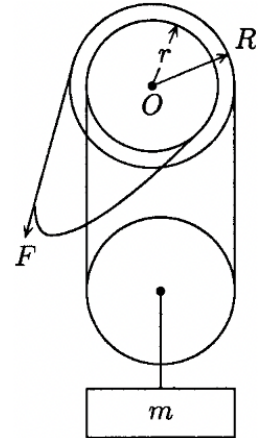


Московский физико-технический институт

Письменный экзамен по физике, 2008 год, вариант 3

1. Дифференциальный блок состоит из двух скрепленных между собой и насаженных на общую горизонтальную ось O барабанов с радиусами $R = 15$ см и $r = 12$ см. На барабаны намотан замкнутый трос (цепь), перекинутый через подвижный блок (см. рис.). В устройстве обеспечены условия непроскальзывания троса по барабанам.



1. Какую минимальную силу F необходимо приложить к тросу, чтобы поднимать груз массой $m = 80$ кг?
2. За какое время этот груз поднимется на высоту $H = 24$ см из состояния покоя, если силу F увеличить на 0,3%?

Массами барабанов, троса, подвижного блока и трением в осях пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с².

$$F = \frac{mg}{2} \approx 40 \text{ Н} \quad (2) \quad \text{где } k = \frac{R-r}{2R} \approx 0,175$$

2. Теплоизолированный горизонтальный цилиндр с гладкими стенками делится не проводящим теплоту поршнем на два объема, в которых находятся 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 конечных объемов газа в левой и правой частях цилиндра. Известно, что давление P и объем V газа в правой части цилиндра связаны соотношением $P^3V^5 = \text{const}$ (адиабатический процесс).

2

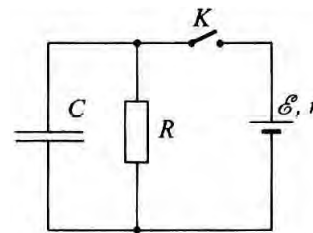
3. Шарик массой m с положительным зарядом q находится на расстоянии R от шарика массой $2m$ с отрицательным зарядом $-3q$. Неподвижные вначале шарики одновременно отпускают, и они сближаются. В некоторый момент скорость шарика массой m достигла v . Найдите в этот момент:

1. скорость шарика массой $2m$;
2. расстояние между шариками.

Размеры шариков малы по сравнению с R . Силы гравитации не учитывать.

$$v = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 m R^2}} \quad (2) \quad \text{где } \frac{2}{3} = \frac{2}{3}$$

4. Электрическая цепь состоит из батарейки с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r , конденсатора емкостью C и резистора сопротивлением $R = 5r$ (см. рис.). Ключ K замыкают, а затем размыкают в момент, когда токи через конденсатор и резистор сравниваются по величине.



1. Какую мгновенную мощность развивает источник непосредственно перед размыканием ключа?
2. Какое количество теплоты выделится в схеме после размыкания ключа?

$$\frac{dQ}{dt} = \mathcal{E} I \quad (1)$$

5. Самолет и его модель, выполненную в масштабе $1 : 375$, необходимо сфотографировать так, чтобы размеры изображения самолета и модели на пленке были одинаковы. С какого расстояния d_1 следует фотографировать самолет с помощью объектива с фокусным расстоянием $F_1 = 50$ мм, если модель была сфотографирована с расстояния $d_2 = 50$ см с помощью объектива с фокусным расстоянием $F_2 = 100$ мм? Объектив считать тонкой линзой, от которой отсчитываются все расстояния.

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$