

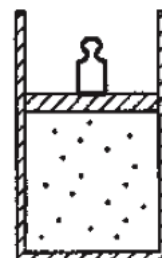
Всероссийская олимпиада школьников по физике

10 класс, заключительный этап, 2004/05 год

ЗАДАЧА 1. «Двойная звезда» состоит из двух звёзд, находящихся на постоянном расстоянии друг от друга. Космонавт Глюк решил вывести космический корабль на орбиту таким образом, чтобы он находился всё время на отрезке, соединяющем звёзды, на постоянном расстоянии от каждой из звёзд и расходовал при этом минимальное количество топлива. Проведя все расчёты, Глюк нашёл, что корабль должен находиться на расстоянии l_1 от первой звезды и l_2 от второй, и успешно вывел корабль на орбиту. Чему равно отношение M_1/M_2 масс звёзд?

$$\frac{\frac{\gamma}{\gamma-1} \frac{l_1}{l_2} \frac{l_1 - \gamma(l_1 + l_2)}{\gamma l_1 - \gamma(l_1 + l_2)} = \frac{\gamma M_1}{\gamma M_2}$$

ЗАДАЧА 2. В цилиндре с теплонепроницаемыми стенками под массивным теплонепроницаемым поршнем находится идеальный одноатомный газ. На поршень поставили гирию, масса которой равна массе поршня (рис.). После того как система пришла в новое состояние термодинамического равновесия, гирию быстро сняли и вновь дождались наступления равновесного состояния. Определите, какая температура T газа установится в цилиндре после четырёх таких циклов, если первоначальная температура равнялась $T_0 = 300$ К. Считайте, что трение между поршнем и стенками цилиндра пренебрежимо мало. Внешним давлением можно пренебречь.

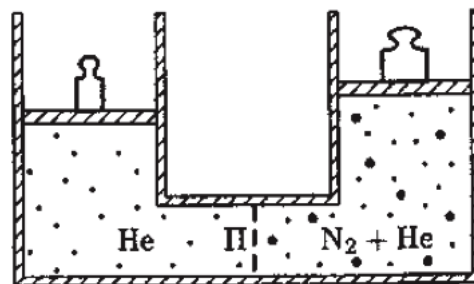


$$T = T_0 \left(\frac{28}{27}\right)^4 \approx 472 \text{ К}$$

ЗАДАЧА 3. В сосуде находятся гелий He и азот N_2 в количестве ν_1 и ν_2 соответственно. Сосуд разделён на две части пористой перегородкой П (рис.), которая свободно пропускает гелий и не пропускает азот, причём изначально азот был только в правой части. Пренебрегая теплоёмкостью стенок сосуда и поршней, найдите теплоёмкость системы при нагревании в следующих условиях:

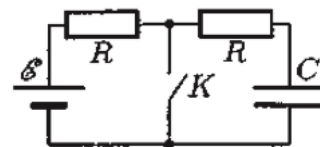
- 1) при закреплённых поршнях;
- 2) при свободных поршнях, создающих постоянное давления;
- 3) при свободном левом поршне, создающем постоянное давление, и закреплённом правом поршне.

Универсальная газовая постоянная R известна.



$$C_1 = \frac{\gamma}{\gamma-1} (3\nu_1 + 5\nu_2); C_2 = \frac{\gamma}{\gamma-1} (5\nu_1 + 7\nu_2); C_3 = \frac{\gamma}{\gamma-1} (\nu_1 + \nu_2)$$

ЗАДАЧА 4. В цепи (рис.) состояние ключа K периодически изменяют: замыкают на время τ , затем размыкают на время 2τ , снова замыкают на время τ и размыкают на время 2τ и так далее. Время τ достаточно мало, так что напряжение на конденсаторе большой ёмкости C не успевает за это время заметно измениться. После большого количества переключений напряжение на конденсаторе становится практически постоянным, совершая лишь небольшие колебания около своего среднего значения. ЭДС источника \mathcal{E} и сопротивление R каждого из резисторов известны. Найдите в установившемся режиме:



- 1) среднее значение напряжения U на конденсаторе;
- 2) среднюю силу тока I , текущего через ключ;
- 3) отношение средних тепловых мощностей, выделяющихся на резисторах.

$$U = \frac{\mathcal{E}}{2} = I \frac{R}{2} \Rightarrow I = \frac{2U}{R}$$

ЗАДАЧА 5. В некоторый момент сверхпроводящий соленоид объёмом $V = 40 \text{ см}^3$ подключают к высоковольтному конденсатору ёмкостью $C = 100 \text{ мкФ}$, заряженному до напряжения $U = 1 \text{ кВ}$. Известно, что при индукции магнитного поля в соленоиде $B_0 = 1,6 \text{ Тл}$ разрушается состояние сверхпроводимости материала, из которого выполнена обмотка соленоида. Определите, произойдёт ли разрушение сверхпроводимости в описанном эксперименте. Магнитная постоянная $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ единиц СИ.

$$\text{Да, поскольку } B_{\text{max}} = U \sqrt{\frac{4\pi}{\mu_0 C}} \approx 1,77 \text{ Тл}$$