

Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

10–11 классы, 2017 год

Билет 3 (Уфа)

Задание 1

ВОПРОС. Три одинаковых груза массы $m = 100$ г связаны попарно (1-й со 2-м, 2-й с 3-м) двумя лёгкими нерастяжимыми нитями. Верхний груз поднимают вверх с ускорением $a = 5$ м/с², два других поднимаются за ним. На сколько ньютонов различаются силы натяжения верхней и нижней нити? Ускорение свободного падения $g \approx 10$ м/с².

Н 51 4Н

ЗАДАЧА. На гладком вертикальном стержне надеты три шайбы, которые при скольжении по стержню остаются горизонтальными. Нижняя шайба с массой $2m$ покоится на жёстком упоре, вторая — с массой m — покоится на невесомой длинной пружине жёсткостью k , соединяющей её с первой. Ось пружины совпадает с осью стержня. Третью шайбу, масса которой также равна m , сначала удерживают на некоторой высоте над второй, а затем аккуратно отпускают. При какой максимальной величине этой высоты вторая и третья шайба, мгновенно слипшиеся в результате неупругого соударения, будут совершать гармонические колебания? Ускорение свободного падения g .



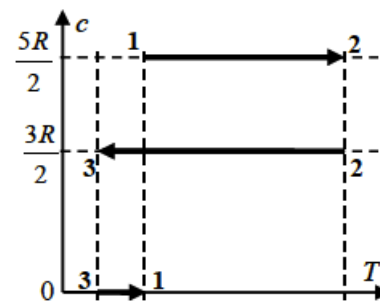
(вигам винэпнэпэ вигис) $\frac{y}{bшг} \geq \eta$ или (вжигэв ойпш винэпнэпэ вигис) $\frac{y}{bшг} \geq \eta$

Задание 2

ВОПРОС. Найдите разницу молярных теплоёмкостей идеального газа в изобарном и изохорном процессах.

$\mu = \nu C_p - \nu C_v$

ЗАДАЧА. Рабочим телом тепловой машины является 1 моль одноатомного идеального газа, совершающий циклический процесс, диаграмма которого в координатах «теплоёмкость — температура» показана на рисунке. Известно, что максимальная абсолютная температура газа в цикле больше минимальной в $n = 4\sqrt{2}$ раз. Найти КПД цикла. Уравнение адиабаты для одноатомного идеального газа $pV^{5/3} = \text{const}$.



$$\eta \approx \frac{(1-\epsilon^2)(1-\epsilon)}{2\sqrt{2}} = \frac{(1-\epsilon)^2}{2(1-\epsilon)} = 1 - \epsilon = \eta$$

Задание 3

ВОПРОС. Справедлив ли для нити лампы накаливания закон Ома? Ответ объясните.

лэН

ЗАДАЧА. При измерении сопротивления вольфрамовой нити лампочки в «холодном» режиме (при температуре около 0°C) оно оказалось равным $R_0 = 34$ Ом. В «рабочем» режиме лампочку подключают к аккумулятору с ЭДС $\mathcal{E} = 100$ В и внутренним сопротивлением $r = 19$ Ом, и при этом она потребляет мощность $N = 25$ Вт. Найти температуру нити лампочки в «рабочем» режиме. Температурный коэффициент сопротивления вольфрама $\alpha \approx 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$, изменением отношения длины нити к площади её сечения вследствие теплового расширения вольфрама можно пренебречь.

$$t = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{R}{R_0} - 1 \right) \approx 2400^\circ\text{C, где } R = \mathcal{E} \sqrt{\frac{N}{\mathcal{E}^2 - rN}} + r$$

Задание 4

ВОПРОС. При каких условиях линзу можно считать тонкой?

ЗАДАЧА. В тонкой непрозрачной ширме есть круглое отверстие, в которое плотно вставлена тонкая линза (радиус линзы совпадает с радиусом отверстия). По одну сторону от линзы на расстоянии $L = 40$ см от неё помещён экран, плоскость которого параллельна плоскости линзы. По другую сторону от линзы на её оптической оси располагают точечный источник света — таким образом, чтобы на экране наблюдалось его чёткое изображение. Когда к этой линзе плотно прижали вторую тонкую линзу, радиус которой чуть больше радиуса первой, на экране образовалось светлое пятно с радиусом в $n = 2$ раза меньше радиуса отверстия в ширме. Найти оптическую силу второй линзы. Известно, что вторая линза — собирающая.

$$D_2 = \frac{n}{L} = 1,25 \text{ Дптр}$$