Министерство науки и образования Самарской области

Всероссийская олимпиада по физике 2015 года

Окружной тур, ответы и решения заданий для учащихся 7-8 классов

Задача 1.

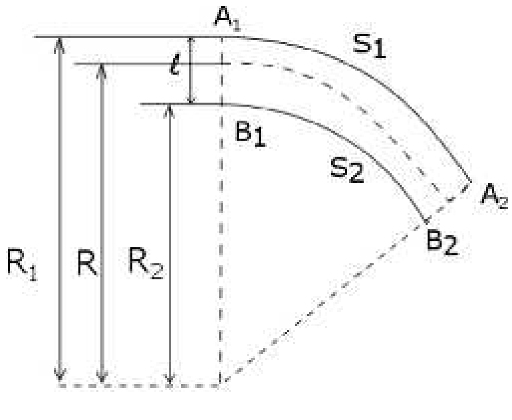

Рис.1

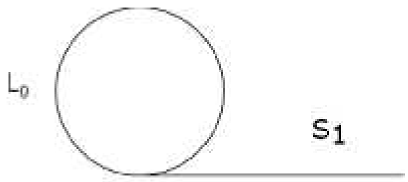

Рис. 2

Пусть при повороте трактора его внешнее заднее колесо переместилось из точки A_1 в точку A_2, а внутреннее – из точки B_1 в точку B_2, пройдя соответственно пути S_1и S_2 (рис.1). Если бы трактор проехал полную окружность, то пути задних колес – это длины соответствующих окружностей – соотносились бы между собой, как их радиусы: L_1: L_2 = R_1:R_2 . Но это соотношение сохраняется и для любой, например, k-й части поворота, т.к. kL_1: kL_2 = L_1: L_2, поэтому

$$S_1 : S_2 = R_1 : R_2 \quad (1)$$

где

$$R_1 = R + \frac{l}{2}, R_2 = R - \frac{l}{2} \quad (2)$$

Теперь выразим пути S_1и S_2через длину L_0 окружности колеса по его внешней части шины:
$S_1 = n_1 L_0$ и$S_2 = n_2 L_0$, гдеn_1 – искомая величина – количество оборотов, которое совершило внешнее колесо, прокатившись по пути S_1(рис.2).

Учитывая последние соотношения, получим

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{R + \frac{l}{2}}{R - \frac{l}{2}} \qquad (3)$$

Отсюда найдем n_1

$$n_1 = \frac{(2R + l)n_2}{2R - l} = 10{,}5 \text{ оборота} \qquad (4)$$

Задача 2.

Условие плавания льда запишется в виде

$$m \quad = \rho_x V_1 g \quad (1)$$

Отсюда объем погруженной в жидкость части льда

$$V_1 = \frac{m}{\rho_x} \quad (2)$$

Объем воды, полученной из расплавленного льда:

$$V_2 = \frac{m}{\rho_c} \quad (3)$$

Разность этих объемов

$$V_1 - V_2 = S\Delta h$$

Подставив в последнее уравнение выражения для объемов V_1и V_2, получим

$$m\left(\frac{1}{\rho_x}-\frac{1}{\rho_0}\right)=S\Delta h \qquad (4)$$

Отсюда найдем

$$\rho_x=\frac{m\rho_0}{m+\rho\quad\Delta h}=0{,}95\,\frac{\text{г}}{\text{см}^3} \qquad (5)$$

Задача 3.

При нагревании сосуда лед будет таять. Объем оставшегося куска льда и его подъемная сила будут уменьшаться, в результате чего он вместе с вмерзшим медным шариком постепенно будет погружаться в воду. Наступит такой момент, когда погружение окажется полным (после этого лед с шариком утонет). Обозначим массу растаявшего к этому моменту времени льда буквой m. Тогда условие начала потопления льда с шариком запишется в виде

$$(m_1-m)g+\ m_2g=\ F_A \qquad (1)$$

где

$$F_A=\left(\frac{m_1-m}{\rho_1}+\frac{m_2}{\rho_2}\right)\rho_0 g$$

 - Архимедова сила выталкивания. Из системы этих двух уравнений найдем массу растаявшего льда

$$m=m_1-m_2\frac{\rho_1(\rho_2-\rho_0)}{\rho_2(\rho_0-\rho_1)} \qquad (2)$$

Теперь запишем уравнение теплового баланса:

$$\eta P\quad=m\quad=\lambda\left(m_1-m_2\frac{\rho_1(\rho_2-\rho_0)}{\rho_2(\rho_0-\rho_1)}\right) \qquad (3)$$

Отсюда искомое время

$$\tau=\ \frac{\lambda}{\eta}\left(m_1-m_2\frac{\rho_1(\rho_2-\rho_0)}{\rho_2(\rho_0-\rho_1)}\right)=34\ \text{с} \qquad (4)$$

Задача 4.

Из равенства двух первых показаний омметра получим уравнение

$$\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2+R_3}=\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_1+R_2} \qquad (1)$$

Отсюда

$$R_2(R_1-R_3)=0 \qquad (2)$$

Это равенство возможно в трех случаях:

1) когда $R_1=R_2=R_3=0$;

2) когда $R_2\neq 0, aR_1=R_3$;

3) когда $R_1\neq R_3$, а $R_2=0$ (3)

Первый случай отпадает, т.к. тогда бы в третьем и четвертом подключениях разных показаний омметра быть не могло. Запишем условие несовпадения этих показаний:

$$R_1+R_2\neq R_2+R_3 \qquad (4)$$

Отсюда следует, что

$$R_1\neq R_3 \qquad (5)$$

Следовательно, реализуется третий случай, т.е.

$$R_2=0 \qquad (6)$$

Резистор R_2 «пробит».