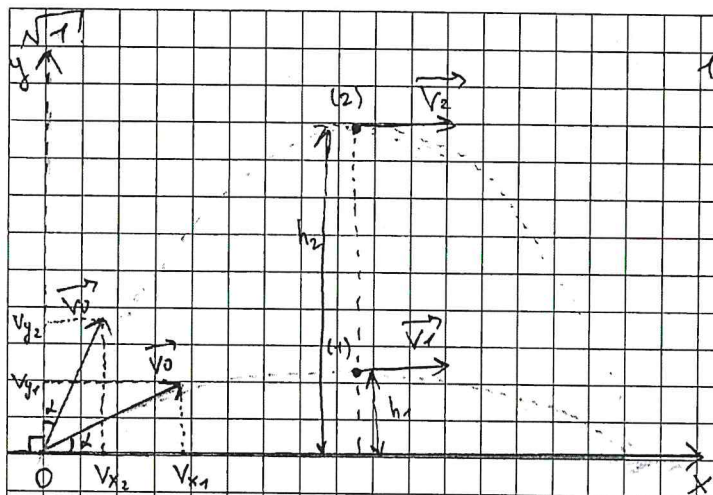


Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
78	10.03.25	Евдокимов О.М.	



$$1) \begin{aligned} V_{x1} &= V_{y2} = V_0 \cdot \cos \alpha \\ V_{x2} &= V_{y1} = V_0 \cdot \sin \alpha. \end{aligned}$$

2) (1) и (2) наименьшие точки подъема тела 1 и тела 2 соответственно.

$$V_1 = V_{x1} \text{ и } V_2 = V_{x2} \text{ т.к. по оси } OX$$

на тела не действуют другие силы, поэтому импульс остается неизменным,

а т.к. масса также не изменяется, скорости равны ($V_1 = V_{x1}$ и $V_2 = V_{x2}$)

3) По оси Oy импульс в точках (1) и (2) равен 0. Тогда пишем, что

$$V_{y1} - g t_1 = 0 \text{ и } V_{y2} - g t_2 = 0, \text{ где } t_1 \text{ и } t_2 - \text{ время подъема 1 и 2 тел}$$

$$\text{Тогда } t_1 = \frac{V_{y1}}{g} \text{ и } t_2 = \frac{V_{y2}}{g}.$$

4) Найдем расстояние пройденное 1 и 2 телами, до падения. Время

подъема равно времени падения, тогда 1 тело было в воздухе $2t_1$, а

$$2 \text{ тело } 2t_2. \text{ У нас найдем расстояние } L_1 = V_{x1} \cdot 2 \cdot t_1 = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot 2 \cdot \frac{V_{y1}}{g} \text{ и}$$

$$L_2 = V_{x2} \cdot 2 \cdot t_2 = V_0 \cdot \sin \alpha \cdot 2 \cdot \frac{V_{y2}}{g}, \text{ тогда } K = \frac{L_1}{L_2} = \frac{V_{x1} \cdot 2 \cdot \frac{V_{y1}}{g}}{V_{x2} \cdot 2 \cdot \frac{V_{y2}}{g}} = \frac{V_{x1} \cdot V_{y1}}{V_{x2} \cdot V_{y2}} = 1.$$

5) Найдем max высоту подъема h_1 и h_2 . Заметим что с данной высотой мы упадем вниз без начальной скорости за то же время что пролетим со скоростью направленной вдоль оси OX. Тогда первое тело упадет за время t_1 , а второе за время t_2 . Заменим формулу.

$$h = \frac{g t^2}{2} \text{ (для равноускоренного движения без начальной скорости).}$$

Тогда $h_1 = \frac{g \cdot t_1^2}{2} = \frac{g \cdot V_{y1}^2}{g^2 \cdot 2} = \frac{V_{y1}^2}{2g}$ и $h_2 = \frac{g \cdot t_2^2}{2} = \frac{g \cdot V_{y2}^2}{2g^2} = \frac{V_{y2}^2}{2g}$

$$N = \frac{h_1}{h_2} = \frac{\frac{V_{y1}^2}{2g}}{\frac{V_{y2}^2}{2g}} = \frac{V_{y1}^2}{V_{y2}^2} = \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{V_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \tan^2 \alpha$$

б) Запомним это т.к. $\alpha < 45^\circ$ $t_1 < t_2$, т.к. $V_{y1} < V_{y2}$. Тогда в момент времени t_2 , тело 1 будет ниже max высоты, а тело 2 будет на своей max высоте. Это и будет max расстояние между телами, т.к. до этого тело (2) было ниже, а тело (1) выше, т.е. расстояние меньше, а в следующий момент (после t_2) тело 1 будет опускаться и расстояние между телами будет уменьшаться. Всегда

г) Расстояние в момент t_2 найдем по теореме Пифагора найдем разницу между высотами и расстоянием: тело 1 прошло расстояние

$$L_1 = V_{x1} \cdot t_2 = V_{x1} \cdot \frac{V_{y2}}{g} = \frac{V_{x1} \cdot V_{y2}}{g}, \text{ а тело 2 расстояние } L_2 = V_{x2} \cdot t_2 = \frac{V_{x2} \cdot V_{y2}}{g}$$

Тело 2 поднялось на высоту $h_2 = \frac{V_{y2}^2}{2g}$, а высота 1 тела

$$h_1 = \frac{g \cdot t_1^2}{2}, \text{ где } t_1 \text{ это время до падения найдем его } 2t_1 - t_2 = \frac{2V_{y1}}{g} - \frac{V_{y2}}{g} = \frac{2V_{y1} - V_{y2}}{g} \Rightarrow h_1 = \frac{g(2V_{y1} - V_{y2})^2}{2 \cdot g^2} = \frac{(2V_{y1} - V_{y2})^2}{2g}$$

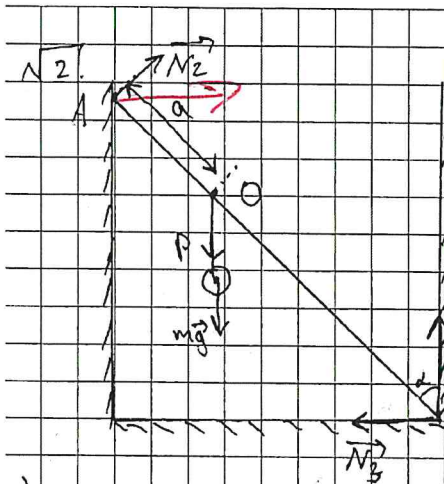
$$S = \sqrt{(h_2 - h_1)^2 + (L_1 - L_2)^2} = \sqrt{\left(\frac{V_{y2}^2}{2g} - \frac{(2V_{y1} - V_{y2})^2}{2g}\right)^2 + \left(\frac{V_{x1} \cdot V_{y2}}{g} - \frac{V_{x2} \cdot V_{y2}}{g}\right)^2} = \sqrt{\frac{V_{y2}^2 - (2V_{y1} - V_{y2})^2}{2g}^2 + \frac{V_{y2}^2(V_{x1} - V_{x2})^2}{g^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{4V_{y1}^2 - 4V_{y1}V_{y2} + V_{y2}^2}{4g^2} + \frac{V_{y2}^2(V_{x1}^2 - 2V_{x1}V_{x2} + V_{x2}^2)}{g^2}} = \sqrt{\frac{4V_{y1}^2 - 4V_{y1}V_{y2} + V_{y2}^2 + 4V_{y2}^2V_{x1}^2 - 8V_{y2}^2V_{x1}V_{x2} + 4V_{y2}^2V_{x2}^2}{4g^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{4V_{y1}^2 + V_{y2}^2 + 4V_{y2}^2V_{x1}^2 - 8V_{y2}^2V_{x1}V_{x2} + 4V_{y2}^2V_{x2}^2}{4g^2}} = \sqrt{\frac{V_0^2 \cos^2 \alpha (V_0 \cos \alpha - V_0 \sin \alpha)^2 + (4V_0^4 \sin^2 \alpha - 4V_0^4 \sin \alpha \cos \alpha)^2}{4g^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{(\sin \alpha - \cos \alpha)^2 (V_0^4 \cos^2 \alpha + 4V_0^4 \sin^2 \alpha)}{g^2}} = \sqrt{\frac{(\sin \alpha - \cos \alpha)^2 \cdot V_0^4 (\cos^2 \alpha + 4 \sin^2 \alpha)}{g^2}} = \frac{(\sin \alpha - \cos \alpha) V_0^2 \sqrt{1 + 3 \sin^2 \alpha}}{g}$$

Ответ: $K = 1$; $N = \tan^2 \alpha$; $S = \frac{(\sin \alpha - \cos \alpha) V_0^2 \sqrt{1 + 3 \sin^2 \alpha}}{g}$



1) Разставим силы N_1 , N_2 и N_3 (см. рисунок.)

2) Пусть O - точка подвеса груза, а точка A - точка соприкосновения с левой стеной запишем два уравнения равновесия этих точек.

§ отн. O: $N_2 \cdot a + N_3 \cdot (L - a) = N_1 \cdot (L - a)$ (1)

отн. A: $mg \cdot a + N_3 \cdot L = N_1 \cdot L$ (2)

3) Запишем II В.П. Кинематика отн. оси OX: $0 = N_2 \cdot \sin \alpha - N_3 \Rightarrow N_3 = N_2 \cdot \sin \alpha$

4) подставим это в (1) и (2) уравнение, тогда $N_2 \cdot a + N_2 \cdot \sin \alpha \cdot (L - a) = N_1 \cdot (L - a)$ и $mg \cdot a + N_2 \cdot \sin \alpha \cdot L = N_1 \cdot L$, Выразим N_1 в обоих уравнениях и вычтем N_2 : $N_1 = \frac{N_2(a + \sin \alpha(L - a))}{L - a} = \frac{mg \cdot a + N_2 \cdot \sin \alpha \cdot L}{L}$

$$N_2(a + \sin \alpha(L - a)) \cdot L = mg \cdot a(L - a) + N_2 \cdot \sin \alpha \cdot L(L - a)$$

$$N_2(L(a + \sin \alpha(L - a)) \cdot L - \sin \alpha \cdot L(L - a)) = mg \cdot a(L - a)$$

$$N_2 = \frac{mg \cdot a(L - a)}{La} = \frac{mg(L - a)}{L}, \text{ Тогда } N_3 = \frac{mg(L - a) \cdot \sin \alpha}{L}$$

$$N_1 = \frac{mg(L - a)(a + \sin \alpha(L - a))}{L(L - a)} = \frac{mg(a + \sin \alpha(L - a))}{L}$$

5) отн. O: $N_2 \cdot a + N_3(L - a) = N_1(L - a)$; N_2 и N_3 - реакции опоры левой и правой стены соответственно, они направлены перпендикулярно газовой стреле, а N_1 - реакция опоры пола направлена перпендикулярно газовой стреле.

отн. A: $mg \cdot a + N_3 \cdot L = N_1 \cdot L$; mg - сила тяжести равная P (где удобства и сразу заменила P на mg); N_3 - реакция опоры правой стены направленная перпендикулярно газовой; N_1 - реакция опоры пола, направленная перпендикулярно газовой.

1) Заметим, чтобы нагреть 1 кубометр льда до 0°C , необходимо передать ему $Q_1 = c_2 \cdot m_2 \cdot (0 - t_2) = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,9 \text{ кг} \cdot 10^\circ\text{C} = 18900 \text{ Дж}$, а чтобы полностью раставить 1 кубометр льда необходимо

$$Q_2 = m_2 \cdot \lambda = 0,9 \text{ кг} \cdot 333 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = 299700 \text{ Дж}.$$

2) Пока мы не раставим весь лёд установившееся равновесие не поднимется выше 0°C .

Заметим, что так как $N=5$, тогда так же нагревание до 0°C нам понадобится $Q_1 \cdot 5 = 18900 \cdot 5 = 94500 \text{ Дж}$.

Лёд же охлаждается до 0°C вода должна отдать энергию в размере $Q_3 = c_1 \cdot m_1 (0 - t_1) = -90^\circ\text{C} \cdot 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1 \text{ кг} = -378000 \text{ Дж}$, т.е. установившееся равновесие будет $\geq 0^\circ\text{C}$, т.е. мы сможем нагреть весь лёд 0°C т.к. $378000 > 94500$. Заметим, что $378000 - 299700 = 78300$, т.е.

раставить мы сможем не более 1 кубометра льда в остальных случаях мы раставим только часть льда и установившееся равновесие будет 0°C . Если у нас один кубометр

3) Если мы возьмем $N=1$ то на его нагрев до 0°C и раставление уйдёт $Q_4 = Q_2 + Q_1 = 299700 + 18900 = 318600 \text{ Дж}$, и останется

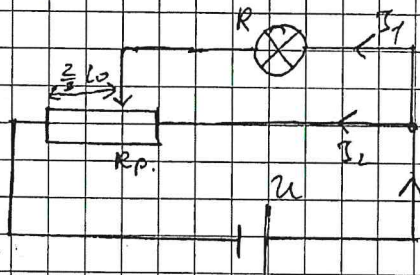
$$Q_3 - Q_4 = 378000 - 318600 = 59400 \text{ Дж}.$$

половина из них уйдёт на нагревание ^{воды} льда, а другая останется тогда вода получит $Q_5 = 59400 / 2 = 29700 \text{ Дж}$ энергии и нагреется до $T_1 = \frac{Q_5}{c_1 \cdot m_1} = \frac{29700}{4200 \cdot 0,9} \approx 7,1^\circ\text{C}$.

Вывод: где $N=1 \Rightarrow T_N = 7,1^\circ\text{C}$; где $N \in \{2; 3; 4; 5\} \Rightarrow T_N = 0^\circ\text{C}$.

№5! 1) $Q = I^2 \cdot R \cdot \Delta t$, где Q - кол-во теплоты; I - сила тока в цепи; Δt - изменение ~~количества~~ времени. Такие законы можно записать как $Q = I \cdot U \cdot \Delta t$, где U - напряжение; $I \cdot U = N$ - мощность. Тогда $Q = N \Delta t$.

2) Рассчитать момент когда $L = \frac{2}{3} L_0$.



Ток I_1 проходит лампу, а после $\frac{2}{3} L_0$ резистора, а ток I_2 проходит L_0 резистора. Эти пути параллельны р.е. $U_1 = U_2 = U$.

Необходимо найти N на лампочке.

её можно найти по формуле $N = U I = \frac{I^2}{R}$, R - известно, найдём I_1 . Общее сопротивление на пути тока I_1 равно $R + \frac{2}{3} R$ (т.к. длина проводника прямо пропорциональна R : $R = \frac{\rho L}{S} = \frac{5}{3} R$). Найдём I_1 : $I_1 = \frac{U}{R_{общ}} = \frac{U}{R + \frac{2}{3} R} = \frac{U}{\frac{5}{3} R} = \frac{3U}{5R} \Rightarrow N = \frac{(\frac{3U}{5R})^2}{R} = \frac{9U^2}{25R^3}$ - мощность, которая выделяется на лампе.

3) Найдём мощность всей цепи при L . $\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_{общ1}} + \frac{1}{R_{общ2}}$, где R_0 - общее сопротивление цепи; $R_{общ1}$ сопротивление на пути I_1 ; $R_{общ2}$ - сопротивление на пути тока I_2 . $R_{общ1} = R + \frac{L}{L_0} R = \frac{L+1}{L_0} R$ (лампа и часть резистора); $R_{общ2} = R$ (резистор весь). Тогда $R_0 = \frac{R \cdot \frac{L+1}{L_0} R}{\frac{L+1}{L_0} R + R} = \frac{(L+1) R^2}{2L+1}$. Найдём N_0 - всё же $N_0 = \frac{U^2}{R_0} = \frac{U^2 (2L+1)}{(L+1) R}$.

Найдём N на лампе. Найдём I_1 при L ; $I_1 = \frac{U}{R_{общ1}} = \frac{U}{\frac{L+1}{L_0} R} = \frac{U \cdot L_0}{(L+1) R}$. $N_L = \frac{I_1^2}{R} = \frac{U^2 \cdot L_0^2}{(L+1)^2 \cdot R^3} = \frac{U^2 \cdot L_0^2}{(L+1)^2 \cdot R^3}$, Тогда $\eta = \frac{N_L}{N_0} = \frac{U^2 \cdot L_0^2 \cdot (L+1) \cdot R}{(L+1)^2 \cdot R^3 \cdot U^2 \cdot (2L+1)} = \frac{L_0^2}{R^2 (L+1)^2 + (2L+1)}$ - КПД схем от L .

Ответ: $N = \frac{9U^2}{25R^3}$; $\eta = \frac{L_0^2}{R^2 (L+1)^2 + (2L+1)}$

1) $d_1 = d_2 \Rightarrow 2R_1 = R_2$, где R_1 - радиус 1 провода; R_2 - радиус 2 провода.
 $S_1 = \pi R_1^2$; $S_2 = \pi R_2^2 = 4\pi R_1^2$; где S_1 и S_2 - площадь поперечного сечения
 проводов 1 и 2 соответственно. $\frac{S_1}{S_2} = \frac{1}{4}$; Тогда. $L_1 = 4L_2$ т.к. масса
 меди равна и плотности одинаковые $m = \rho LS$.

2) Найдём площадь поверхности первой и второй проволоки с
 воздухами. Для этого. $\pi d_1 \cdot L_1$ и $\pi d_2 \cdot L_2$ (площадь боковой стороны
 цилиндра) $\pi d_2 L_2 = \pi 2d_1 \cdot \frac{L_1}{4} = \pi d_1 L_1$, т.е. площади поверхности с
 воздухом ~~одинаковы~~ отличаются в 2 раза.

3) Найдём сопротивление проволоки $R = \frac{\rho L}{S}$; где ρ - удельное
 сопротивление, одинаково; $R_1 = \frac{\rho L_1}{S_1}$; $R_2 = \frac{\rho \frac{L_1}{4}}{4S_1} = \frac{\rho L_1}{8S_1}$; Они
 отличаются в восемь раз.

4) Тогда проволока с меньшим диаметром будет нагреваться
 в восемь раз меньше. $Q = \frac{I^2}{R} \Delta t$ - Закон Джоуля - Ленца и
 отдавать тепло в 2 раза быстрее, т.е. нагреется в 16 раз
 меньше.

Ответ: 16.

/ 10