

Олимпиада «Курчатов» по физике

9 класс, 2021 год

1. Пассажирский поезд движется по дугообразному участку железной дороги, равномерно замедляя скорость. Длина участка равна S , а время, необходимое поезду, чтобы проехать по нему, равно t . После прохождения участка направление поезда изменилось на угол φ , в начале участка скорость поезда была в α раз больше, чем в конце участка. Найдите связь между массой пассажира m , сидящего в поезде, и весом пассажира P в момент, когда поезд находится в середине участка. Найдите массу пассажира, если $P = 840$ Н, $S = 1,5$ км, $t = 60$ с, $\alpha = 1,5$, $\varphi = 60^\circ$ и $g = 9,8$ м/с².

$$\frac{v \left(\frac{v(1+v)}{1+v^2} \frac{z^2}{g^2} \right) + \frac{v(1+v)}{(1-v)^2} \frac{z^2}{g^2}}{z} + z^2 \Lambda = v \text{ или } \text{или } g^2 \approx \frac{v}{z} = u$$

2. Тонкий стержень длины $a = 1$ м лежит в неподвижной сфере радиуса $R = 2$ м так, что один конец находится в нижней точке сферы P . Сфера гладкая за исключением окрестности точки P много меньшей длины стержня. Найдите минимальный коэффициент трения в окрестности точки P , при котором такое положение стержня возможно.

$$\frac{1 + \frac{z^2 z}{z^2}}{z \left(\frac{z^2}{g^2} \right) - 1} \Lambda = \mu$$

3. Кошка совершает прыжок с края стола высоты H , приобретая начальную скорость V_0 , направленную под углом α к горизонту, таким что $\sin \alpha = \sqrt{2gH}/V_0$. Длина лап кошки равна l , при этом $l \ll H$. Приземление кошки на пол с коэффициентом трения μ происходит таким образом, что на кошку действует минимально возможная сила реакции опоры. Найдите тормозной путь кошки в двух случаях: а) коэффициент трения $\mu \ll \text{ctg } \alpha$; б) коэффициент трения $\mu \gg \text{ctg } \alpha$.

$$\frac{H \sin \alpha}{v \cos \alpha} = \tau \left(g \left(\frac{v \cos \alpha}{g} \right) = \tau \right)$$

4. Цилиндрический бачок высоты H содержит слой льда толщины $h = 4H/5$ при температуре 0°C . В бачок наливают до полного заполнения объема цилиндра воду с температурой 50°C , потом долго ждут, затем всю воду выливают. Какое минимальное число раз нужно повторить эту операцию, чтобы растопить весь лед. Считать, что теплообмена с окружающей средой нет. Теплоемкость воды $c_{\text{в}} = 4200$ Дж/(кг · °C), плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³, плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900$ кг/м³, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,4 \cdot 10^5$ Дж/кг.

4 раза

5. У экспериментатора Глюка в наборе имеется батарейка с внутренним сопротивлением 1 Ом, при коротком замыкании через нее проходит ток 1 А. Также имеется четыре внешних разных резистора с сопротивлениями: 1,5 Ом, 2 Ом, 3 Ом, 6 Ом. Какой набор резисторов нужно составить и как нужно собрать электрическую схему из имеющихся элементов для выделения максимальной тепловой мощности на внешних резисторах? Чему равна эта мощность?

$$P_{\text{max}} = \frac{I^2 r}{4} = 0,25 \text{ Вт}$$