0 381493 360001

38-14-93-36
(144.3)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 7

Место проведения Казань
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Покори Воробьёвы горы"
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Хариной Арины Владимировны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«04» апреля 2025 года

Подпись участника

38-14-93-36
(144.3)

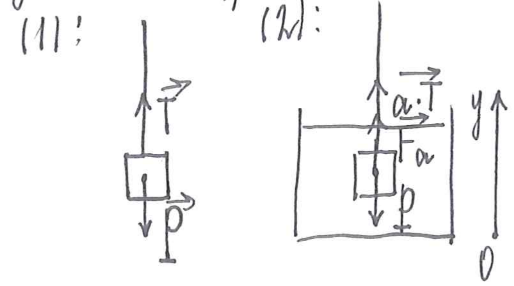
1	2	3	4	Σ
5	5	5	0	15
10	7	10	20	47

62

ЗАДАНИЕ №1.

Вопрос: заметим, что при опускании груза под воду на него начнет действовать и сила Архимеда, тогда запишем уравнение с условием плавание тела:

(1): (2):



Т.к. плотность жидкости меньше плотности материала груза, то значит груз будет погружен в воду полностью:

$$(Oy): \begin{cases} a\cdot\vec{T} + \vec{F_a} + \vec{p} = 0 \\ \vec{T} + \vec{p} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} a\cdot T + F_a - p = 0 \\ T - p = 0 \end{cases}$$

Запишем чему равны силы, действующие на тело:

$F_a = \rho g V$ (1)

$p = mg = 5\rho \cdot V \cdot g$ (2)

Подставим ур-я (1), (2):

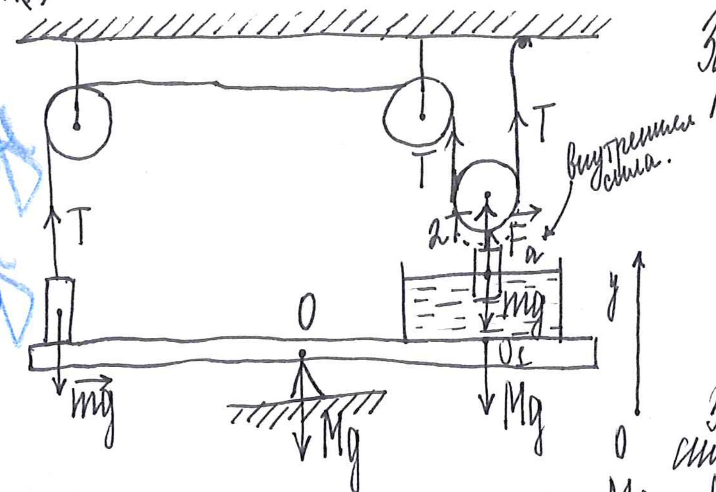
$$\begin{cases} a\cdot T + \rho g V - 5\rho g V = 0 \\ T - 5\rho g V = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} a\cdot T = 4\rho g V \\ T = 5\rho g V \end{cases} \div$$

Разделим ур-я друг на друга

$a = \frac{4}{5} \Rightarrow$ сила натяжения нити уменьшится, она изменится в $\frac{4}{5}$ раза, т.е. в 0,8 раз. +

ЗАДАЧА:



Запишем условие плавание тела для груза погруженного в воду:

$$(Oy): 2\vec{T} + \vec{F_a} + m\vec{g} = 0$$

$$2T + F_a - mg = 0$$

$$2T + \rho g V_п - mg = 0 \quad (1)$$

Запишем равновесие сил для рычага:

$$mg + Mg + Mg = T + 2T; \quad (2)$$

Запишем правило моментов для рычага:
отн. (0):

$$M_1+M_2+M_3+M_4=0$$

$$(mg-T)\frac{L}{2}+Mg\cdot 0=Mg\cdot L\cdot x+(mg-2T)\cdot L\cdot x$$

$$(mg-T)\frac{L}{2}=(Mg+mg-2T)\cdot L\cdot x$$

$$\frac{mg}{2}-\frac{T}{2}=Mg\cdot x+mg\cdot x-2T\cdot x \quad (3)$$

Решим систему из ур-й (2), (3):

$$\begin{cases}\frac{mg}{2}-\frac{T}{2}=Mg\cdot x+mg\cdot x-2T\cdot x,\\ mg+Mg+Mg=T+2T;\end{cases}$$

$$\begin{cases}2T\cdot x-\frac{T}{2}=Mg\cdot x+mg\cdot x-\frac{mg}{2}\\ 3T=2Mg+mg\end{cases}$$

$$\begin{cases}T=\dfrac{Mg\cdot x+mg\cdot x-\frac{mg}{2}}{2x-\frac{1}{2}}\\ T=\dfrac{2Mg+mg}{3}\end{cases}$$

$$\frac{Mg\cdot x+mg\cdot x-\frac{mg}{2}}{2x-\frac{1}{2}}=\frac{2Mg+mg}{3}$$

$$3x\cdot Mg+3x\,mg-1{,}5\,mg=4x\,Mg-Mg+2x\,mg-0{,}5\,mg.$$

$$3x\,Mg+3x\,mg-4x\,Mg-2x\,mg=-1{,}5\,mg-Mg-0{,}5\,mg$$

$$-x\cdot Mg+x\cdot mg=-2\cdot mg-Mg.$$

$$M\cdot x-m\cdot x=M+2m$$

$$x(M-m)=M+2m$$

$x=\dfrac{M+2m}{M-m}$ ⇒ центр сосуда расположен на $L_1=x\cdot L=\dfrac{M+2m}{M-m}\cdot L$ от т. О.

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Задача:

$S_1 = \frac{2\pi R}{2} = \pi R = S_2$

$S_1 = w \cdot R = v \cdot R = S_2$.

$\Downarrow$

$t_{встречи} = \frac{2R}{2v} = \frac{2R}{v-u+v+u} = \frac{R}{v} \Rightarrow S_A$ - расстояние первого, S_B - расстояние второго.

$S_A = t_{встречи} \cdot (v + \frac{1}{8} v) = t_{встречи} \cdot \frac{9}{8} v = \frac{R}{v} \cdot \frac{9}{8} \cdot v =$

$= R \cdot \frac{9}{8} = 16 \cdot \frac{9}{8} = 18$ км.

$S_B = 2R - S_A = 16 \cdot 2$ км $- 18$ км $= 32 - 18$ км $= 14$ км

$\Downarrow$

$l_A = |R - S_A| = 18$ км $- 16$ км $= 2$ км.

$l_B = |R - S_B| = 16$ км $- 14$ км $= 2$ км

Ответ: на расстоянии 2-ух км.

38-14-93-36 (144.3)

Пусть нить выпустили на бесконечно малую длину ΔX, тогда заметим, что чтобы система оставалась в равновесии все растяжение придется на подвижный блок, где длина нити увеличится на $\frac{\Delta X}{2}$ с каждой из сторон.

Запишем правило моментов для подвижного блока:

$T \cdot \Delta X + F_a \cdot \frac{\Delta X}{2} - mg \cdot \frac{\Delta X}{2} = 0$

$T + \frac{F_a}{2} - \frac{mg}{2} = 0$

Заметим, что можно записать и продолжить:

$T = \frac{(Mg+mg)\left(\frac{M+2m}{M-m}\right) - \frac{mg}{2}}{2\left(\frac{M+2m}{M-m}\right) - \frac{1}{2}} = \frac{(Mg+mg)(M+2m) - \frac{mg(M-m)}{2}}{2M + 4m - \frac{M}{2} + \frac{m}{2}}$

$= M^2 g$

Запишем правило моментов отн. O_1:

$mg \cdot \left(\frac{L}{2} + L \cdot \frac{M+2m}{M-m}\right) + Mg \cdot \left(L \cdot \frac{M+2M}{M-m}\right) = Mg \cdot \left(\frac{L \cdot M+2m}{M-m}\right)$

$\frac{1}{\frac{L}{2} + L \cdot \frac{M+2M}{M-M}}$

$\frac{1}{\frac{1}{2}} = \frac{M+2M}{M-m}$

$M - m = \cancel{2M} + 4m$

$2M + 2m = M + 2m$

$M = 4m \Rightarrow X = \cancel{\frac{4m+2m}{4M-m}} =$

Ошибка?!

Задание 2.

Вопрос: Заметим, что минимальная температура, при которой вода остается жидкой - это 0°С, а максимальная температура при которой она остается льдом также 0°С.

Если температура окружающей среды будет отлична от значение 0°С ⇒ будет достаточно тепла для перехода кристаллов льда в воду, при $t > 0°C$, а при $t < 0°C$ будет недостаточно тепла для поддержание воды в состоянии жидкости и она превратится в лед ⇒ температура окр-ей среды равна 0°С. +

Задача:

Запишем уравнение теплового баланса для ~~первой порции~~ засыпанного снега:

Q_1 - охлаждение воды в калориметре, $Q_1 = c \cdot m_в \cdot (t_к - t_н)$

Q_2 - нагревание мокрого снега, $Q_2 = c \cdot \Delta m (t_к - 0°C)$

Q_3 - таяние льда в мокром снеге, $Q_3 = \lambda \Delta m \cdot 0{,}8$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$c \cdot m_в \cdot (t_н - t_к) = c \cdot \Delta m \cdot t_к + \lambda \cdot \Delta m \cdot 0{,}8$$

Заметим, что чтобы новая порция снега растаяла не полностью необходимо, чтобы в данном уравнении $t_к = 0°С$, тогда следующая порция снега будет уже пребывать в тепловом равновесии с окружающей средой:

$$c \cdot m_в \cdot t_н = \lambda \cdot \Delta m \cdot 0{,}8$$

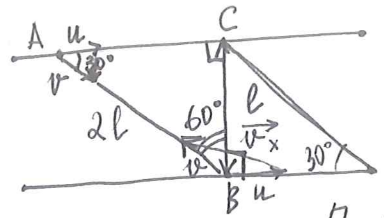
Найдем тогда отношение $\frac{\Delta m}{m_в}$:

$$\frac{\Delta m}{m_в} = \frac{c \cdot t_н}{\lambda \cdot 0{,}8} = \frac{4200 \cdot 59}{340 \cdot 10^3 \cdot 0{,}8} = \frac{42 \cdot 59}{340 \cdot 8} \Rightarrow m_в = \frac{1}{2} m$$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Задание 4.

Вопрос:



Рассмотрим △ABC, заметим, что он прямоугольный с углами 30°, 60° ⇒ AB = 2CB = 2l. Пусть t_1 - время, которое пловец плыл до т.B из т.A, тогда запишем т. Пифагора:

$$AC = \sqrt{4l^2 - l^2} = \sqrt{3} \cdot l$$

$$t_1 = \frac{2l}{v} = \frac{50}{3} \text{ с}$$

$$(v \cdot t_1)^2 = (u \cdot t_1)^2 + l^2$$

$$v^2 \cdot t_1^2 = u^2 \cdot t_1^2 + l^2$$

$$(2l)^2 = u^2 \cdot t_1^2 + l^2$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{3l^2}{u^2}} = \frac{l}{u} \cdot \sqrt{3} = \frac{25}{2} \cdot \sqrt{3}$$

Запишем чему равна v_2, сложим вектора v и u, тогда:

$$\vec{v} + \vec{u} = \vec{v_2}$$

$$v_2 = \sqrt{v^2 + u^2 - 2 \cdot v \cdot u \cdot \cos(150°)} = \sqrt{3^2 + 2^2 - 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2}} = \sqrt{13 - 6} = \sqrt{7},$$

$$-2 \cdot u \cdot v \cdot t_2^2 \cdot \frac{1}{2} + (v \cdot t_2)^2 + (u \cdot t_2)^2 = v_2^2 \cdot t_2^2$$

$$-2u \cdot v \cdot t_2^2 + 4l^2 + u \cdot t_2^2 = v_2^2 \cdot t_2^2$$

$$t_2^2 = \frac{-4l^2}{u - u \cdot v - v_2^2}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{4l^2}{u - u \cdot v - v_2^2}} = \frac{-2l}{\sqrt{u - u \cdot v - v_2^2}} = -\frac{50}{-11} \cancel{= \frac{50}{11}}$$

−

Из-за неправильно определённого направления тока показания получились отрицательными $\Rightarrow$

$I_2 = 8,2$ А.

Ответ: $I_2 = 8,2$ А.

38-14-93-36
(144.3)

Пусть m – масса воды, которая занимает полный объем калориметра.

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{42 \cdot 59}{2 \cdot 340 \cdot 8} \approx 0,456 \approx 45,6\%.$$

$$\begin{array}{r} 42 \\ \times 59 \\ \hline 378 \\ +210 \\ \hline 2478 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 340 \\ \times 16 \\ \hline 2040 \\ +34 \\ \hline 5440 \end{array} \qquad \begin{array}{r|l} 2478 & 5440 \\ -0 & 0,45551\ldots \\ \hline 24780 & \\ -21760 & \\ \hline 30200 & \\ -27200 & \\ \hline 30000 & \\ -27200 & \\ \hline 28000 & \\ -27200 & \\ \hline 18000 & \\ -5440 & \end{array}$$

Т.к. $\Delta m \sim \Delta V$, а $m \sim V \Rightarrow \frac{\Delta V}{V} \approx 45,6\% \Rightarrow$ будет добавлена ещё одна порция, равная по V оставшейся части в калориметре, а т.к. лёд далее таять не будет $\Rightarrow \frac{V_{добавленное}}{V} = 0,5$.

Заметим, что после каждой новой порции содержимого остается объем, равный:

$V_н - V_н \cdot 0,2 - V_н \cdot 0,8 \cdot 0,9 = V_н - V_н \cdot 0,2 - V_н \cdot 0,72 = V_н \cdot 0,92 \Rightarrow$

$V_н \cdot 0,456 = V_н$.

Ответ: ?

Задание 3.

Вопрос: Запишем чему равняется сопротивление источника, заметим что сопротивлением амперметра, т.к. он идеальный, можно пренебречь, тогда:

$$\begin{cases} \mathcal{E} = I_1 (R_1 + r) \\ \mathcal{E} = I_2 (R_2 + r) \end{cases} \div$$

$$1 = \frac{I_1}{I_2} \cdot \frac{(R_1 + r)}{(R_2 + r)}$$

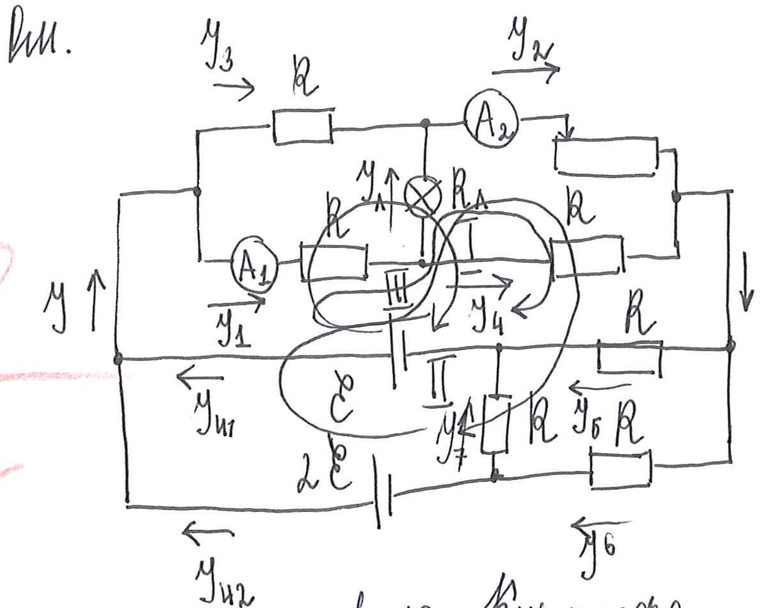
$$I_1 \cdot R_1 + I_1 \cdot r = I_2 \cdot R_2 + I_2 \cdot r.$$

$$(I_1 - I_2) r = I_2 \cdot R_2 - I_1 \cdot R_1.$$

$$r = \frac{I_2 \cdot R_2 - I_1 \cdot R_1}{I_1 - I_2} = -\frac{2\text{ Ом} \cdot 1{,}1\text{ A} + 4\text{ Ом} \cdot 0{,}6\text{ A}}{1{,}1\text{ A} - 0{,}6\text{ A}} = \frac{2{,}4 - 2{,}2}{0{,}5}\text{ Ом} =$$

$$r = 0{,}4\text{ Ом}.$$

Задача:



Запишем 2-е правило Кирхгофа для:

I контура:

$$\mathcal{E} = R \cdot I_1 + R_л \cdot I_л + I_2 \cdot R_p + I_5 \cdot R$$

II контура:

$$2\mathcal{E} = R \cdot I_1 + R_л \cdot I_л + I_2 \cdot R_p + I_6 \cdot R$$

Знаки!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

для внешнего контура:

$$2\mathcal{E} = R \cdot I_3 + R_p \cdot I_2 + R \cdot I_6$$

для III контура:

$$\mathcal{E} = R \cdot I_3 + R_p \cdot I_2 + I_5 \cdot R.$$

$$\begin{cases} 2\mathcal{E} - R \cdot I_3 - R_p \cdot I_2 = 2\mathcal{E} - R \cdot I_1 - R_л \cdot I_л - I_2 \cdot R_p. \\ \mathcal{E} - R \cdot I_3 - R_p \cdot I_2 = 2\mathcal{E} - R \cdot I_1 - R_л \cdot I_л - I_2 \cdot R_p \end{cases}$$

$$\begin{cases} R \cdot I_3 = R \cdot I_1 + R_л \cdot I_л \\ R \cdot I_3 = R \cdot I_1 + R_л \cdot I_л \end{cases}$$

Заметим, что по 1 закону Кирхгофа:

$$I_3 + I_л = I_2$$

$$I_3 = I_2 - I_л.$$

$$R \cdot I_2 - R \cdot I_л = R \cdot I_1 + R_л \cdot I_л$$

$$\frac{R_л}{R} = \frac{I_2 - I_1 - I_л}{I_л} = \frac{1{,}1 - 5{,}7 - I_л}{I_л} = \frac{-4{,}6}{I_л} - 1$$

$$\frac{R_л}{R} = \frac{I_2' - I_1' - 3I_л}{3I_л} = \frac{-5{,}6\text{ A} + I_2'}{3I_л} - 1$$

$$-\frac{4{,}6}{I_л} - 1 = \frac{-5{,}6 + I_2'}{3I_л} - 1$$

$$-\frac{4{,}6}{I_л} = \frac{-5{,}6 + I_2'}{3I_л}$$

$$-4{,}6 = \frac{-5{,}6}{3} + \frac{I_2'}{3}$$

$$\left(-4{,}6 + \frac{5{,}6}{3}\right) 3 = I_2'$$

$$I_2' = 5{,}6 - 4{,}6 \cdot 3 = 5{,}6 - \frac{4{,}6 \times 3}{13{,}8} = 5{,}6 - 13{,}8 = \cancel{-8{,}2\text{ A}}.$$

?

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!