

Вопрос 13

Применение первого начала термодинамики к различным изопроцессам.

Адиабатный процесс. Уравнение Пуассона.

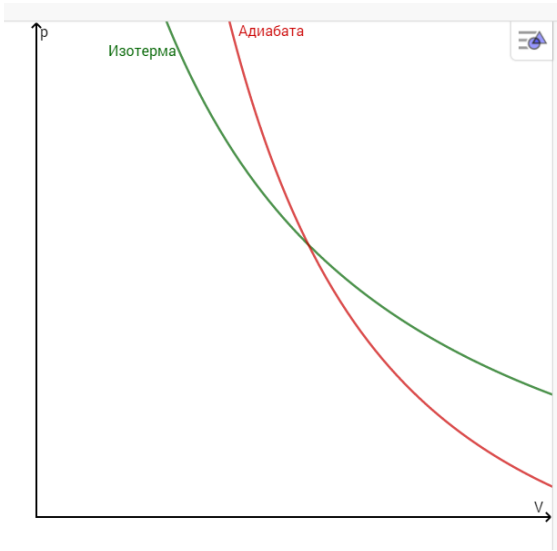
Первый закон термодинамики

Количество теплоты, переданное системе при переходе из одного состояния в другое, равно сумме работы, совершенной системой, и изменения внутренней энергии системы.

$$Q = \Delta U + A'_{\text{газа}} = \Delta U - A_{\text{внеш. сил}}$$

Изопроцесс — термодинамический процесс, при постоянной массе вещества и одном из макропараметров (объема, температуры, давления).

Рассмотрим три изопроцесса и адиабатный процесс

Изотермический	<p>Изотермический процесс — процесс изменения состояния ТД системы при постоянной температуре.</p> $T = \text{const}$ $Q = \Delta U + A'; \quad \Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = 0 \Rightarrow Q = A'$ <p>Количество теплоты, переданное системе при постоянной температуре, равно работе, совершенной газом</p>
Изобарный	<p>Изобарный процесс — процесс изменения состояния ТД системы при постоянном давлении.</p> $P = \text{const}$ $Q_p = \Delta U + A'; \quad \Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T; \quad A' = \nu R \Delta T \Rightarrow Q_p = \frac{i+2}{2} \nu R \Delta T = \frac{i+2}{2} p \Delta V$ <p>Количество теплоты, переведенное системе при постоянном давлении, равно произведению давления, изменения объема и половины увеличенного на два числа степеней свободы.</p>
Изохорный	<p>Изохорный процесс — процесс изменения состояния ТДС при постоянном объеме.</p> $V = \text{const}$ $Q_V = \Delta U + A'; \quad \Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T; \quad A' = 0 \Rightarrow Q_V = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$ <p>Количество теплоты, переведенное системе при постоянном объеме равно произведению количества газа, универсальной газовой постоянной и половины числа степеней свободы.</p>
Адиабатный	<p>Адиабатный процесс — процесс изменения состояния ТДС без теплообмена с внешней средой.</p> $dQ = 0 = dU + dA \Rightarrow dA = -dU$ <p>Работа газа совершается за счет уменьшения внутренней энергии газа.</p> <p>Рассмотрим резкое сжатие газа. Давление неизменно на малых участках.</p> $dA = -dU = -\frac{i}{2} \nu R \cdot dt$ $p \cdot dV = -C_V \nu \cdot dT$ $\nu R T \frac{dV}{V} = -\nu C_V \cdot dT$ $T \frac{dV}{V} \cdot \frac{C_p - C_V}{C_V} = -dT$ $(\gamma - 1) \frac{dV}{V} = -\frac{dT}{T}$ $(\gamma - 1) \frac{dV}{V} + \frac{dT}{T} = 0$ $\int (\gamma - 1) \frac{dV}{V} + \int \frac{dT}{T} = \text{const}$ $(\gamma - 1) \cdot \ln V + \ln T = \text{const}$ $\ln T \cdot V^{\gamma-1} = \text{const}$ $T \cdot V^{\gamma-1} = e^{\text{const}} = \text{const}_1$ $V^{\gamma-1} \cdot \frac{pV}{\nu R} = \text{const}_1$ $pV^\gamma = \text{const}_1 \cdot R \nu = \text{const}_2$ 
	<p>Уравнение Пуассона для адиабатного процесса $pV^\gamma = c$.</p> <p>Другая форма записи $T V^{\gamma-1} = c$</p> <p>Угол наклона изотерма в γ раз меньше, чем у адиабаты.</p> $\gamma = \frac{C_p}{C_V} = \frac{i+2}{i} \quad \text{— коэффициент Пуассона}$