

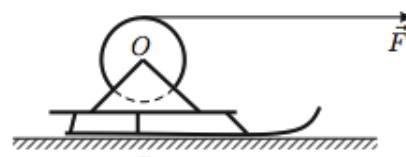
Всероссийская олимпиада школьников по физике

9 класс, финал, 2003/04 год

ЗАДАЧА 1. При осаде древней крепости осаждённые вели стрельбу по наступающему противнику с помощью катапульт из-за крепостной стены высотой $h = 20,4$ м. Начальная скорость снарядов $v_0 = 25$ м/с. На каком максимальном расстоянии S_{\max} от стены находились цели, которых могли достигать снаряды катапульт? Сравните это расстояние с максимальной дальностью L_{\max} снаряда катапульты. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

$$L_{\max} \approx \frac{v_0^2}{g} = 61 \text{ м}; \quad S_{\max} \approx \frac{v_0^2}{2g} = 30,5 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 2. Тонкостенный цилиндр массой m насажен с помощью лёгких спиц на горизонтальную ось O , закреплённую на санках (рис.), и может вращаться вокруг неё без трения. Масса цилиндра вместе с санками равна M . Мальчик тянет санки в горизонтальном направлении с постоянной силой F за лёгкий трос, намотанный на цилиндр. В результате за некоторое время санки из состояния покоя переместились по гладкой горизонтальной дороге на расстояние S .



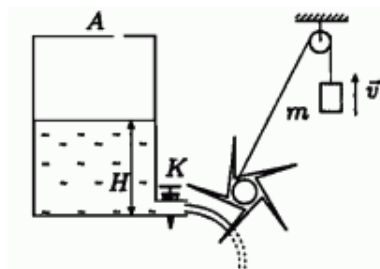
1) Какой скорости V_1 достигли бы санки, пройдя путь S , если бы цилиндр был заторможен в оси и не мог вращаться?

2) Какой скорости V_2 достигли санки, пройдя путь S , при незаторможенном цилиндре?

3) Какую работу совершил мальчик при незаторможенном цилиндре?

$$\left(\frac{m}{M} + 1\right) S F = \frac{1}{2} (M + m) V^2 = \frac{1}{2} M V^2 + \frac{1}{2} m V^2 = A$$

ЗАДАЧА 3. Любознательный ученик 9 класса соорудил на даче модель водяной турбины (рис.). Вода из широкой бочки вытекала через небольшое отверстие площадью $S = 1$ см² у дна и попадала на лопасти турбинки. С помощью нити, намотанной на тонкий вал турбины и перекинутой через блок, устройство могло поднимать вверх груз массой $m = 100$ г с некоторой скоростью.



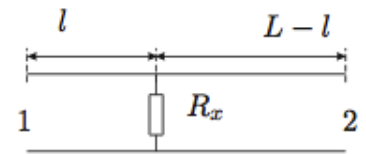
1) Определите коэффициент полезного действия модели водяной турбины, принимая высоту столба воды в бочке $H = 0,2$ м, скорость груза $v_1 = 2$ см/с.

2) Выполнив первый эксперимент, ученик перекрыл кран K и герметичной пробкой закрыл отверстие A в крышке бочки. Когда он через некоторое время вернулся, бочка сильно нагрелась на солнце. Открыв кран K (при закрытом отверстии A), ученик с удивлением обнаружил, что его механизм работает более активно, и теперь тот же груз поднимается со скоростью $v_2 = 5$ см/с. Предполагая, что КПД устройства остался неизменным, а уровень воды в бочке по-прежнему $H = 0,2$ м, определите, насколько изменилось давление газа в бочке.

Плотность воды $\rho = 10^3$ кг/м³, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с²

$$P_2 - P_1 = \rho g H \left(\frac{v_2^2}{v_1^2} - 1 \right) = \rho g H \left(\frac{25}{4} - 1 \right) = \rho g H \frac{21}{4} = 10^3 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot \frac{21}{4} = 10500 \text{ Па}$$

ЗАДАЧА 4. В некоторой точке двухпроводной телефонной линии неизвестной длины L произошло повреждение, в результате которого между проводами появилось сопротивление утечки R_x (рис.). К обоим концам линии прибыли операторы, имеющие в своем распоряжении приборы для измерения сопротивлений (омметры). Они замерили сопротивления линии при разомкнутых (R_1 и R_2) и замкнутых (r_1 и r_2) противоположных концах линии и получили следующие значения:



$$R_1 = 4,0 \text{ Ом}, \quad R_2 = 8,0 \text{ Ом},$$

$$r_1 = 3,5 \text{ Ом}, \quad r_2 = ?$$

Из-за нарушения мобильной связи оператор на правом конце не успел передать оператору на левом конце линии, который должен был выполнить необходимые расчёты, значение сопротивления r_2 . Помогите оператору на левом конце линии определить сопротивление утечки R_x , расстояние l до места повреждения, общую длину линии L , а также восстановить утраченное из-за плохой связи между операторами значение сопротивления r_2 . Погонное сопротивление, то есть сопротивление единицы длины каждого проводника линии, $\rho = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ Ом/м}$.

$R_x = 2,0 \text{ Ом}, \quad l = 7,0 \text{ км}, \quad L = 7,8 \text{ км}, \quad r_2 = 7,0 \text{ Ом}$
--