ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
10 КЛАСС

Максимальное количество баллов – 50.

Решения к задачам

Решение к задаче 1.

Медведь разогнался за время $10/2 = 5$ с и пробежал по направлению к колобку расстояние $\frac{v^2}{2a} = \frac{100}{4} = 25$ м. Колобок за это время убежал на $9 \cdot 5 = 45$ м, т.е. расстояние между медведем и колобком только увеличилось.

Лиса разгонялась с таким же ускорением, как и медведь, те же 5 с, поэтому скорость у лисы к концу разгона тоже 10 м/с и расстояние до колобка больше начального. Но, в отличие от медведя, она не устала и готова бежать дальше со скоростью, большей чем у колобка. Поэтому в погоне без ограничения времени она его обязательно догонит.

Решение к задаче 2.

Поскольку длительность удара по шарику много меньше периода его малых колебаний, можно считать, что за время удара шарик не смещается от своего положения равновесия. На основании закона сохранения импульса можно утверждать, что после удара шарик будет иметь скорость $v = \frac{Ft}{m}$, где F– искомая величина средней силы удара.

После удара шарик начнет двигаться по дуге окружности радиуса L.

Если $h < L$, то шарик все время будет двигаться по дуге окружности. Тогда на основании закона сохранения энергии можно утверждать, что должно выполняться соотношение $\frac{mv^2}{2} = mgh$.

Отсюда следует, что в рассматриваемом случае $F = \frac{m}{t}\sqrt{2gh}$.

Если $L < h < 2L$, то шарик сойдет с дуги окружности в точке, где сила натяжения нити обратится в нуль, а центростремительное ускорение будет обеспечиваться только проекцией силы тяжести на нить, т.е. когда его скорость за счет увеличения потенциальной энергии системы "шарик-нить-Земля" станет равной v_0, удовлетворяющей условиям

$$\begin{cases} mv_0^2/L = mg(h - L)/L \\ mv^2/2 = mv_0^2/2 + mgh \end{cases}$$

Поэтому в данном случае искомое значение средней силы удара должно быть равно $F = \frac{m}{t}\sqrt{(3h - L)g}$.

Если же, наконец, $h = 2L$, то шарик все время после удара будет двигаться по окружности, и можно определить лишь минимальное значение средней силы удара. Если обозначить скорость шарика в верхней точке траектории $v_в$, то из условий

$$\begin{cases} mv^2 / 2 = mv_в^2 / 2 + 2mgL \\ mv_в^2 / L \geq mg \end{cases}$$

следует, что в последнем случае $F \geq \frac{m}{t}\sqrt{5gl}$

Решение к задаче 3.

Поскольку катушка вращается равномерно, нить укорачивается с постоянной скоростью и связь между ускорениями тел такая же, как и без катушки (т. е. когда второй конец нити прикреплён просто к тележке m_1). Стало быть, тела движутся с одинаковыми ускорениями и для системы можно применить второй закон Ньютона:

$a = \frac{F}{m_1 + m_2} = \frac{T}{m_2}$, откуда $T = \frac{m_2}{m_1 + m_2} F = 9\,\text{Н}$.

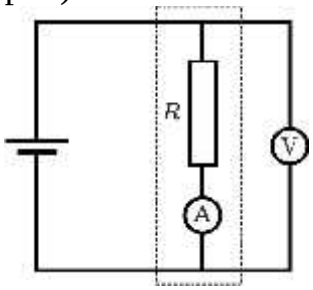
Решение к задаче 4.

1. **Чему равно расчетное значение сопротивления резистора при использовании схемы 1?** При измерении сопротивления по схеме 1 расчетным значением сопротивления считают

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1}, \qquad (1)$$

где U_1 — показания вольтметра, а I_1 — показания амперметра.

Амперметр соединен в этой схеме последовательно с резистором, поэтому сила тока в них одинакова. Вольтметр же подключен параллельно не резистору, а параллельно участку цепи, содержащему последовательно соединенные резистор и амперметр (этот участок цепи обведен пунктиром на рис).



Следовательно, в данной схеме показания вольтметра U_1 — это сумма напряжений на резисторе U_R и на амперметре U_A:

$U_1 = U_R + U_A$. (2)

Подставим это соотношение в формулу (1) и получим:

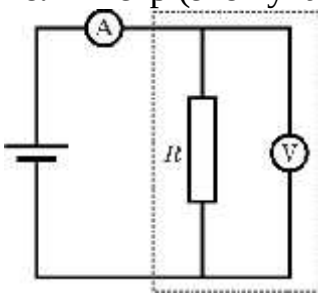
$$R_1 = \frac{U_R + U_A}{I_1} = \frac{U_R}{I_1} + \frac{U_A}{I_1} = R + R_A, \qquad (2)$$

2. **Чему равно расчетное значение сопротивления резистора при использовании схемы 2?** При измерении сопротивления по схеме 1 расчетным значением сопротивления считают

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2}, \qquad (3)$$

где U_2 — показания вольтметра, а I_2 — показания амперметра.

Теперь вольтметр соединен параллельно резистору, поэтому напряжение на них одинаково. Амперметр же подключен последовательно не с резистором, а с участком цепи, содержащим параллельно соединенные резистор и вольтметр (этот участок цепи обведен пунктиром на рис).



Следовательно, в данной схеме показания амперметра I_2 — это сумма силы тока в резисторе I_R и силы тока в вольтметре I_V:

$I_2 = I_R + I_V$. (4)

Подставим это соотношение в формулу (3) и получим:

$$R_2 = \frac{U_2}{I_R + I_V}. \qquad (5)$$

В данном случае удобнее «перевернуть» эту формулу, то есть приравнять величины, обратные величинам в левой и правой частях равенства. Мы получим:

$$\frac{1}{R_2} = \frac{I_R + I_V}{U_2} = \frac{I_R}{U_2} + \frac{I_V}{U_2} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_V}.$$

Отсюда следует, что

$$R_2 = R\frac{R_V}{R + R_V}. \qquad (6)$$

3. **Сравним расчетные значения сопротивления с истинным.** При измерении по первой схеме расчетное значение сопротивления

$R_1 = R + R_A$,

откуда следует, что $R_1 > R$. Поэтому модуль разности расчетного сопротивления от истинного

$\Delta R_1 = R_1 - R = R_A$. (7)

Подставляя данные из условия, получаем:

$\Delta R_1 = 1$ Ом. (8)

При измерении по второй схеме расчетное значение сопротивления

$$R_2 = R\frac{R_V}{R + R_V},$$

откуда следует, что $R_2 < R$ (числитель дроби меньше ее знаменателя). Поэтому модуль разности расчетного сопротивления от истинного

$$\Delta R_2 = R - R_2 = R\frac{R}{R + R_V}. \quad (9)$$

Подставляя данные из условия, получаем:

$\Delta R_2 = 0{,}01$ Ом. (10)

Мы видим, что при использовании схемы 2 отличие расчетного значения от истинного примерно в 10 раз меньше, чем при использовании схемы 1.

Ответ: схемой 2; $\Delta R_2 = 0{,}01$ Ом.

Решение к задаче 5.

Потенциальная энергия резинового шнура равна $E_p = \frac{k(\Delta l)^2}{2}$. (1)

Чтобы найти жесткость шнура, необходимо к нему подвесить груз известной массы *m*. Условие равновесия запишется следующим образом: $k\Delta l_0 = mg$, где − величина удлинения резинового шнура при подвесе к ней массы *m*.

Отсюда: $k = mg / \Delta l_0$.

Подставив значение *k* в формулу (1), будем иметь: $E_p = \frac{mg(\Delta l)^2}{2\Delta lo}$, где Δl_0, Δl − величины, измеряемые линейкой. Таким образом, для определения потенциальной энергии растянутой резинки указанным способом необходимо иметь груз известной массы и линейку. Возможны и другие способы решения.