, внутренняя энергия увеличивается. Газ получает тепло: $Q_{31} > 0$.

Таким образом, за цикл от нагревателя газ получает количество теплоты $Q_1 = Q_{12} + Q_{31} = \Delta U_{12} + A'_{12} + \Delta U_{31} = A'_{12} + \Delta U_{32}$, где учтено, что изменение внутренней энергии определяется только конечным и начальным состоянием.

Работа газа на участке изобарного расширения 1—2:

$$A'_{12} = 2p_0(3V_0 - V_0) = 4p_0V_0.$$

Изменение внутренней энергии газа при переходе 3—2:

$$\Delta U_{32} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_3).$$

Уравнения Менделеева — Клапейрона для состояний 2 и 3 имеют вид: $2p_03V_0 = \nu RT_2$; $p_0V_0 = \nu RT_3$.

Выразив из этих уравнений температуры, для изменения внутренней энергии получаем: $\Delta U_{32} = \frac{3\nu R}{2\nu R}(6p_0V_0 - p_0V_0) = \frac{15}{2}p_0V_0$, тогда количество теплоты, полученного газом за цикл: $Q_1 = \frac{15}{2}p_0V_0 + p_0V_0 = \frac{23}{2}p_0V_0$. (2).

Сравнивая соотношения (1) и (2), имеем: $A' = \frac{2}{23}Q_1 = 700$ Дж.

Ответ: 700 Дж.