



Решения заданий отборочного тура
Физической викторины ИНЭП ЮФУ
для 11 класса



1. Согласно закону сложения скоростей во всех рассматриваемых точках

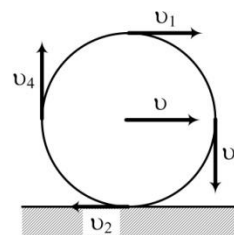
$$\vec{v}'_i = \vec{v} + \vec{v}'_i$$

Направления складываемых векторов показаны на рисунке.

$$|\vec{v}'_1| = 2v, \quad |\vec{v}'_2| = 0, \quad |\vec{v}'_3| = v\sqrt{2}, \quad |\vec{v}'_4| = v\sqrt{2}.$$

Величина ускорения течек колеса

$$a_1 = a_2 = a_3 = a_4 = \frac{v^2}{R} = 2m/c^2.$$



2. Согласно закону преломления света

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2}.$$

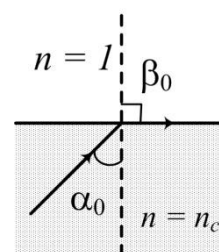
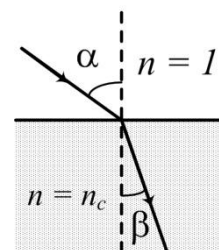
Скорость света в воздухе $v_1 = c$, поэтому скорость света в стекле

$$v_2 = c \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = 3 \cdot 10^8 \frac{1}{2} \frac{2}{\sqrt{3}} \approx 1,73 \cdot 10^8 \text{ м/с}.$$

Предельный угол полного внутреннего отражения при переходе света из стекла в воздух определяется условием

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{c} = \frac{\sqrt{3}}{3}.$$

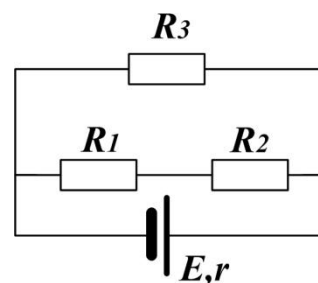
Отсюда $\alpha_0 \approx 35^\circ$.



3. Эквивалентная электрическая схема представлена на рисунке. Сопротивление нагрузки

$$R = \frac{R_3(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3} = 8 \text{ Ом}.$$

$$I_{12} = I_3 = \frac{1}{2} \frac{E}{R+r} \approx 0,056 \text{ А}.$$



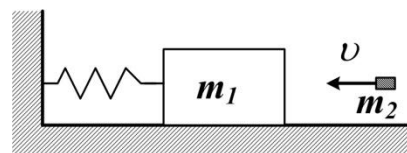
4. Согласно закону сохранения энергии

$$\frac{q_0^2}{2C} = \frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2}.$$

Отсюда максимальный заряд конденсатора в процессе электромагнитных колебаний

$$q_0 = \sqrt{C^2U^2 + CLI^2} \approx 2,82 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}.$$

5. Если после удара пули колебания груза прекратились, значит перед ударом пули и груз двигались навстречу друг другу. Согласно закону сохранения импульса в проекции на горизонтальную ось, $m_1 v_1 - m_2 v = 0$. Отсюда скорость пули перед ударом



$v = \frac{m_1}{m_2} v_1$, где v_1 – скорость груза перед ударом. Скорость груза перед ударом

можно определить из закона сохранения энергии.

$$\frac{kA^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2},$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{k}{m}} A = \omega A = \frac{2\pi}{T} A,$$

Скорость пули

$$v = \frac{m_1}{m_2} \frac{2\pi}{T} A \approx 500 \text{ м/с.}$$

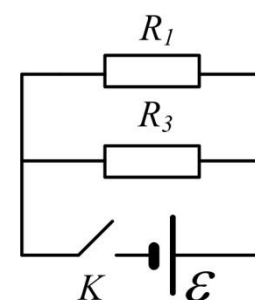
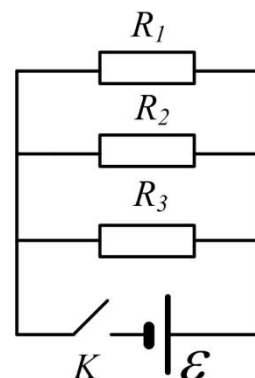
6. Максимальный ток будет протекать в цепи в самом начале процесса зарядки конденсатора, когда заряд на нем очень мал. Эквивалентная схема в этом случае показана на рисунке. Так как $R_1 = R_2 = R_3 = R$, сопротивление нагрузки равно $R' = R/3$. Силу тока определим из закона Ома для замкнутой цепи.

$$I_{\max} = \frac{E}{R/3 + r} \approx 0,69 A.$$

Установление величины тока произойдет, когда заряд конденсатора достигнет максимальной величины. В этом случае ток через резистор R_2 течь не будет. Эквивалентная электрическая схема показана на рисунке. Сопротивление нагрузки в этом случае $R'' = R/2$. Сила тока в цепи в этом случае

$$I_{\text{уст}} = \frac{E}{R/2 + r} \approx 0,5 A.$$

При этом заряд конденсатора $q = CU = CI_{\text{уст}} R'' = CI_{\text{уст}} \frac{R}{2} \approx 5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл.}$



7. Потенциальная энергия системы равна работе, которую нужно затратить, чтобы разместить заряды в вершинах квадрата. A_1 – работа по размещению первого из зарядов, $A_1 = 0$ (все остальные заряды находятся очень далеко).

$$A_2 = k \frac{q^2}{a}.$$

Работа по размещению третьего заряда (два уже находятся в соседних вершинах квадрата)

$$A_3 = k \frac{q^2}{a} + k \frac{q^2}{a\sqrt{2}}.$$

Работа по перемещению последнего, четвертого заряда, когда три заряда уже находятся в вершинах квадрата

$$A_4 = k \frac{q^2}{a} + k \frac{q^2}{a\sqrt{2}} + k \frac{q^2}{a}.$$

Потенциальная энергия системы

$$W = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 = 4k \frac{q^2}{a} + 2k \frac{q^2}{a\sqrt{2}} = k \frac{q^2}{a} (4 + \sqrt{2}).$$

Согласно закону сохранения энергии

$$4 \frac{mv^2}{2} = k \frac{q^2}{a} (4 + \sqrt{2}),$$

откуда

$$v = \sqrt{\frac{kq^2}{2ma} (4 + \sqrt{2})} \approx 31,2 \text{ м/с}.$$