

**Межрегиональная предметная олимпиада Казанского федерального университета  
по предмету «Физика»  
2013-2014 учебный год  
10 класс  
Решения**

**Задача 1.** (20 баллов)

Внутри гладкой горизонтальной трубы находятся два поршня, соединенных между собой упругой пружиной. Между поршнями находится один моль гелия при температуре 300 К. Газ нагрели до температуры 400 К. Какое количество теплоты было сообщено газу при нагревании, если длина пружины увеличилась в  $\eta = 1,5$  раза?

Решение:

Из первого начала термодинамики:  $Q = \Delta U + A$ , для изменения внутренней энергии гелия можно записать  $\Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T$ . Работу можно найти по формуле  $A = P \cdot \Delta V$ , так как давление в процессе меняется линейно вместо давления нужно взять среднее значение  $P = \frac{P_1 + P_2}{2}$ .

Тогда для работы получаем выражение:  $A = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1)$ .

Учитывая, что  $V_2 = V_1 \eta$ , а  $PV = RT$  получаем:  $Q = \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) + \frac{R}{2} (\eta - 1) (T_1 + T_2 / \eta)$ .

**Задача 2.** (20 баллов)

Предохранитель в цепи электрического тока составлен из двух параллельно соединенных плавких предохранителей. Один из них имеет сопротивление  $R_1$  и рассчитан на максимальное значение тока  $I_1$ , а второй – сопротивление  $R_2$  и рассчитан на ток  $I_2$ . Какое максимальное значение силы тока может выдержать составной предохранитель?

Решение:

При параллельном соединении предохранителей ток, который течет через них, определяется выражением:

$$i_{1/2} = I \frac{R_{2/1}}{R_1 + R_2}$$

Дальше необходимо анализировать эти выражения, когда ток достигнет критического значения.

Возможны следующие варианты:

$I_2 < \frac{R_1}{R_1 + R_2} I_1$  тогда  $I = I_1$ ,

если  $\frac{R_1}{R_1 + R_2} I_1 < I_2 < I_1 \frac{R_1}{R_2}$  тогда  $I = I_2 / \frac{R_1}{R_1 + R_2}$ ,

при  $I_1 \frac{R_1}{R_2} < I_2 < I_1 / \frac{R_2}{R_1 + R_2}$   $I = I_1 / \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ ,

в остальных случаях  $I_2$ .

**Задача 3.** (20 баллов)

Два одинаковых груза массой  $M$  каждый, соединенные пружиной, лежат на горизонтальной плоскости в поле тяжести земли. Какую минимальную горизонтальную силу необходимо приложить к правому грузу, чтобы пришел в движение левый груз? Коэффициент трения грузов о плоскость  $\mu$ . В начальном состоянии пружина не деформирована.

Решение:

Работа постоянной силы расходуется на увеличение потенциальной энергии пружины, на преодоления силы трения и кинетическую энергию. Начала движения правого груза

произойдет при максимальном удлинении левого, когда его кинетическая энергия равна нулю. Запишем работу силы

$$Fx = \frac{kx^2}{2} + \mu Mg x$$

Правое тело начнет двигаться если сила упругости станет равна силе трения покоя:  $\mu Mg = kx$ , из этих двух уравнений получаем  $F = 3\mu Mg/2$

**Задача 4.** (20 баллов)

Источник света расположен на тройном фокусном расстоянии от собирающей линзы на ее оси. За линзой перпендикулярно оптической оси помещено плоское зеркало. На каком расстоянии от линзы нужно его поместить, чтобы лучи, отраженные от зеркала и, пройдя через линзу, стали параллельными.

Решение:

Лучи станут параллельными если они после отражения от зеркала пройдут через фокус линзы. Это будет если зеркало будет отстоять от фокуса на половине расстояния от фокуса до изображения источника. Из формулы тонкой линзы находим, что расстояние до изображения равняется  $1,5F$ . Тогда расстояние от линзы до зеркала равно  $1,25F$ .

**Задача 5.** (20 баллов)

Почему сопротивление лампочки накаливания зависит от частоты переменного тока.

Решение:

Сопротивления лампочки зависит от средней температуры нити накаливания лампочки. При низких частотах нить успевает остыть, и средняя температура будет меньше. При больших частотах так же начинает влиять индуктивное сопротивление лампочки.