

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
59	21.03.25	Евлов Д.П.	
Шифр			920313

1 2 3 4 5 6
4 5 10 10 10 59

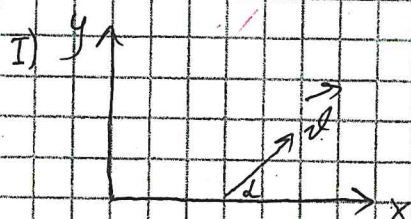
N 1.

1) Как известно, максимальная дальность полёта достигается при броске в 45° к горизонту. Мы можем взять α бесконечно близко к 45° ; тогда $\max H$, произведённое обещанное количество будет равным $\Rightarrow K = 1$.

2) У первого камня $\max$ высота достигается при α близком к 45° .

У второго при $\alpha = 0^\circ$, камень запущенный под углом в 90° .

Очевидно, что камень находится в максимальной высоте точки, в момент когда Δ по оси $OY = 0$.



Найдём проекцию скорости по оси OY : $v_y = v_0 \sin \alpha - g \cdot t$

$$\vec{v}_t = \vec{v}_0 + \vec{a} \cdot t \quad \text{запишем для камня}$$

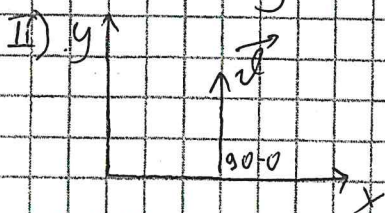
$$0 = v_0 \sin \alpha - g \cdot t$$

$$g \cdot t = v_0 \sin \alpha$$

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$S = \vec{v}_0 \cdot t + \frac{\vec{a} \cdot t^2}{2}$$

$$H_1 = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} + \left(-\frac{g \cdot v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2 \cdot 2} \right) = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$



Проекция скорости по оси OY : $v_y = v_0 - g \cdot t$; $0 = v_0 - g \cdot t$; $t = \frac{v_0}{g}$

$$S = \vec{v}_0 \cdot t + \frac{\vec{a} \cdot t^2}{2}; H_2 = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g \cdot v_0^2}{2g^2} = \frac{v_0^2}{2g}$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

020313

$$N = \frac{H_1}{H_2} = \frac{\sin^2 \alpha \cdot v^2}{\frac{v^2}{2g}} = \sin^2 \alpha, \text{ а мы взяли в первом случае } \alpha \approx 45^\circ, \text{ то}$$

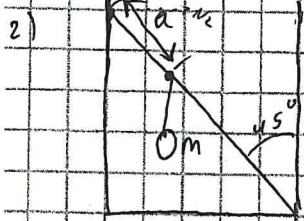
$$N \approx \sin^2 45^\circ = 0,5$$

Ответ: $K=1, N=0,5$

н. 2

1) первое условие равновесия тел: $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$, векторная сумма действующих сил равна 0

второе условие равновесия тел: $\sum M_i = 0$, алгебраическая сумма моментов действующих сил равна 0



Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

N 3

1) $N=1$: Посмотрим, растаиваемый ли лёд. Для начала его надо нагреть до 0°C . На это необходимо

$$Q = c m \Delta t = 2100 \cdot 0,9 \cdot 10 = 18900 \text{ Дж}$$

Вода, пока идёт до $t = 0^\circ\text{C}$ может отдавать

$$Q = c m \Delta t = 4200 \cdot 1 \cdot 90 = 378000 \text{ Дж энергии}$$

Чтобы растаивать 1 кубик льда необходимо

$$\text{потратить } \lambda \cdot m = Q \text{ Дж энергии } Q = 333000 \cdot 0,9 = 299700 \text{ Дж}$$

$$378000 - 18900 - 299700 = 59400 \text{ Дж останется} \Rightarrow \text{вода}$$

охладится не до 0 . $Q_{\text{ост}} = c (m_b + m_l) \cdot \Delta t$.

$$\Delta t = \frac{Q_{\text{ост}}}{c (m_b + m_l)} = \frac{59400}{4200(1+0,9)} = 7,44^\circ\text{C}$$

Это температура воды в колориметре при одном кубике

2-5) при $N \in \{2, 3, 4, 5\}$

Очевидно, что 59400 Дж не хватит чтобы растаивать хотя бы 1 кубик, но нагреть 5 кубиков до 0° та вода может ($378000 - 189000 =$)
 $= 283500 \text{ Дж}$

Это значит, что если кинуть более 1 кубика температура содержимого будет $= 0^\circ$, будет лёд и вода

Ответ: при $N=1$: $7,44^\circ\text{C}$

при $N \in \{2; 3; 4; 5\} = 0^\circ\text{C}$

10

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

1.4

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}; \quad S = \pi R^2 = \frac{\pi l d^2}{4}$$

$$R = \frac{\rho \cdot l \cdot 4}{\pi l d^2}; \quad R_1 = \frac{\rho \cdot l \cdot 4}{\pi l d_1^2} = \frac{\rho \cdot l \cdot 4 \cdot 4}{\pi l d_2^2} = 16 \cdot \frac{\rho \cdot l}{\pi l d_2^2}$$

$$R_2 = \frac{\rho \cdot l \cdot 4}{\pi l d_2^2}$$

Итак:

$$R_1 = 4 R_2; \quad \frac{R_1}{R_2} = 4. \quad \text{также } \frac{d_2}{d_1} = 2$$

П.к. сила тока при последовательном подключении одинакова на обоих проводниках

$$P_1 = I^2 \cdot R_1$$

$$P_2 = I^2 R_2$$

По условию $P_T = S \cdot \Delta t \cdot k$ (масса передачей) м.к. $t_{\text{кр}} = 0^\circ$, м.к.
 $P_T = S \cdot t \cdot k$

Температура при перестанет меняться, когда $P = P_T$.

$$P_1 = P_{T1}$$

$$I^2 \cdot R_1 = \pi l \cdot \frac{d_1^2}{4} \cdot t_1 \cdot k; \quad t_1 = \frac{I^2 R_1 \cdot 4}{k \cdot d_1^2 \cdot \pi l}$$

$$P_2 = P_{T2}$$

$$I^2 R_2 = \pi l \cdot \frac{d_2^2}{4} \cdot t_2 \cdot k; \quad t_2 = \frac{I^2 R_2 \cdot 4}{k \cdot d_2^2 \cdot \pi l}$$

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{I^2 R_1 \cdot 4 \cdot k \cdot d_2^2 \cdot \pi l}{k \cdot d_1^2 \cdot \pi l \cdot I^2 R_2 \cdot 4} = \frac{R_1 \cdot d_2^2}{d_1^2 \cdot R_2} = 4 \cdot 2^2 = 16$$

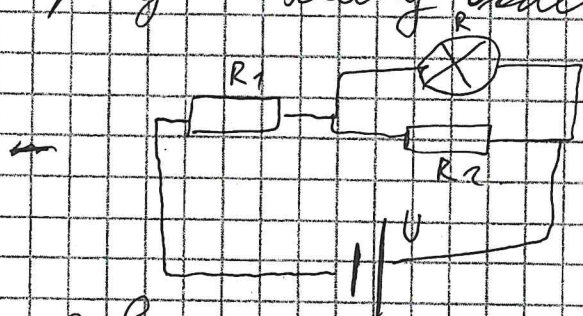
Ответ: в 16 раз / 10

1.5

1) Закон Джоуля-Ленца: $I^2 R \cdot t = Q$, где I — сила тока на участке, R — сопротивление на участке, t — время работы цепи, Q — выделяемая мощность

2)

Зарисуем схему более удобным образом



В нём резистор R_1 и R_2

это потенциометр, просто
настроенный на увеличение

$$R = \frac{P \cdot l_{\text{полн}}}{S} \quad (\text{это сопротивление судя по формуле равно сопротивлению})$$

условия
метки лампы при $l = l_0$

$$R_1 = \frac{P \cdot \frac{2}{3} l_0}{S} = \frac{2}{3} R$$

$$R_2 = \frac{1}{3} R \quad (R - \frac{2}{3} R) \text{ и } l_0 = \frac{2}{3} l_0 + \frac{1}{3} l_0$$

Найдём общее сопротивление цепи, $R_{\text{лампы}} = R_3$

$$R_{23} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \text{ и } \text{подключенные параллельно}$$

$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{\frac{1}{3} R \cdot R}{\frac{4}{3} R} = \frac{R}{4}$$

$$R_{123} = R_1 + R_{23} = \frac{2}{3} R + \frac{R}{4} = \frac{11}{12} R$$

Закон Ома $I = \frac{U}{R}$, тогда $I_{\text{общ}} = \frac{U}{R_{\text{общ}}} = \frac{U}{\frac{11}{12} R} = \frac{12}{11} \frac{U}{R}$

Сила тока при послед. соединении равна $\Rightarrow I_{\text{общ}} = I_1 = I_{23}$

$$U = R \cdot I; \quad U_{23} = R_{23} \cdot I_{23} = \frac{R}{4} \cdot \frac{12}{11} \frac{U}{R} = \frac{3}{11} U$$

Напряжения при паралл. соединении равно $\Rightarrow U_{23} = U_2 = U_3$

$$U_3 = \frac{3}{11} U; \quad P = U^2 \cdot \frac{1}{R}; \quad P_3 = \frac{U_3^2}{R_3} = \frac{9 U^2}{121 R}$$

3). Пусть мы отрезали $l = x$ часть на длину x

По той же использованной схеме посчитаем P_3

$$R_1 = \frac{P \cdot x}{S} \quad R_2 = \frac{P(l_0 - x)}{S} \quad R_3 = \frac{P \cdot l_0}{S}$$

$$R_{23} = \frac{\frac{P(l_0 - x)}{S} \cdot \frac{P l_0}{S}}{\frac{P(l_0 - x)}{S} + \frac{P l_0}{S}} = \frac{P(l_0 - x) l_0}{S(l_0 - x + l_0)}; \quad R_{123} = \frac{P \cdot x}{S} + \frac{P(l_0 - x) l_0}{S(l_0 - x + l_0)} =$$

$$= \frac{P}{S} \left(x + \frac{(l_0 - x) \cdot l_0}{2 l_0 - x} \right) = \frac{P}{S} \left(\frac{l_0^2 + l_0 x - x^2}{2 l_0 - x} \right)$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

$$I_{абв} = \frac{U}{R_{123}} = \frac{U \cdot S}{\rho \left(x + \frac{(l_0 - x) \cdot l_0}{2l_0 - x} \right)} = I_{23} = I_1.$$

$$U_{23} = R_{23} I_{23} = \frac{\rho (l_0 - x) \cdot l_0}{S (2l_0 - x)} \cdot \frac{U \cdot S}{\rho \left(x + \frac{(l_0 - x) \cdot l_0}{2l_0 - x} \right)} = \frac{U (l_0^2 - l_0 \cdot x)}{(2l_0 - x) \left(\frac{(2l_0 - x) \cdot x + (l_0 - x) l_0}{2l_0 - x} \right)} =$$

$$= \frac{U (l_0^2 - l_0 \cdot x)}{2l_0 \cdot x - x^2 + l_0^2 - l_0 \cdot x} = \frac{U (l_0^2 - l_0 \cdot x)}{l_0^2 + l_0 \cdot x - x^2} = U_2 = U_3.$$

$$P_3 = \frac{U_3^2}{R_3} = \frac{S \cdot U^2 \cdot (l_0^2 - l_0 \cdot x)^2}{\rho \cdot l_0 (l_0^2 + l_0 \cdot x - x^2)^2} = \frac{S \cdot U^2 \cdot l_0^2 (l_0 - x)^2}{\rho \cdot l_0 (l_0^2 + l_0 \cdot x - x^2)^2} = \frac{S \cdot U^2 \cdot l_0 (l_0 - x)^2}{\rho \cdot (l_0^2 + l_0 \cdot x - x^2)^2}.$$

$$P_{\text{ген}} = \frac{U_{\text{ген}}^2}{R_{\text{ген}}} = \frac{S \cdot U^2}{\rho \left(\frac{l_0^2 + l_0 \cdot x - x^2}{2l_0 - x} \right)}$$

$$\eta = \frac{P_3}{P_{\text{ген}}} = \frac{S \cdot U^2 \cdot l_0 (l_0 - x)^2 \cdot \rho \cdot (2l_0 - x)}{\rho \cdot (l_0^2 + l_0 \cdot x - x^2)^2 \cdot S \cdot U^2 \cdot (2l_0 - x)} = \frac{l_0 (l_0 - x)^2}{2l_0 - x}$$

в данном случае $\eta = \frac{l_0 (l_0 - l)^2}{2l_0 - l}$

Ответ: 2) $P_3 = \frac{S}{\rho l_0} \cdot \frac{U^2}{R}$

3) $\eta = \frac{l_0 (l_0 - l)^2}{2l_0 - l}$ / 10