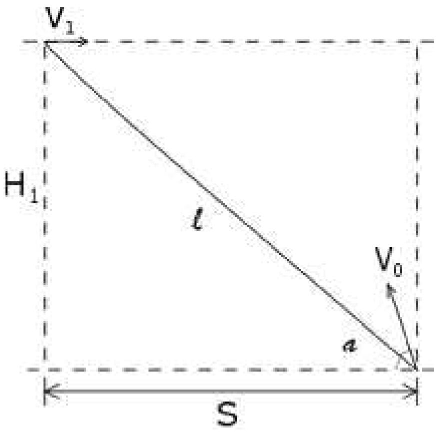
Министерство науки и образования Самарской области
Всероссийская олимпиада по физике 2015 года
Окружной тур, ответы и решения заданий для учащихся 11 класса

Задача 1.



Определим, под каким углом должен вылетать снаряд, чтобы время его полета было бы минимальным. Время t полета снаряда до цели связано с высотой H_1 соотношением

$$H_1 = V_0 t \sin \propto - \frac{g}{2} t^2, \qquad (1)$$

Отсюда

$$t = \frac{V_0 \sin \propto \pm \sqrt{V_0^2 \sin^2 \propto - 2g H_1}}{g} = \frac{2 g H_1}{g(V_0 \sin \propto \pm \sqrt{V_0^2 \sin^2 \propto - 2g H_1}}$$

$$\geq \frac{2H_1}{V_0 + \sqrt{V_0^2 - 2gH_1}} \quad (2)$$

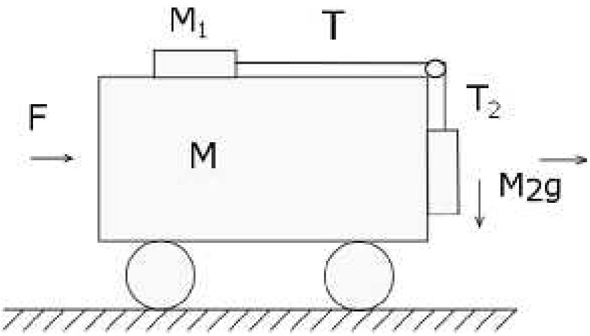
Следовательно, время полета минимально при sinα = 1, т.е. $\alpha = \frac{\pi}{2}$при выборе первого корня квадратного уравнения (верхние знаки). Отсюда

$$t_m = \frac{2H_1}{V_0 + \sqrt{V_0^2 - 2g H_1}}, \qquad (3)$$

$$\ell = \sqrt{H_1^2 + S^2} = \sqrt{H_1^2 + V_1^2 t_m^2} = \sqrt{H_1^2 + V_1^2 \frac{4H_1^2}{(V_0 + \sqrt{(V_0^2 - 2gH_0\,)})^2}}$$

$$\approx 4640 м \qquad (4)$$

Задача 2.



$$\begin{cases} (M + M_1 + M_2)a = F \\ M_1 a_1 = T_1 \\ M_2 a_2 = M_2 g - T_2 \\ T_2 = T_1 \end{cases} \qquad (1)$$

По условию задачи, $a_2=0$, $a_1=a$, т.е. тело с массой M_1неподвижно относительно тела с массой M.

$$\begin{cases} (M + M_1 + M_2)a = F \\ M_1 a = M_2 g \end{cases} \qquad (2)$$

Откуда получаем ответ:

$$F = (M + M_1 + M_2)\frac{M_1}{M_2}g \qquad (3)$$

Задача 3.

Поместив сосуд в термостат, мы создаем условия для протекания изотермического процесса. Тогда при постепенном сжатии применим закон Бойля-Мариотта:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \rightarrow P_2 = \frac{V_1}{V_2} P_1 \qquad (1)$$

Резко убирая перегородку, мы создаем условия для течения газа в вакуум, при этом газ не совершает работу и его внутренняя энергия и температура не меняется.

$$P_2 V_2 = P_3 V_3 \qquad (2)$$

Т.к. $V_3 = V_1$, то $P_1 = P_3$ (3)

газ вернется в исходное состояние (3).

Задача 4.

Параллельное включение источников: ЭДС – Е, внутреннее сопротивление – r/2, мощность, выделяемая на сопротивление R:

$$P_{1R} = I^2 R = \frac{\mathrm{E}^2}{\frac{r}{2} + R} R \qquad (1)$$

Мощность, выделяемая во всей цепи:

$$P_1 = I^2 \left(\frac{r}{2} + R\right) = \frac{\mathrm{E}^2}{\frac{r}{2} + R} \qquad (2)$$

$$\eta_1 = \frac{P_{1R}}{P_1} = \frac{R}{(\frac{r}{2} + R)} \qquad (3)$$

Последовательное включение источников: ЭДС -2Е, внутреннее сопротивление – 2r, мощность, выделяемая на сопротивлении R:

$$P_{2R} = I^2\, R = \frac{4\,\mathrm{E}^2}{(2\,r + R)^2} R \qquad (4)$$

Мощность, выделяемая во всей цепи:

$$P_2 = I^2 (2r + R) = \frac{4\,\mathrm{E}^2}{2r + R} \qquad (5)$$

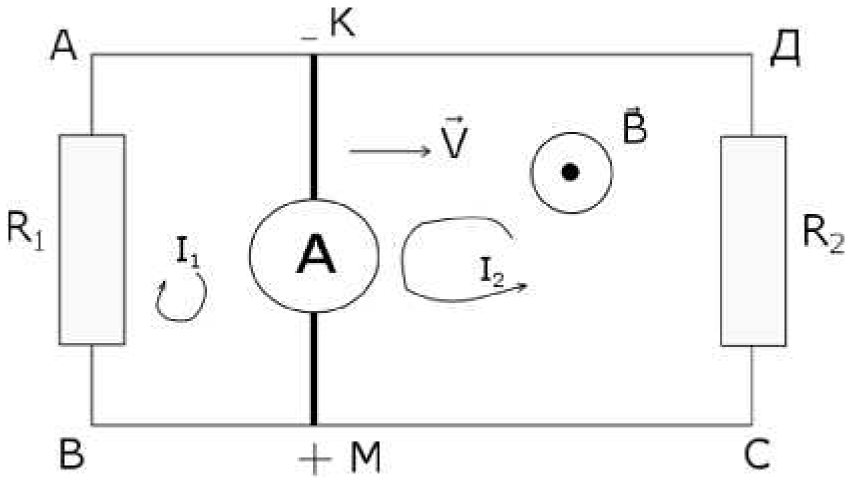
Их отношение:

$$\eta_2 = \frac{P_{2R}}{P_2} = \frac{R}{(2r + R)} \qquad (6)$$

Требуется определить $\frac{\eta_2}{\eta_1}$.

Ответ: $$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{\frac{r}{2} + R}{2r + R} = 0{,}5 \qquad (7)$$

Задача 5.



При перемещении мостика КМ в замкнутых контурах АВМК и КМСД возникает ЭДС индукции

$$\mathcal{E}_i = B\ell V \qquad (1)$$

Направления индукционных токов в этих контурах определяется правилом Ленца (см. рисунок). По закону Ома для полной цепи (или согласно второму правилу Кихгофа) силы токов, текущих по проводникам АВ и СД равны соответственно

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}_1}{R_1}, I_2 = \frac{\mathcal{E}_1}{R_2} \qquad (2)$$

Амперметр показывают силу тока в мостике, равную

$$I = I_1 + I_2 (3)$$

Из (1)-(3) следует, что

$$I = B\ell V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \qquad (4)$$