

Олимпиада «Физтех» по физике

2007 год

1. Два груза висят на нитях в воздухе (см. рисунок). Сила натяжения верхней нити в два раза больше силы натяжения нижней нити. Когда оба груза полностью погрузили в воду, оказалось, что их взаимное расположение не изменилось; при этом сила натяжения верхней нити уменьшилась на 20%, а нижней — на 30%. Найдите плотности нижнего и верхнего грузов. Плотность воды $\rho = 1 \text{ г/см}^3$.



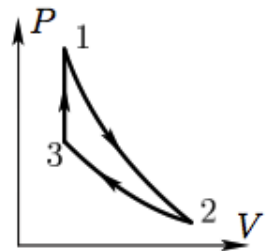
$$\frac{m_1}{\rho_1} = d_1 = 2d_2 = 2 \frac{m_2}{\rho_2} \Rightarrow \rho_2 = 2 \frac{m_2}{m_1} = 2d_2$$

2. Однородный канат длиной l и массой m с прикрепленным к одному концу грузом массой $m/3$ находится на гладкой горизонтальной поверхности стола и вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через другой конец каната. Размер груза мал по сравнению с длиной каната.

- 1) Найдите силу, действующую на груз со стороны каната.
- 2) Найдите силу натяжения каната на расстоянии $l/3$ от оси вращения.

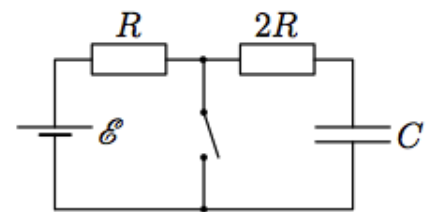
$$F = \frac{m\omega^2 l}{3} \quad (1)$$

3. Тепловая машина работает по замкнутому циклу, состоящему из процесса адиабатического расширения 1–2, изотермического процесса 2–3 и изохорического процесса 3–1 (см. рисунок). Рабочее вещество — ν молей одноатомного идеального газа. В процессе, где тепло к газу подводится, давление газа увеличивается в $\alpha = 3$ раза. В процессе сжатия от газа отводится количество теплоты Q ($Q > 0$). Во всём цикле 1–2–3–1 машина совершает работу A . Найти максимальную температуру газа в цикле.



$$T_{\text{max}} = \frac{3Q}{2\nu}$$

4. В схеме, изображенной на рисунке, периодически (с периодом 3τ) повторяют следующий процесс: ключ замыкают на время τ и размыкают на время 2τ , причём время τ достаточно мало и напряжение на конденсаторе за это время изменяется незначительно. Через достаточно большое число повторений напряжение на конденсаторе становится практически постоянным, совершая лишь незначительные колебания около своего среднего значения.



- 1) Найдите это среднее значение.
- 2) Найдите среднюю тепловую мощность, выделяющуюся в резисторе $2R$ в установившемся режиме.

Все элементы можно считать идеальными, их параметры указаны на рисунке.

$$U = \frac{\mathcal{E}}{2} \quad (1)$$

5. С помощью тонкой линзы на экране получено увеличенное изображение предмета, расположенного перпендикулярно главной оптической оси линзы. Расстояние между предметом и экраном в 4,5 раза больше фокусного расстояния линзы. С каким увеличением изображается предмет?

$$\boxed{z = 4}$$