



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: «Покори Воробьевы Горы!»

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Важенин Алексей Антонович**

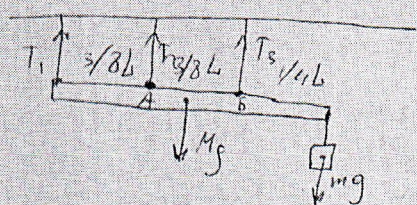
Класс: 9

Технический балл: **85**

1	2	3	4	Σ	итог
4	5	2	3	14	85
18	20	20	13	71	

Дата проведения: **26 марта 2021 года**

1) Момент силы - это векторная величина, характеризующая действие силы на объект, которое вызывает вращение. Вектор момента вращения и плечо - ~~расстояние~~ кратчайшее расстояние от точки приложения силы до точки вращения. Момент силы = плечо $\cdot$ модуль силы.



Если первая нить провисла, то $T_1 = 0 \Rightarrow$ началось вращение по часовой стрелке.

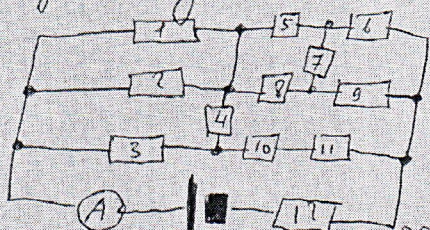
Заметим, что центр вращения - т. Б, т.е. если это т. А, то третья нить должна растягиваться, а это не так $\Rightarrow T_2 = 0$ тоже. Распишем моменты сил относительно т. Б:

$$mg \cdot \frac{1}{4}L = Mg \cdot \left(\frac{6}{8} - \frac{1}{2}\right)L = Mg \cdot \frac{1}{4}L \Rightarrow m = M = 900 \text{ г}$$

При $m > 900 \text{ г}$ система тоже будет вращаться $\Rightarrow$ Ответ: масса груза $\geq 900 \text{ г}$

3) ЭДС - электродвижущая сила - это скалярная величина, характеризующая действие сторонних сил в источнике тока. Ее существование обусловлено внутренним сопротивлением источника r и разностью потенциалов его концов. $\mathcal{E} = I \cdot R_{\text{вн}}$ $\mathcal{E}$ - ЭДС I - сила тока $R_{\text{вн}}$ - сопротивление источника тока.

Если известно, что $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{вн}}}$; I - общий ток $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{вн}} + R_{\text{экв}}}$



5, 6, 7, 8, 9 - сбалансированный мост, т.е. $\frac{R_5}{R_6} = \frac{R_8}{R_9} = 1$

$\Rightarrow$ через 7 резистор ток не течет $\Rightarrow$ исключим его.

$R_{5,6} = R_5 + R_6 = 2R = R_{8,9} = R_{10,11}$. Аналогично 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11 - мост сбалансирован $\Rightarrow$ исключаем 4 резистора, тогда схема



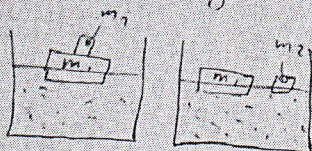
$$\Rightarrow R_{\text{экв}} = \frac{1}{3}R + \frac{2}{3}R + R = 2R = 380 \text{ Ом} \Rightarrow \begin{cases} 0,4 = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{вн}} + 38} \\ 8 = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{вн}}} \end{cases} \quad \begin{matrix} I \\ I \end{matrix}$$

$$I : I = 20 = \frac{R_{\text{вн}} + 38}{R_{\text{вн}}} \Rightarrow 19R_{\text{вн}} = 38 \Rightarrow R_{\text{вн}} = 20 \text{ Ом} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\mathcal{E}}{2} = 8 \Rightarrow \mathcal{E} = 16 \text{ В}$$

Ответ: внутреннее сопротивление источника 20 Ом, а ЭДС = 16 В

2) Уровень воды не изменится, т.к. она вытеснит m , масса луги, m_1 груза



$(m_1 + m_2)g = F_{\text{арх}}$, а потом $m_1g + m_2g = F_{\text{арх}}$, т.е. $F_{\text{арх}} = \text{const} \Rightarrow V_{\text{погруж}} = \text{const}$, ~~уровень~~ $\Rightarrow$ уровень воды = const.

Задача: когда только опускает $F = mg - F_{\text{арх}} = T_0 - \rho g V$, т.е. $T_{\text{нат}}$ без груза $mg = T_0 \Rightarrow \rho_{\text{ал}} > \rho_{\text{в}} \Rightarrow$ он полностью погрузит $V_{\text{нат}} = \frac{T_0}{\rho_{\text{в}} g}$

$= 0,6 \text{ кл. } V_{\text{ал}} = \frac{m_{\text{ал}}}{\rho_{\text{ал}}} = \frac{0,6}{2700} = \frac{1}{4500} \text{ м}^3 \Rightarrow F_{\text{арх}} = \rho_{\text{в}} g V_{\text{ал}} = \frac{1000 \cdot 10}{4500} = \frac{100}{45} = \frac{20}{9} \text{ Н.} \Rightarrow F = T_0 - \frac{20}{9} \text{ Н} = \frac{34}{9} \text{ Н} = 3 \frac{7}{9} \text{ Н.} \approx 3,78 \text{ Н}$

Когда температура установится, образуется лёд, который вытесняет на цилиндр. $m_{\text{ал}} \cdot c_{\text{ал}} \cdot \Delta t = m_{\text{л}} \cdot \lambda_{\text{л}} \Rightarrow m_{\text{л}} = \frac{m_{\text{ал}} \cdot c_{\text{ал}} \cdot \Delta t}{\lambda_{\text{л}}} = \frac{0,6 \cdot 99 \cdot 19,6}{336} = 0,315 \text{ кл}$

Теперь $V_2 = V_{\text{г}} + V_{\text{л}} = \frac{1}{4500} + \frac{35}{100000} = \frac{1}{4500} + \frac{7}{20000} = \frac{40+63}{180000} = \frac{103}{180000} \text{ м}^3$

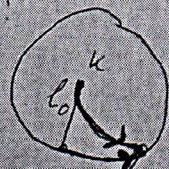
$m_2 = m_{\text{г}} + m_{\text{л}} = 0,315 + 0,6 = 0,915 \text{ кл.} \Rightarrow F = mg - F_{\text{арх}} = 9,15 - \frac{1000 \cdot 10 \cdot 103}{180000} = 9,15 - \frac{103}{180} = \frac{61,7}{180} = \frac{617}{180} \text{ Н.} \approx 3,4 \text{ Н}$

4) Радиус кривизны криволинейной траектории - это радиус окружности, частью которой на малом участке является данная кривая. Радиус кривизны обратен кривизне.

Задача: Введем ось Ox от кошки к мышке $\Rightarrow$ проекция скорости мышки на эту ось 0, т.е. $V_{\text{н}}$ перпендикулярна, а $V_{\text{к}} = 1 \text{ м/с.} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ относительно этой оси $t_{\text{в}} = \frac{V_0}{V_{\text{к}}} = \frac{5 \text{ м}}{1 \text{ м/с}} = 5 \text{ с.}$ Если рассмотреть

не относительное движение, то мышка бежит по касательным к траектории кошки $\Rightarrow$ как-то так:

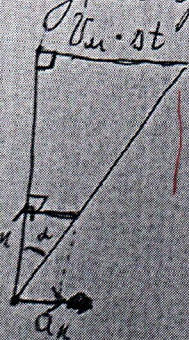


Рассмотрим малый промежуток времени $\Delta t \Rightarrow$

$a_{\text{к}} \Delta t = V_{\text{к}} = V_{\text{к}} \cdot \tan \alpha = V_{\text{н}} \cdot \frac{V_{\text{н}} \Delta t}{r_0} \Delta t - \text{малый} \Rightarrow a_{\text{н}} = \frac{V_{\text{н}} \cdot V_{\text{н}}}{r_0}$

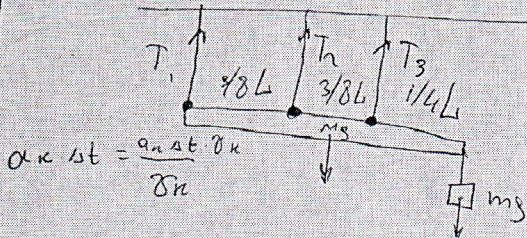
$a_{\text{н}} = \frac{V_{\text{н}}^2}{r_0} \Rightarrow \frac{a_{\text{н}}}{a_{\text{к}}} = \frac{V_{\text{н}}}{V_{\text{к}}} = 2$

Ответ: кошка движется 5 сек, ускорение мышки в 2 раза больше $a_{\text{к}}$.



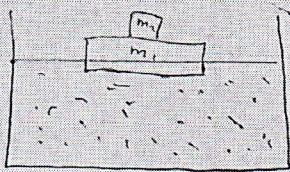
Черновики

Мачто силы - это векторная величина, характеризующая ~~вектор~~ действие сил на объект, которое вызывает движение. Мачто силы = сила + плечо.



$$m \cdot g \cdot 20 = M \cdot g \cdot 20 \Rightarrow m = M = 9000 \text{ кг}$$

$$0,8 \cdot 0,6 \cdot 196 = 105,84 = 336 \cdot m \Rightarrow m = 0,315 \text{ кг}$$



$$(m_1 + m_2)g = \rho V \cdot g \cdot V \Rightarrow \text{ничего}$$

$$m_1 g = m_2 g = \rho V \cdot g \cdot V$$

$$mg = 64$$

$$m = 0,6 \text{ кг} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{0,6}{2700} = \frac{1}{4500} \text{ м}^3$$

$$\frac{10000}{4500} \cdot 6 = \frac{20}{9} \cdot \frac{34}{9} \text{ Н}$$

$\mathcal{E}$, $\mathcal{E}$ - электродвижущая сила, скалярная величина, характеризующая действие сторонних сил в источнике тока. Ее существование обусловлено разностью потенциалов по замкнутому контуру из-за внутреннего сопротивления.

$$\frac{\mathcal{E}}{R_{\text{вн}}} = 8$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + R_{\text{вн}}} \Rightarrow R = 38$$

$$0,4 = \frac{\mathcal{E}}{38 + R_{\text{вн}}}$$

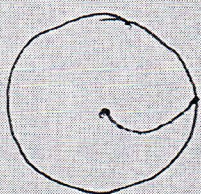
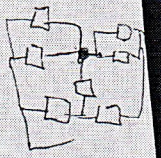
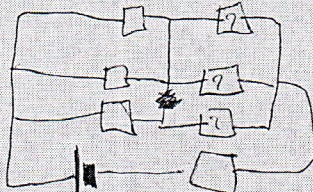
$$\frac{\mathcal{E}}{R_{\text{вн}}} = 8$$

$$10 = \frac{38 + R_{\text{вн}}}{R_{\text{вн}}} \Rightarrow 10R_{\text{вн}} = 38 + R_{\text{вн}}$$

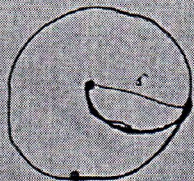
$$19R_{\text{вн}} = 38$$

$$R_{\text{вн}} = 2$$

$$\mathcal{E} = 4 \text{ В на максимальном уровне}$$



Радиус кривизны кривизны, проект. - это радиус окружности, часть которой составляет данная кривая. Кривизна характеризует скорость поворота касательной при движении. Радиус кривизны обратен кривизне



$$250 \text{ Р} = 10^3 \cdot 9,84$$

$$\frac{10\pi}{2} = \frac{5\pi}{1}$$

$$500 \cdot k$$

$$\frac{10\pi - k}{2} = \frac{1}{1}$$

$$k = \frac{10\pi}{2} = 5\pi$$

$$\frac{2\pi R_1 + k_1}{1}$$

$$2R_1 \cdot k_1 = kR$$

$$S = 250 \text{ Р} \cdot k$$

$$b = 250 \text{ Р}_1 \cdot k_1$$