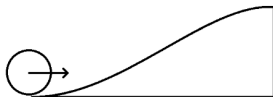


Курчатов-2020. Физика

Первый тур (условия и решения)

9 класс

Задача 1/1. Колобок закатывается на горку высотой H имея начальную скорость 10 м/с, после чего слетает с горки и приземляется на некотором расстоянии от нее. При какой высоте горки это расстояние будет максимальным?



Ответ: 2,5. Из закона сохранения энергии найдем связь между высотой горки и скоростью колобка на вершине: $v^2/2 = \frac{v_0^2}{2} - gH$. Напишем уравнение движения в проекции на горизонтальное направление, чтобы найти S : $S = vt$, где t — время полета. Напишем уравнение движения в проекции на вертикальное направление, чтобы найти t . $H = \frac{gt^2}{2}$, откуда $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$. 4) Исключим неизвестные, получим:

$$S^2 = 2H\left(\frac{v_0^2}{g} - 2H\right), \text{ откуда находим, что } H_{max} = \frac{v_0^2}{4g}.$$

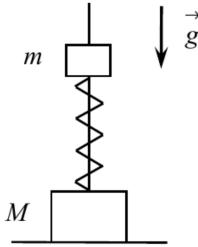
Ответ: 2,5 м.

Решение.

□

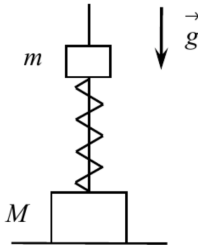
Задача 2/1. На горизонтальном столе стоит прямоугольный брусок массой $M = 0,25$ кг. В центре бруска жёстко закреплён длинный вертикальный стержень, по которому может скользить цилиндрическая шайба массой $m = 0,1$ кг. Шайба соединена с бруском спиральной пружиной, надетой на стержень. Жёсткость пружины $k = 140$ Н/м. Сжимая пружину, шайбу перемещают вниз и отпускают без начальной скорости. Найдите минимальное значение x_0 начального сжатия пружины, при котором брусок оторвётся от стола. Считайте

x_0 положительной величиной, выразите её в миллиметрах и округлите до целого значения. Ускорение свободного падения $g = 10\text{ м/с}^2$; массу стержня, массу пружины и трение не учитывайте.



Ответ: $x_0 = \frac{(M+2m)g}{k} = 32$ мм.

Задача 2/2. На горизонтальном столе стоит прямоугольный брусок массой $M = 0,35$ кг. В центре бруска жёстко закреплён длинный вертикальный стержень, по которому может скользить цилиндрическая шайба массой $m = 0,05$ кг. Шайба соединена с бруском спиральной пружиной, надетой на стержень. Жёсткость пружины $k = 120$ Н/м. Шайбу помещают в положение, в котором пружина не деформирована, и сообщают ей некоторую скорость, направленную вниз. Найдите максимальное значение V_0 этой скорости, при котором брусок не оторвётся от стола. Ответ выразите в м/с и округлите до десятых. Ускорение свободного падения $g = 10\text{ м/с}^2$; массу стержня, массу пружины и трение не учитывайте.



Ответ: $V_0 = g\sqrt{\frac{M(M+2m)}{km}} = 1.6$ м/с.

Задача 3/1. Два положительно заряженных шарика, соединенных шелковой ниткой, повесили на крючок, и они разошлись под углом 2α . После этого шарики полностью погрузили в диэлектрическую жидкость с $\epsilon = 1,4$. Во сколько раз плотность шариков больше плотности жидкости, если известно что угол между нитками не изменился?

Ответ: 3.5.

Решение. Выберем оси (x – горизонтально, y – вертикально). Запишем 2й закон Ньютона для одного из шариков до погружения в диэлектрик в проекции на ось x : $F_{el} = T \sin \alpha$ и в проекции на ось y : $mg = T \cos \alpha$. Аналогично, после погружения в диэлектрик, в проекции на ось x : $\frac{F_{el}}{\epsilon} = T \sin \alpha$ и в проекции на ось y : $mg - F_a = T \cos \alpha$. Исключим из уравнений T , a , получим: $mg \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} = F_a$. Отсюда $\rho_{\text{шарика}} = \rho_{\text{диэлектрика}} \epsilon / (\epsilon - 1)$

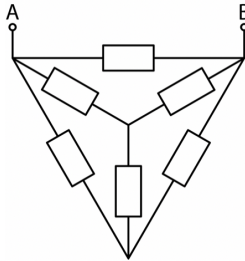
Ответ: в 3,5 раза. □

Задача 3/2. Два положительно заряженных шарика, соединенных шелковой ниткой, повесили на крючок, и они разошлись под углом 2α . После этого шарики полностью погрузили в диэлектрическую жидкость с $\epsilon = 1,5$. Во сколько раз плотность шариков больше плотности жидкости, если известно что угол между нитками не изменился?

Ответ: 3.

Решение. Аналогично 3/1. □

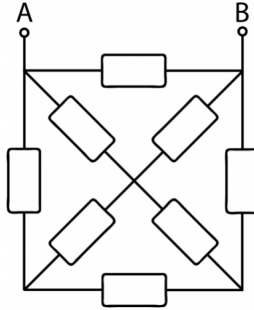
Задача 4/1. Рассчитайте сопротивление между точками A и B участка цепи, изображенного на рисунке, если сопротивление каждого резистора равно 1 Ом.



Ответ: 0.5.

Решение. Задача решается применением законов Кирхгофа. □

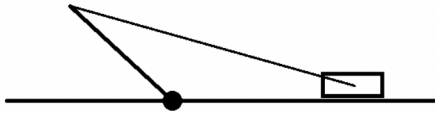
Задача 4/2. Рассчитайте сопротивление между точками A и B участка цепи, изображенного на рисунке, если сопротивление каждого резистора равно 1 Ом. Ответ округлите до сотых.



Ответ: 0.53.

Решение. Аналогично задаче 4/1. □

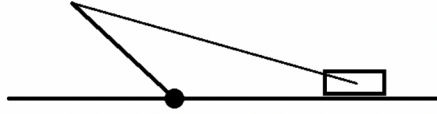
Задача 5/1. Стержень массой $m = 1$ кг и длиной $l = 25$ см закреплен в шарнире и может поворачиваться без трения в вертикальной плоскости. Конiec стержня соединен веревкой длиной $s = 55$ см с грузом массой M . Известно, что на расстоянии $x = 35$ см от груза до шарнира система находится в равновесии. Найдите при какой минимальной массе M это возможно, если коэффициент трения между грузом и столом $\mu = 0,1$. Ответ дайте в кг и округлите до десятых. Размеры груза не учитывайте.



Ответ: 6,9. Запишем правило моментов относительно точки вращения стержня: $mg\frac{l}{2}\cos\alpha = Tlsin\beta$, где α - угол между стержнем и плоскостью, а β - угол между стержнем и веревкой. Далее запишем 2й закон Ньютона для груза в проекции на ось x : $\mu N = T\cos\gamma$, где γ - угол между веревкой и плоскостью. Аналогично на ось y : $N + T\sin\gamma - Mg$. Отсюда получаем $M = 6.9$ кг.

Решение. □

Задача 5/2. Стержень массой $m = 1$ кг и длиной $l = 35$ см закреплен в шарнире и может поворачиваться без трения в вертикальной плоскости. Конiec стержня соединен веревкой длиной $s = 75$ см с грузом массой M . Известно, что на расстоянии $x = 55$ см от груза до шарнира система находится в равновесии. Найдите при какой минимальной массе M это возможно, если коэффициент трения между грузом и столом $\mu = 0,1$. Ответ дайте в кг и округлите до десятых. Размеры груза не учитывайте.



Ответ: 2.5.

Решение. Задача решается аналогично 5/1. □

Задача 6/1. Человек стоит у подножия горки и кидает камень вертикально вверх с начальной скоростью $v_0 = 10 \frac{m}{c}$. Сразу после броска человек уходит, а горка начинает двигаться вдоль горизонта в сторону человека с постоянной скоростью $u = 2 \frac{m}{c}$. На каком расстоянии от подножия горки камень упадет на склон? Склон горки составляет с горизонтом угол $\alpha = 45^\circ$. Ответ выразите в метрах и округлите до сотых. Ускорение свободного падения $10 \frac{m}{c^2}$.

Ответ: 4.53

Решение. Координаты камня при движении по вертикали: $y = v_0 t - g \frac{t^2}{2}$. по горизонтали: $x = ut$. Расстояние от подножия горки до точки падения: $S = \sqrt{x^2 + y^2}$. Условие приземления $\frac{y}{x} = tg\alpha$. Отсюда $S = 4.53$ м. □

Задача 6/2. Человек стоит у подножия горки и кидает камень вертикально вверх. Сразу после броска человек уходит, а горка начинает двигаться вдоль горизонта в сторону человека с постоянной скоростью $u = 2 \frac{m}{c}$. С какой начальной скоростью был брошен камень, если он ударился о склон на расстоянии 5 м от подножия горки?

Склон горки составляет с горизонтом угол $\alpha = 45^\circ$. Ответ выразите в мс и округлите до сотых. Ускорение свободного падения $10 \frac{m}{c^2}$.

Ответ: 10.84 %

Решение. Задача решается аналогично 6/1. □