

Уравнение адиабаты

ЗАДАЧА 1. Выведите уравнение адиабаты $pV^\gamma = \text{const}$, где $\gamma = C_p/C_V$.

Указание. $\delta Q = dU + \delta A \Rightarrow 0 = \nu C_V dT + pdV \Rightarrow \dots$

ЗАДАЧА 2. («Покори Воробьёвы горы!», 2017, 10–11) $\nu = 2$ моля неона сначала адиабатически сжали, совершив над ним работу $A = 2$ Дж, а затем изохорически нагрели, сообщив ему количество теплоты $Q = 3$ Дж. В результате давление неона увеличилось на 0,1%. Найти с ошибкой не более 3 К начальную температуру неона. Универсальная газовая постоянная $R \approx 8,31$ Дж/(моль · К).

$$\Delta T \approx \frac{d}{dT} \left(\frac{d}{dQ} \right) \frac{dA}{\nu C_V} = 0,1\%$$

ЗАДАЧА 3. (МФТИ, 1999) Моль гелия из начального состояния с температурой $T = 300$ К расширяется в адиабатическом процессе так, что относительные изменения давления $\Delta p/p$, объёма $\Delta V/V$ и температуры газа $\Delta T/T$ малы. Найти работу A , совершённую газом, если относительное изменение его давления $\Delta p/p = -1/120$.

$$A = \nu R T \ln \frac{V_2}{V_1} = \frac{d}{dV} \left(\frac{d}{dp} \right) \frac{dA}{\Delta p/p} = \dots$$

ЗАДАЧА 4. (МФТИ, 1999) Моль гелия сжимают в адиабатическом процессе так, что относительные изменения давления $\Delta p/p$, объёма $\Delta V/V$ и температуры $\Delta T/T$ газа малы. На сколько процентов изменяется давление газа, если относительное изменение температуры $\Delta T/T = 0,0032$?

$$\Delta p/p \approx \frac{d}{dp} \left(\frac{d}{dT} \right) \frac{dA}{\Delta T/T} = 0,8\%$$

ЗАДАЧА 5. (МФТИ, 2008) Теплоизолированный горизонтальный цилиндр с гладкими стенками делится не проводящим теплоту поршнем на два объёма, в которых находится по одному молю гелия при температуре $T_0 = 200$ К. В левой части цилиндра на некоторое время включается нагреватель. Поршень перемещается. В конечном состоянии температуры в левой и правой частях цилиндра отличаются в три раза. Найдите количество теплоты Q , переданное нагревателем газу. Известно, что давление p и объём V газа в правой части цилиндра связаны соотношением $p^3 V^5 = \text{const}$ (адиабатический процесс).

$$Q = \nu R T_0 \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{3^2} \right) = \dots$$

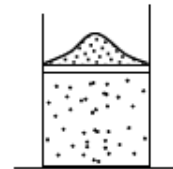
ЗАДАЧА 6. (МФТИ, 2008) Теплоизолированный горизонтальный цилиндр с гладкими стенками делится не проводящим теплоту поршнем на два объёма, в которых находится по одному молю гелия при температуре $T_0 = 300$ К. В левой части цилиндра на некоторое время включается нагреватель. В результате поршень перемещается, и газ, содержащийся в левой части цилиндра, совершает работу $A = 1245$ Дж. Найти отношение α конечных объёмов газа в левой и правой частях цилиндра. Известно, что давление p и объём V газа в правой части цилиндра связаны соотношением $p^3 V^5 = \text{const}$ (адиабатический процесс).

$$\alpha \approx \left(\frac{0,1245}{\nu R T_0} + 1 \right)^{1/3} = \dots$$

ЗАДАЧА 7. («Покори Воробьёвы горы!», 2015, 10–11) Для адиабатического увеличения давления $\nu = 2$ молей гелия на 0,5% потребовалось совершить над гелием работу $A = 12,46$ Дж. Найти начальную температуру гелия. Универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль · К).

$$\kappa \text{ 092} = \frac{\nu \nu \epsilon}{V^{0001}} = 0L$$

ЗАДАЧА 8. («Росатом», 2016, 11) В теплоизолированном сосуде под массивным поршнем, на котором лежит куча песка, находится одноатомный идеальный газ. Объём газа V , давление p . Песок (по одной песчинке) снимают с поршня, и объём газа медленно увеличивается вдвое. Какой была бы кинетическая энергия поршня в тот момент, когда объём газа вырос вдвое, если бы песок сняли с поршня весь сразу? Атмосферное давление отсутствует.



Указание. В адиабатическом процессе давление и объём идеального газа связаны соотношением $pV^\gamma = \text{const}$, где γ — известное число ($\gamma > 1$).

$$(\nu - 2\epsilon - \frac{\epsilon}{\epsilon}) \Lambda^d = \kappa$$

ЗАДАЧА 9. (МОШ, 2010, 11) Горизонтальный сосуд с идеальным одноатомным газом разделён на две части подвижным вертикальным поршнем, не проводящим тепло. Вначале давление в сосуде было равно p_0 , а температура — T_0 . Нагревая газ в левой части сосуда до температуры $T_0 + \Delta T$, исследуют зависимость давления в системе p от параметра $x = \Delta T/T_0$. Эта зависимость при малых x оказалась линейной: $p = p_0(1 + \alpha x)$ с параметром $\alpha = 0,5$. Найдите отношение $k = \nu_1/\nu_2$ количеств газа в левой и правой частях сосуда. Процесс в правой части сосуда адиабатный, трением между поршнем и стенками сосуда можно пренебречь.

$$\frac{\epsilon}{\epsilon} = \frac{(\nu - 1)\epsilon}{\nu \epsilon} = \gamma$$