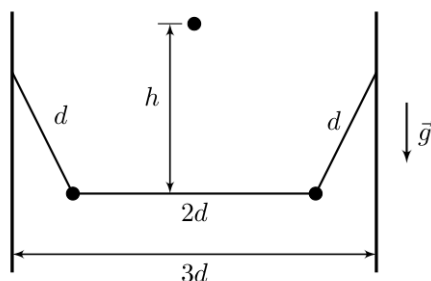


ВсОШ, 2024/25, региональный этап, 11 класс, теоретический тур

Всероссийская олимпиада школьников по физике [Условия и ответы](#)

Задача 1 Зацепился

Два тяжелых маленьких шарика массами m закреплены с помощью трех невесомых, нерастяжимых нитей между двумя вертикальными стенками в поле тяжести. Расстояние между стенками $3d$, длины нитей, прикрепленных к стенкам равны d , длина нити между шариками $2d$. С высоты h , отсчитывая от середины горизонтальной нити, падает еще один такой же шарик, к которому прикреплен крючок. Пролетая рядом с горизонтальной нитью, шарик зацепляется за нее крючком. Определите силы натяжения нитей в этот момент. Ускорение свободного падения равно g .



Ответ

Натяжение боковых нитей $T_1 = \frac{mg}{3} \left(2\sqrt{3} + 4\frac{h}{d} \right)$, горизонтальной нити $T_2 = \frac{mg}{3} \left(\sqrt{3} + 8\frac{h}{d} \right)$.

Задача 2 Больше или меньше

Рассмотрим два процесса A и B , в каждом из которых ν молей идеального одноатомного газа квазистатически переводят из состояния 1 с объёмом V и температурой T в состояние 2 с объёмом $2V$ и температурой $2T$ так, что в течение всего процесса температура газа не уменьшается и тепло от газа не отводится. При этом процесс A осуществляется таким образом, что количество теплоты, которое подводят к газу, оказывается максимально возможным при выполнении данных условий, а в процессе B количество теплоты оказывается минимальным. Определите:

1. максимальные $V_A^{\max}$, $V_B^{\max}$ и минимальные $V_A^{\min}$, $V_B^{\min}$ значения объёмов газа в каждом из этих процессов,
2. количество теплоты Q_A и Q_B , подведенное в каждом процессе.

Ответ

1) $V_A^{\max} = 2V$, $V_A^{\min} = \frac{V}{2\sqrt{2}}$, $V_B^{\max} = 4\sqrt{2}V$, $V_B^{\min} = V$; 2) $Q_A = 5\nu RT \ln 2$, $Q_B = \frac{5}{2}\nu RT \ln 2$.

Задача 3 Зарядка аккумулятора

Иногда электродвигатель можно использовать в качестве генератора напряжения. Рассмотрим в качестве примера электродвигатель, в котором магнитное поле создается постоянным магнитом статора, и тогда при совершении работы по вращению в этом поле ротор двигателя в нем создается ЭДС индукции. Будем поддерживать вращение ротора за счет натяжения легкого нерастяжимого троса с массивным грузом, который плавно (и практически равномерно) опускается с некоторой высоты H . Заметим, что в таком режиме сила тока в обмотке ротора прямо пропорциональна силе натяжения троса. Возникшая ЭДС используется для зарядки аккумулятора, заряд которого увеличивается на величину $Q_1 = 300 \text{ мА} \cdot \text{час}$. Если подключить этот аккумулятор к двум таким же параллельно соединенным электродвигателям, и опустить тот же груз с той же высоты на двух одинаково нагруженных тросах, каждый из которых вращает ротор одного из электродвигателей, то приобретаемый заряд станет равным $Q_2 = 400 \text{ мА} \cdot \text{час}$.

1. Во сколько раз отличается время зарядки в первом и втором случае?
2. Во сколько раз сила тока зарядки аккумулятора в первом и втором случае отличается от силы тока в цепи ротора одного электродвигателя с закрепленным неподвижно ротором при подключении его к этому аккумулятору?
3. Какой заряд приобретет аккумулятор, если аналогичным образом использовать для его зарядки три таких электродвигателя?

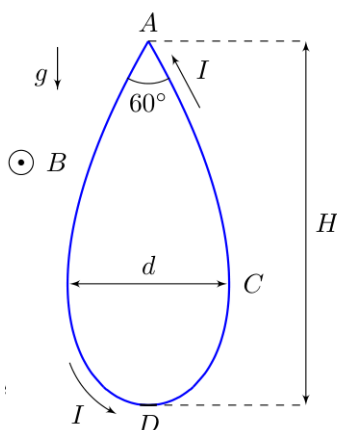
Изменением ЭДС аккумулятора в процессе зарядки, внутренним сопротивлением аккумулятора и действием на груз сил сопротивления воздуха можно пренебречь.

Ответ

1) $t'/t = Q_2/Q_1 = 4/3$; 2) $I_0/I = 1$ — ток зарядки в обоих случаях равен току через неподвижный ротор; 3) $Q_3 = \frac{3Q_1Q_2}{4Q_1 - Q_2} = 450 \text{ мА} \cdot \text{час}$.

Задача 4 Петля с током

В горизонтальном однородном магнитном поле индукции B висит гибкая проводящая нить длины L , по которой течёт ток I . Оба конца нити подвешены практически к одной и той же точке A . В равновесном положении эти концы образуют друг с другом угол $\alpha = 60^\circ$, а расстояние между точкой подвеса и самой нижней точкой нити равно $H = L\sqrt{3}/4$ (см. рис.). Ускорение свободного падения равно g . Собственным магнитным полем тока можно пренебречь. Нить является однородной.



1. Найдите массу нити m и силу натяжения нити T_D в её нижней точке (точка D на рисунке).

2. Определите силу натяжения нити T_C в её крайне правой точке (точка C на рисунке).
3. Найдите расстояние d между крайне левой и крайне правой точкой висящей нити.

Ответ

$$1) m = \frac{IBL}{g}, T_D = \frac{IBL}{4\sqrt{3}}; \quad 2) T_C = 2T_D = \frac{IBL}{2\sqrt{3}}; \quad 3) d = \frac{L}{3\sqrt{3}}.$$

Задача 5 Я надел свои очки

Часто на портретных фотографиях, сделанных с помощью камеры смартфона (рис. 1), в отражении очков фотографирующего можно увидеть изображение его смартфона. Определите по фотографии ниже радиус кривизны поверхности очков, оцените погрешность измерений. Считайте, что расстояние между смартфоном и очками известно точно и равно $L = 50$ см. На рис. 2 изображены смартфон и очки, лежащие рядом друг с другом. Длины, необходимые для получения числового ответа в задаче, можно измерить с помощью линейки по фотографиям из условия.



Рис. 1. Портретная фотография, сделанная с помощью смартфона.



Рис. 2. Очки и смартфон рядом друг с другом.

Ответ

$$R = \frac{2L}{\frac{\alpha}{\beta} \frac{Y}{X} - 2} = (10,7 \pm 1,6) \text{ см (при } X/Y = 1,1 \pm 0,1, \alpha/\beta = 12 \pm 1).$$