



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: «Покори Воробьевы Горы!»

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Чулев Федор Дмитриевич**

Класс: 9

Технический балл: **82**

1	2	3	4	Σ	итог
4	5	4	3	16	82
18	15	20	13	66	

Дата проведения: **26 марта 2021 года**

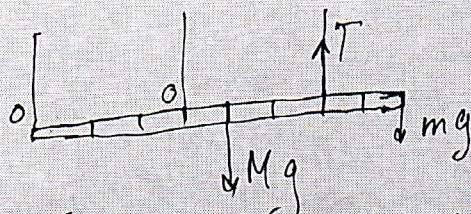
Числовик ①

Задача 1.

Момент силы — физическая величина, равная произведению действующей на рычаг силы на плечо этой силы (плечо — расстояние от оси вращения рычага до линии действия этой силы)

Задача.

Если первая нить провисла, произошло вращение. Так как ни одна нить не растянулась, вращение произошло относительно точки крепления второй нити, т.е. точка крепления второй нити поднялась, как и точка крепления первой, из чего следует, что только у первой нити ненулевая сила натяжения.



Пусть груз имеет массу m , тогда, по правилу моментов относительно точки крепления 3-ей нити (это ось), т.к. мы рассматриваем предельный случай

$$Mg \cdot \frac{1}{2}L = mg \cdot \frac{1}{2}L$$

$$m = M = 300 \text{ г}$$

Ответ: 300 г.

Задача 2.

Вопрос. Заменить Пусть изначально погруженный в воду объем V , в конце у обоих предметов V_1 и V_2 .

Так как тело плавает, его сила тяжести равна силе Архимеда, откуда, подставив формулу для последней (плотность воды — ρ) $\rho g V = \rho g V_1 + \rho g V_2 \Rightarrow V_1 + V_2 = V$. Если воды в сосуде V_0 , то

Погруженный объем — объем воды, которой нужно долить, чтобы предмет, чтобы уровень не изменился. Сначала этот уровень

Числовик, (2)

реализуется при объеме воды $V+V_0$, а потом при $V+V_1+V_2=V+V_0$, что говорит о том, что уровень не изменился.

Задача.

$$\rho = 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_{\text{Al}} = 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$T_0 = 0^\circ\text{K}$$

$$\rho_0 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\lambda = 336 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

$$c = 0,3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

$$t_1 = -156^\circ\text{C}$$

До равновесия алюминий нагревался до 0°C . Очевидно его масса $\frac{T_0}{g}$. Если масса образовавшейся льда m , то уравнение теплового баланса.

$$-t_1 \frac{T_0}{g} c = \lambda m$$

$$m = \frac{-t_1 T_0 c}{g \lambda}$$

$T = ?$

Итак, масса конечного груза на динамометре —

$$M = m + \frac{T_0}{g} = \frac{T_0}{g} \left(1 + \frac{t_1 c}{\lambda} \right). \text{ Объем льда: } V_1 = \frac{m}{\rho} = \frac{-t_1 T_0 c}{\rho g \lambda};$$

$$\text{Объем алюминия } V_{\text{Al}} = \frac{T_0}{g \rho_{\text{Al}}}, \text{ итого } V = \frac{T_0}{g} \left(\frac{1}{\rho_{\text{Al}}} - \frac{t_1 c}{\rho \lambda} \right)$$

$$Mg = T_0 \left(1 + \frac{t_1 c}{\lambda} \right) = 9,15 \text{ Н}; \quad Vg = T_0 \left(\frac{1}{\rho_{\text{Al}}} - \frac{t_1 c}{\rho \lambda} \right) = \frac{2,575 \text{ М}}{450 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}$$

$$\text{Условие равновесия } Mg = \rho_0 Vg + T \Rightarrow T = Mg - \rho_0 Vg =$$

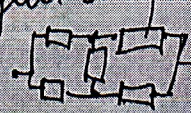
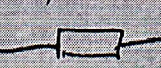
$$= 9,15 - 5,72 = 3,43 \text{ Н}$$

Ответ: 3,43 Н

Задача 3.

$\mathcal{E}_{\text{ДС}}$ источника — напряжение, которое образуется на его контактах при отсутствии индуцированного электрического тока.

Определение $\mathcal{E}_{\text{ДС}}$ обусловлено выделением энергии хим. связей в ходе электролиза или же электромагнитной индукцией (и др.)

Задача. Для начала найдем сопротивление схемы на рисунке. Из симметрии  Очевидно горизонтальной оси следует, что через центральный резистор ток не течет. Сопр. верхней ветки — $2R$, нижней — $2R$, итого R , т.е. конструкция замещается на  (сопр. R)

Числовые, (3)

Итого схема:

Заменяем эту схему, подписав.

Сопротивления:

Если будет баланс.

сбалансированной цепи, т.е. тот, в котором нет тока

ток через центральный резистор.



То у него (Пусть ток через верхнюю ветку I_1 , через нижнюю I_2), т.е. на концах 5-го резистора один потенциал: $R_1 I_1 = R_3 I_2$;

$R_2 I_1 = R_4 I_2 \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$, это 16-во ($\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$) выполняется у ветки в нулевой элемент, т.е. сопротивление его R_0 ;

$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{15R} + \frac{1}{3R} \Rightarrow R_0 = R$; Т.е. вся схема имеет сопротивл. $2R$.

Итак, сопротивление источника r , ЭДС - $\mathcal{E}$. Тогда

$$\begin{cases} \frac{\mathcal{E}}{r} = I_0 \\ \frac{\mathcal{E}}{2R+r} = I \end{cases}$$

$$\mathcal{E} = \frac{2RII_0}{I_0 - I} = 16 \text{ В} \Rightarrow r = \frac{\mathcal{E}}{I_0} = 2 \text{ Ом.}$$

$$\text{Отв.: } \mathcal{E} = \frac{2RII_0}{I_0 - I} = 16 \text{ В}; r = \frac{\mathcal{E}}{I_0} = 2 \text{ Ом}$$

Задача 4.

Радиус кривизны в окрестности точки - радиус дуги, к которой она стремится при устремлении расстояния между её концами к нулю в этой окрестности.

Задача. Каждый раз будем направлять ось X через Γ и Δ . Разность их скоростей в проекции на ось ось скорости их сближения $\Delta v - 0 = v$, т.е. путь продвигая $\frac{v}{\Delta v} = t = \frac{1}{v} = 5 \text{ с}$

* Кривая.

Числовый, 6)

ЭМ движется по окружности со скоростью u и радиусом R в расстоянии между ЭМ и ЭК S , т.е. ее ускорение $\frac{u^2}{S}$.

Рассмотрим малое время Δt . Из перпендикулярности и постоянства скорости ЭМ и ЭК

следует подобие их траекторий, а значит, и подобие криволинейных, образованных

Малыми смещениями $\sqrt{S} \Delta t$ и $u \Delta t$, и

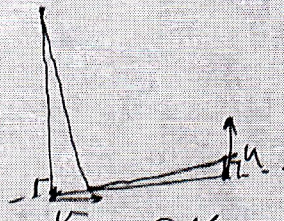
радиусами кривизны, т.е. радиус кривизны ЭК траектории

$R = \frac{\sqrt{S}}{u} S$, т.е. ускорение ЭК равно центрострем. $\frac{\sqrt{S}}{u} \frac{u^2}{S} =$

$= \frac{\sqrt{S}}{S} u$, откуда следует, что ускорение ЭК относится к ускорению ЭМ как $\frac{\sqrt{S}}{S} = \frac{1}{2}$

Ответ: $t = \frac{l}{v} = 5 \text{ с.}$

только в $k = \frac{\sqrt{S}}{u} = \frac{1}{2}$ раз.



Упробуе . (5)

$$2,575 \left(1 - \frac{1}{\lambda} \right) = 7,9138 \cdot 2,100 \cdot \frac{1}{\lambda}$$

$$\frac{1}{2700} + \frac{0,019100}{300 \cdot 126} = \frac{7}{300 \cdot 75} \cdot \frac{525}{525}$$

$$\frac{1 + 7,575}{2700} = \frac{236 \cdot 900}{996 \cdot 112 \cdot 4}$$

$$\frac{2,575}{450}$$

$$\frac{2,575}{90} = 28$$

$$\frac{2,575}{0,45} = 5,72$$

$$\frac{2,19 \cdot 0,48}{7,6 \cdot 0,45} = 0,09$$

= 16

$$\frac{1}{0,4} = 2,5$$

$$\frac{3,2}{4,6} = 0,69$$

$$\frac{103,18}{301,5,42} = 0,34$$

$$\frac{9,15}{5,22} = 1,75$$

$$I_0 = \frac{U}{R}$$

$$\frac{E}{R} = I_0$$

$$\frac{E}{R \cdot I_0} = I$$

$$\frac{2R}{E} = \frac{1}{I} - \frac{1}{I_0}$$

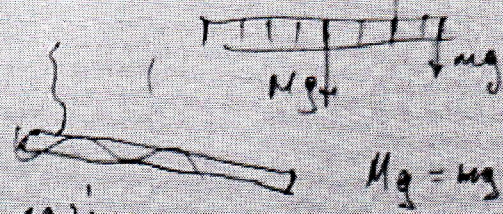
$$E = \frac{2R I I_0}{1 - I_0}$$



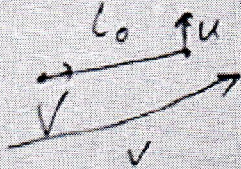
$$T_1 + T_2 = Mg + mg$$

$$\frac{1}{8} Mg L = \frac{1}{2} mg L = \frac{1}{4} T_2 L$$

$$T_2 = \frac{3}{2} L \cdot T_1 = \frac{1}{4} L = Mg \frac{1}{2} L$$



$$Mg = mg$$



$$0,4 \cdot 10 = 8 \quad 0,4 \cdot 19 = 7,6$$

