

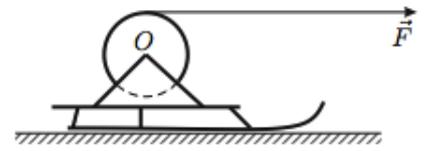
# Всероссийская олимпиада школьников по физике

9 класс, заключительный этап, 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.

$$L_{\max} \approx \frac{v_0^2}{g} = \frac{25^2}{9,8} \approx 63,7 \text{ м}; \quad S_{\max} \approx \frac{v_0^2}{g} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2h}{v_0^2}}\right) = 100 \text{ м}$$

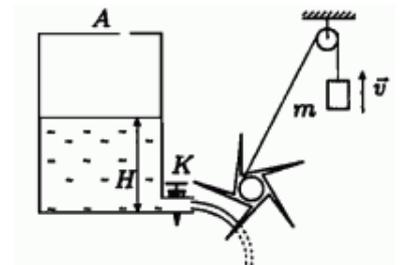
**ЗАДАЧА 2.** Тонкостенный цилиндр массой  $m$  насажен с помощью лёгких спиц на горизонтальную ось  $O$ , закреплённую на санках (рис.), и может вращаться вокруг неё без трения. Масса цилиндра вместе с санками равна  $M$ . Мальчик тянет санки в горизонтальном направлении с постоянной силой  $F$  за 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?

$$\left(\frac{m}{M} + 1\right) S F = \frac{1}{2} (M + m) V_2^2 = \frac{1}{2} M V_1^2$$

**ЗАДАЧА 3.** Любопытный ученик 9 класса соорудил на даче модель водяной турбины (рис.). Вода из широкой бочки вытекала через небольшое отверстие площадью  $S = 1$  см<sup>2</sup> 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.



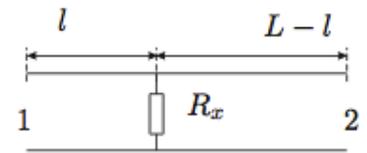
- 1) Определите коэффициент полезного действия модели водяной турбины, принимая высоту столба воды в бочке  $H = 0,2$  м, скорость груза  $v_1 = 2$  см/с.

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/м<sup>3</sup>, ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>

$$p_2 - p_1 = \rho g H \left( \frac{v_2^2}{v_1^2} - 1 \right) = 10^3 \cdot 10 \cdot 0,2 \left( \frac{5^2}{2^2} - 1 \right) = 10^4 \text{ Па}$$

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,  $\rho = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ Ом/м}$ .

$R_x = 2,0 \text{ Ом}, \quad l = 7,0 \text{ км}, \quad R_2 = 8,0 \text{ Ом}, \quad r_2 = 7,0 \text{ Ом}$
--