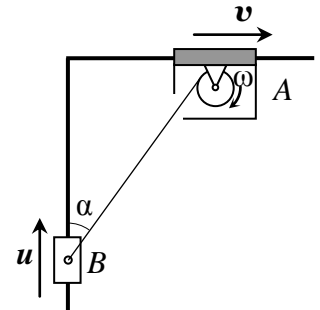


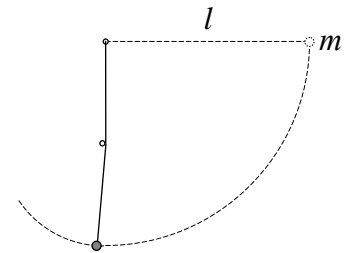
Отборочный тест по физике в 10 класс Заочной школы

1. Начальная скорость гранаты, выпущенной подствольным гранатомётом ГП-25, по величине равна $v_0 = 75 \text{ м/с}$. Вертолёт «завис» на высоте $h = 300 \text{ м}$ над уровнем моря. На каком максимальном расстоянии (по горизонтали) от вертолета может находиться корабль, вооруженный гранатометом, чтобы стрелок мог поразить свободно падающую торпеду, сброшенную с вертолета? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ускорение свободного падения считайте равным 10 м/с^2 . Ответ округлите до целого числа.

2. На два взаимно перпендикулярных жёстких стержня насажены муфты, могущие легко по ним скользить. Внутри полой муфты A расположена лебёдка, барабан которой имеет радиус $r = 15 \text{ см}$ и вращается с угловой скоростью $\omega = 50 \text{ с}^{-1}$. На барабан наматывается нерастяжимая нить, другой конец которой прикреплен к муфте B . При этом муфта A движется вправо со скоростью $v = 10 \text{ м/с}$. Найдите величину u скорости муфты B , если нить образует с вертикалью угол $\alpha = 60^\circ$. Ответ выразите в единицах СИ и округлите до десятых.



3. В вертикальную стену наполовину забиты два гвоздя, один строго под другим. К верхнему привязывают нить длиной l с шариком массой $m = 6 \text{ кг}$, образующие математический маятник. Маятник отклоняют в горизонтальное положение и отпускают без начальной скорости, так чтобы, двигаясь, он не касался стены. Найдите силы F_1 и F_2 , с которыми нить действует соответственно на верхний и нижний гвозди сразу после её касания нижнего гвоздя, если расстояние между гвоздями равно $0,4l$. Ускорение свободного падения считайте равным 10 м/с^2 . Ответы выразите в единицах СИ, округлите до целых и запишите через точку с запятой (вначале для F_1 ; затем для F_2).



4. На гладкой горизонтальной поверхности находится подвижная колоколообразная «горка» массой $M = 40 \text{ кг}$ и высотой $H = 1 \text{ м}$. В начальный момент «горка» покоится. Небольшому кубику массой $m = 10 \text{ кг}$ сообщают горизонтальную начальную скорость $v = 10 \text{ м/с}$. После того, как кубик переезжает через горку, он продолжает двигаться со скоростью $V_1 = 2 \text{ м/с}$. Какую работу $A_{тр}$ совершила сила трения при движении кубика по горке? Ускорение свободного падения считайте равным 10 м/с^2 . Ответ выразите в единицах СИ и округлите до целых.

5. Какую минимальную мощность должен потреблять мотор холодильника, работающего по циклу Карно, если в морозильной камере поддерживается температура $t_1 = -23^\circ\text{C}$, а через стенки в нее поступает количество теплоты $q = 0.2 \text{ МДж}$ за время $\tau = 1 \text{ час}$? Температура радиатора холодильника равна $t_2 = 57^\circ\text{C}$, а КПД мотора равен 0.8 . Ответ округлить до целого числа и выразить в Вт.

Ответ: 22

Решения

1. Чтобы успеть подорвать торпеду в полёте, нужно, очевидно, сделать выстрел как можно раньше, т. е. практически одновременно с её выбросом из вертолётa. Тогда в «падающей» с ускорением g без начальной скорости системе координат торпеда будет всё время неподвижна, а граната полетит прямолинейно с постоянной скоростью v_0 , направленной на неподвижную торпеду. Торпеда будет подбита, если время движения гранаты $\tau_1 = \frac{\sqrt{h^2 + s^2}}{v_0}$ будет не больше времени падения торпеды $\tau_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$. Откуда $S^2 \leq 2(v_0)^2 h/g - h^2$. Откуда получаем ответ: примерно 497,494, т.е. примерно 497 - 498 метров (засчитываются оба ответа).

2. Ввиду нерастяжимости нити проекции скоростей её концов на направление нити должны быть равны:

$$u \cos \alpha = \omega r + v \sin \alpha, \text{ откуда } u = \frac{\omega r}{\cos \alpha} + v \operatorname{tg} \alpha = 32,32 \text{ (м/с)}.$$

3. В любой момент времени геометрическая сумма сил, приложенных к нити (ввиду её невесомости), очевидно, должна быть равна нулю. В момент касания на нить действуют две силы, приложенные к её концам со стороны шарика и верхнего гвоздя и *направленные вдоль нити*, и сила реакции со стороны нижнего гвоздя. Поскольку силы натяжения действуют вертикально, они не могут уравновесить горизонтальную силу нормального давления нижнего гвоздя. Стало быть, последняя должна быть равна нулю; нулевой, следовательно, оказывается и сила трения.

Когда шарик находится в нижней точке траектории, её радиус скачком уменьшается с l до $0,6l$ и натяжение нижней половины нити, очевидно, становится равным $T = mv^2/(0,6l) + mg$, где $v = \sqrt{2gl}$ — скорость шарика. Поскольку сила трения со стороны нижнего гвоздя отсутствует, таким же оказывается натяжение и верхней половины нити, действующее на верхний гвоздь. Значит, $F_1 = 26mg/6$, $F_2 = 0$. Ответ: 260;0 (Н).

4. Из закона сохранения импульса находим конечную скорость горки: $U = m(V - V_1)/M = 2 \text{ м/с}$. После чего из закона изменения механической энергии находим выражением искомую работу $A_{\text{тр}} = MU^2/2 + m(V_1)^2/2 - mv^2/2 = -400 \text{ Дж}$ (наличие знака минус обязательно!).

5. По условию задачи холодильник работает по циклу Карно. Поэтому количества теплоты Q_n и Q_x , а так же абсолютные температуры радиатора T_n и морозильной камеры T_x связаны соотношением:

$$\frac{Q_n - Q_x}{Q_n} = \frac{T_n - T_x}{T_n}$$

Следовательно,

$$\frac{Q_x}{Q_n} = \frac{T_x}{T_n} \quad (1)$$

Поскольку длительность цикла холодильника существенно меньше одного часа, то можно считать, что за заданное время τ рабочее вещество совершает целое количество n циклов.

Тогда

$$q = n \cdot Q_x, \quad (2)$$

Рабочее вещество совершает за цикл работу $A = Q_n - Q_x$. Следовательно, с учетом уравнений (1) и (2) за n циклов рабочее вещество совершит работу:

$$A \cdot n = (Q_n - Q_x) \cdot n = \left(\frac{T_n}{T_x} - 1\right) \cdot Q_x \cdot n = \left(\frac{T_n}{T_x} - 1\right) \cdot q \quad (3)$$

Мотор холодильника с учетом его КПД за время τ должен потребить энергию $W = A \cdot n / \eta_m$. Отсюда с учетом (3) получаем формулу для расчета минимальной мощности:

$$N = \frac{W}{\tau} = \left(\frac{T_n}{T_x} - 1\right) \frac{q}{\eta_m \cdot \tau} = 22 \text{ (Вт)}.$$