0 490998 600007

49-09-98-60
(144.3)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 07

Место проведения Казань
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Покори Воробьёвы Горы"
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Садриевой Малики Робертовны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

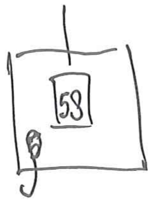
выход: 15^{03} – 15^{05}

Дата
« 4 » апреля 2025 года

Подпись участника
Садриева

Черновик

№1 Вопрос



$T_1 = 5\rho Vg$

$T_2 = 5\rho Vg - \rho Vg = 4\rho Vg$

$\frac{T_1}{T_2} = \frac{5}{4}$

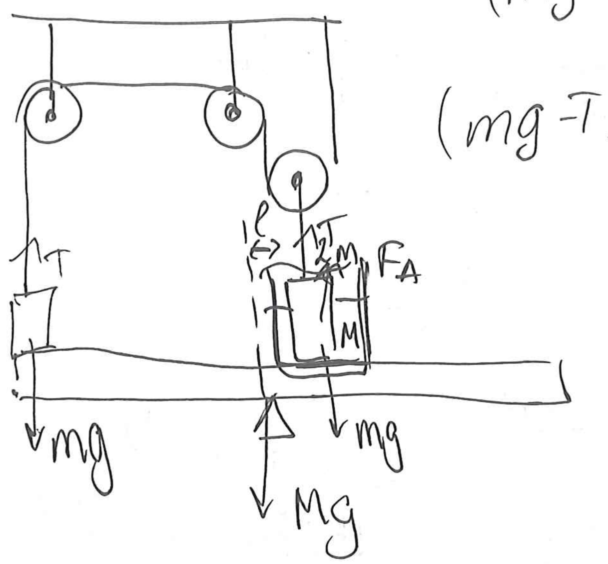
$mg - 2T$

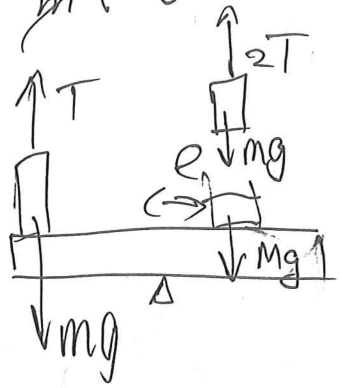
$2T + \rho_B g V = mg$

Задача

$(mg - T)\frac{L}{2} = \ell\left(Mg + \rho_B g \frac{\Delta x S}{S}\right)$ V

$(mg - T)\frac{x}{2} = \frac{mL}{4M}(Mg + mg - 2T)$





$(mg - T)\frac{L}{2} = \ell Mg$

$\frac{mg}{2} - \frac{T}{2} =$

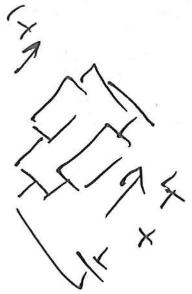
$= \frac{mg}{4} + \frac{m^2 g}{4M} - 2T$

$mg = 2T$; $T = \frac{mg}{2}$

$\frac{mg}{4} L = \ell Mg$ $\quad mL = 4\ell M$

$\ell = \frac{4\ell M}{m}$ $\quad \ell = \frac{mL}{4M}$

3,6
36
$\times$ 34
144
108
1224



59
$\times$ 5
295
$\times$ 42
590
1180
12390

$\frac{R}{R} = \frac{\frac{3x}{L}R_0}{R}$ $\quad \frac{3x}{L}R_0 = R$

49-09-98-60
(144.3)

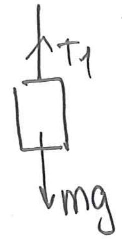
74 (семьдесят четыре)

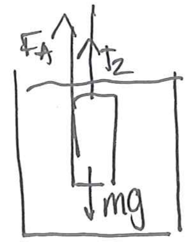
1	5	20
2	5	18
3	5	16
4	1	4
Σ	16	58

Чистовик

Задание 1:

Вопрос





1) $T_1 = mg$

2) $m = 5\rho Vg$ — V - объем тела, ρ - плотность воды

3) $T_2 + F_A = mg$

4) $F_A = \rho Vg$

$T_2 = mg - F_A$

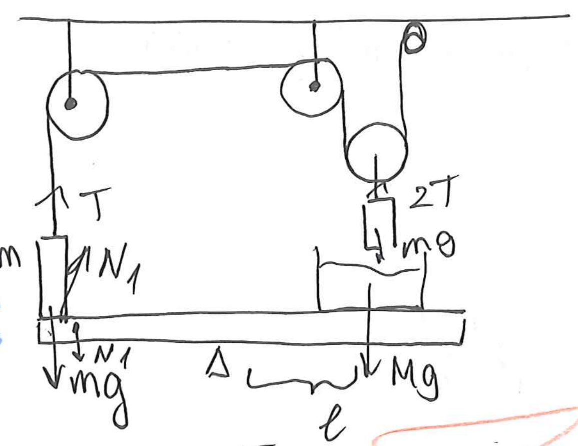
$T_2 = 5\rho Vg - \rho Vg = 4\rho Vg$

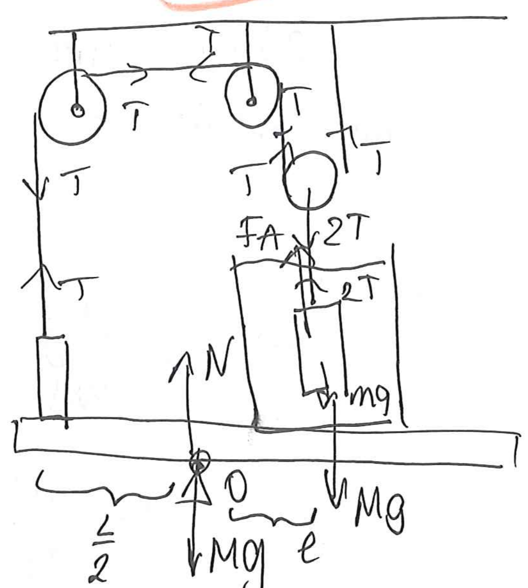
$T_1 = 5\rho Vg$

$T_1 > T_2$

$\frac{T_1}{T_2} = \frac{5}{4} = 1{,}25$, уменьшится в 1,25 +

Задача





$N_1 = mg - T$

$mg = 2T$

$N_1 \frac{L}{2} = \ell Mg$

$\left(mg - \frac{mg}{2}\right)\frac{L}{2} = \ell Mg$

$\frac{mgL}{4} = \ell Mg$

$\boxed{\ell = \frac{mL}{4M}}$

Не граничный случай $T \neq 0$

$mg = 2T + \rho_B gV$

~~Условие равновесия груза~~

Моменты относительно O

$\cancel{\frac{mgL}{2} = (Mg + mg - \rho_B gV)\ell}$

$(mg - T)\frac{L}{2} = (Mg + \rho_B gV)\ell$

Задание 1 (продолжение) Чистовик

$$(mg-T)\frac{x}{2} = (Mg+mg-2T)\frac{mx}{4M}$$

$$\frac{2\cdot mg}{2\cdot 2} - \frac{T}{2} = \frac{mg}{4} + \frac{m^2 g}{4M} - \frac{2Tm}{4M}$$

$$\frac{mg}{4} - \frac{T}{2} = \frac{m^2 g}{4M} - \frac{2Tm}{4M}$$

Заметим, что мы рассматриваем граничные случаи

1) Сила тяжести груза m правого компенсируется за счет силы натяжения 2T

2) $2T=0 \Rightarrow T=0$

Груз на дне сосуда, действует только сила архимеда

$T=0$

$$\frac{mg}{4} = \frac{m^2 g}{4M} \quad \Big|:\frac{mg}{4}$$

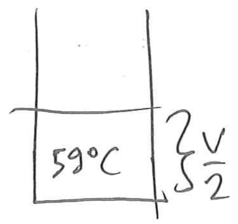
$$1 = \frac{m}{M}$$

$\boxed{m=M}$ $\boxed{l = \frac{mL}{4M} = \frac{L}{4}}$ +

Ответ: $m=M$

$l = \frac{L}{4}$

Черновик



$V_{льда} = 4V_{воды}$

N – кол-во порций

$\frac{V_л}{V_л+V_в} = 0,8$

$0,9V'_{льда} = V_{вода}$

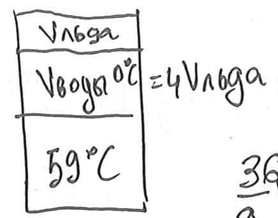
$0,9\rho_в = \rho_л$

$0,8V_л + 0,8V_в = V_л$

$0,8V_в = 0,2V_л$

$V_{льда} = \frac{10}{9}V_{воды}$

$c\,59\cdot\rho_в\frac{V}{2} = \lambda\rho_л V_{льда}$

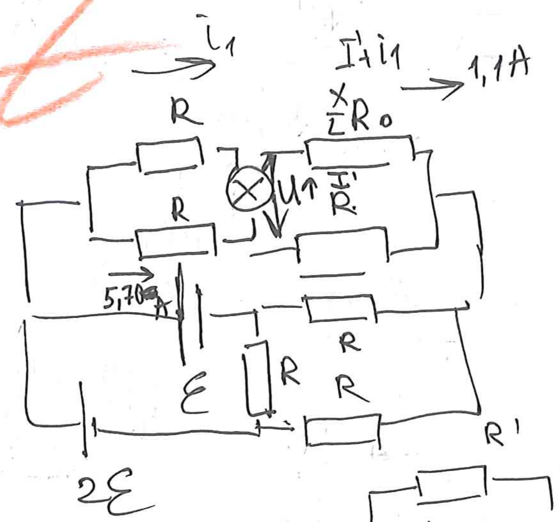


$=4V_{льда}$

$5\cancel{V_{льда}}_{воды} = \frac{1}{2}V = \frac{45}{9}V_{воды}$

$\frac{36}{9}V_в = 4V_{воды} + \frac{10}{9}V_{воды} = \frac{1}{2}V$

$\frac{46V_{воды}}{9} =$



$5,7R = Ri_1 + U$

$1,1A\frac{x}{L}R_0 = U + (4,6-i_1)R$

$1,1 = I' + i_1$

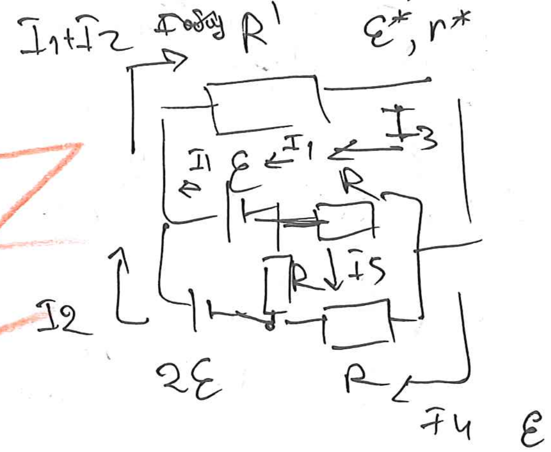
$5,7 - I' = 5,7 - 1,1 - i_1 = 4,6 - i_1$

$\mathcal{E}^* = (I_1+I_2)(R'+r^*)$

$2\mathcal{E} = (I_1+I_2)(R') \cancel{- RI_4} + RI_4$

$\cancel{I_3 + 3I_5 = I_2}$

$I_3 + 2I_5 = I_2$



$I_4 + I_5 = I_2$

$I_3 - I_5 = I'$

$I_3 = I_1 + I_5$

$I_3 + I_5 = I_4$

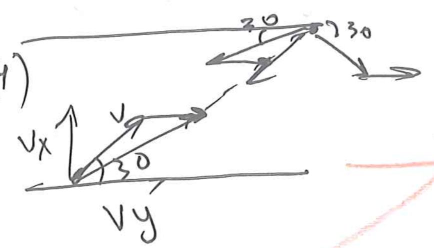
$\cancel{\mathcal{E} = (I_1+I_2)R'}$

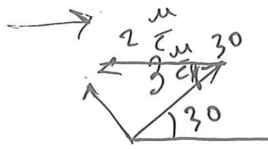
$\mathcal{E} = 2\mathcal{E} - \mathcal{E} = RI_5$

Черновик №1

$\mathcal{E} = \frac{1}{2}(I_1+I_2)R' + \frac{R}{3}(2I_2+2I_1) = \frac{(I_1+I_2)R'}{2} + \frac{R}{3}\left(I_2 + \frac{I_1}{2}\right)$

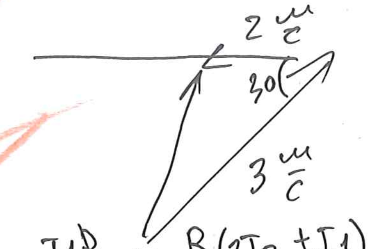
$\frac{(I_1+I_2)R'}{2} = \frac{R}{3}\left(\frac{I_1}{2} - \frac{4I_1}{2}\right)$





25м

$(I_1+I_2)R' = -R\cdot I_1$



$\sqrt{3}$ 30 2α α

$2\mathcal{E} = 2(I_1+I_2)R' + (2I_2+4I_1)\frac{R}{3}$

$2\mathcal{E} = (I_1+I_2)R' + \frac{R}{3}(2I_2+I_1)$

$\mathcal{E} + \frac{I_1}{3}R = \frac{R I_2}{3}$

$(I_1+I_2)R' = \frac{R}{3}(2I_2 + I_1 - 2I_2 - 4I_1)$

$2\mathcal{E} = -I_1R + \frac{R}{3}(2I_2+I_1) = -\frac{2}{3}I_1R + \frac{R}{3}I_2$

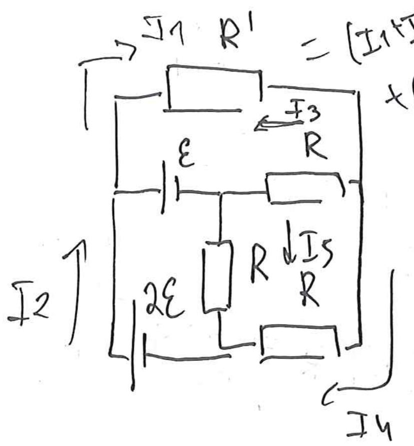
$x^2 = 9+4-2\cdot 2\cdot 3\frac{\sqrt{3}}{2}$

$(I_1+I_2)R' = \frac{R}{3} - 3I_1$

$\mathcal{E} = (I_1+I_2)R' + I_3R = (I_1+I_2)R' + \left(I_2 - \frac{2}{3}(I_2-I_1)\right) =$

$x^2 = 13 - 6\sqrt{3}$

$= -I_1R$



$= (I_1+I_2)R' + \left(\frac{I_2}{3} + \frac{2}{3}I_1\right) = 2I_4 - I_2 - I_5$

$I_3 + I_4 = I_1 + I_2$

$I_3 - I_5 = I_1$

$I_4 = I_2 - I_5$

$= \frac{R}{3}(I_2 + 2I_1)$

$I_5 + I_4 = I_2$

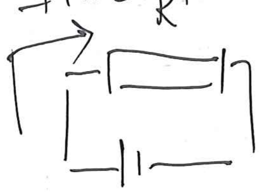
$I_5 - I_2 - I_4$

$I_3 + I_5 = ~~I_4~~ = I_2 - I_5$

$\frac{I_2+I_5}{3} = 2I_4$

$I_3 + 2I_5 = I_2$

$\mathcal{E} = RI_5 = R(I_2 - I_2)$



$2\mathcal{E} = (I_1+I_2)R' + I_4R = (I_1+I_2)R' + \left(I_2 - \frac{I_2-I_1}{3}\right)R = \left(\frac{2}{3}I_2 + \frac{I_1}{3}\right)R = \frac{R}{3}(2I_2+I_1)$

$I_3 - I_1 = I_5$

$I_5 = I_2 - 2I_5 - I_1$

$\frac{2I_5}{3} + I_2 - I_1 = I_5$

$I_1 + I_2 = I_5$

$3I_5 = I_2 - I_1$

$\mathcal{E} = -I_1(2r^* - R) + \frac{3\mathcal{E}}{R}r^*$

$\mathcal{E}^* = (I_1+I_2)R' + (I_1+I_2)r^*$, $(I_1+I_2)R' = -I_1R$

$\mathcal{E}^* =$

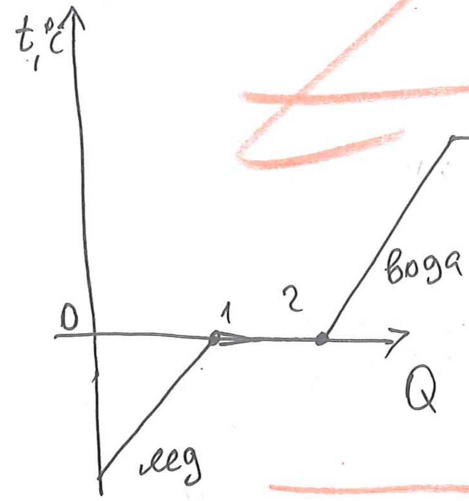
$\mathcal{E} = -I_1R + \left(I_1 + \frac{3\mathcal{E}}{R} + I_1\right)r^*$

49-09-98-60 (144.3)

Чистовик

Задание 2.

Вопрос:



Точки 1 и 2 – прямая, которая характеризует, что при $t = 0°C$ может одновременно существовать вода и лед при н.у.

t мокрого льда $= 0°C$

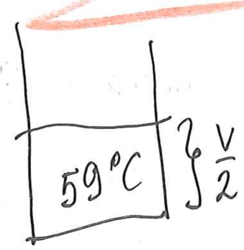
+

Задача:

$0{,}9\rho_в = \rho_л$

$C = 4200 \frac{Дж}{кг\cdot °C}$

$\lambda = 340 \frac{кДж}{кг}$



снег

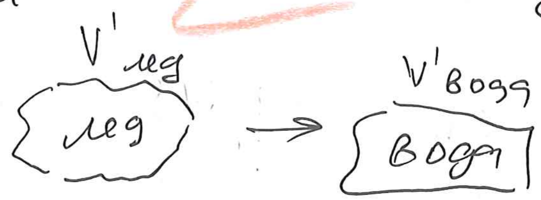
(1) $\frac{V_{лед}}{V_{лед}+V_{вода}} = 0{,}8$

$V_{лед} = 0{,}8V_{лед} + 0{,}8V_{вода}$

$0{,}2V_{лед} = 0{,}8V_{вода}$

$V_{лед} = 4V_{вода}$

Заметим, что можно засыпать ~~лед~~ снег пока не кончится место, либо до тех пор, пока снег не сможет больше таять (т.е. t калориметра $= 0°C$)



$m = const$

(2) $V'_{лед}\rho_л = \rho_в V'_{вода}$

$V'_{лед}\, 0{,}9\rho_в = \rho_в V'_{вода}$

$0{,}9V'_{лед} = V'_{вода}$

Рассмотрим, что произойдет после засыпания 1-ой порции

$V_{вода} = \frac{V}{10}$

$V_{лед} + V_{вода} = 5V_{вода} = \frac{V}{2}$ (по условию) $V_{льда} = \frac{4V}{10}$

Задание 2 (продолжение) Чистовик

после перехода льда в воду (т.к. $\lambda \rho_л V_{льда} = \lambda\, 0{,}9\rho_в \frac{4}{10}V$ ... $59c\rho_в \frac{5}{10}V$)

$V_{вод\,п} + 0{,}9 \cdot 5\, V_{вода} = \cancel{4{,}6}\, V_{вод\,п}$ $4{,}6 V_{вод\,п} = \frac{46V}{100} = 0{,}46V$

Условие на достижение $t=0$

$c \cdot 0{,}5V\rho_в \cdot (59-0) = \lambda V_л \rho_л = \lambda V_л \cdot 0{,}9\rho_в$

$59 \times 5 = 295$; $295 \times 4{,}2 = 1239{,}0$

$\frac{1239}{9\lambda} = \frac{413}{3\lambda}$

$V_л = \frac{59 \cdot 0{,}5cV}{\lambda \cdot 0{,}9} = \frac{1239}{9\lambda}V = \frac{413}{3060}V$

$340 \times 3 = 1020$; $1020 \times 3 = 3060$

$V_л$ добавленного в сего $\frac{413}{3060}V$

~~$V_{снега}$~~ $V_{л\to в} = \cancel{0{,}9} \cdot \frac{59 \cdot 0{,}5cV}{\lambda \cdot \cancel{0{,}9}}$

$21 \times 5 = 10{,}5$; $10{,}5 \times 59 = 619{,}5$

$V_{добавленного} = \frac{4 \cdot 59 \cdot 0{,}5cV}{4\lambda} + \frac{59 \cdot 0{,}5cV}{4\lambda} = \frac{0{,}5cV59}{4\lambda} \cdot 5 =$

$619{,}5 : 4 = 153{,}875$

$= \frac{2{,}1 \cdot 59 \cdot 5}{4\lambda} = \frac{619{,}5}{4 \cdot \lambda}V = \frac{153{,}875}{\lambda}V = \frac{153{,}875}{340}V$

$V_{ост} = V - \frac{1}{2}V - \frac{153{,}875}{340}V = \frac{170 - 153{,}875}{340}V \approx$

1 нач. порция воды

$\approx \frac{70-54}{340} = \frac{16}{340} = \frac{8}{170}V = \frac{4}{85}V \approx 0{,}047V$

$4{,}00 : 85 = 0{,}047$

$\eta = \frac{V - V_{ост}}{V} = \frac{1 - 0{,}047}{1} = \frac{100 - 4{,}7}{100} = \frac{95{,}3}{100} \approx 0{,}953 =$

$= 95{,}3\%$

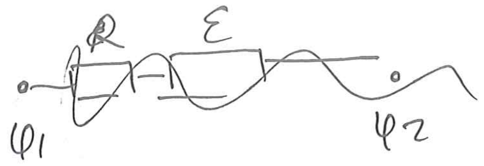
N - кол-во порций

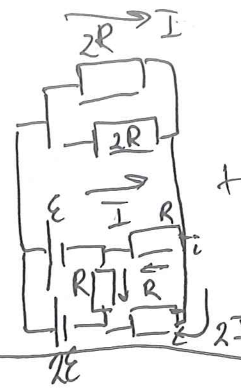
$N = \frac{V_л}{V_{льда}} = \frac{\frac{413}{3060}V}{\frac{4V}{10}} = \frac{413}{306} \approx 2$ порции

Ответ: 2 порции, 95,3 %

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Черновик №2





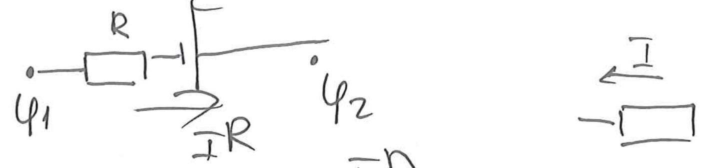
для сбалансированного моста

$\varepsilon = 2RI + iR$

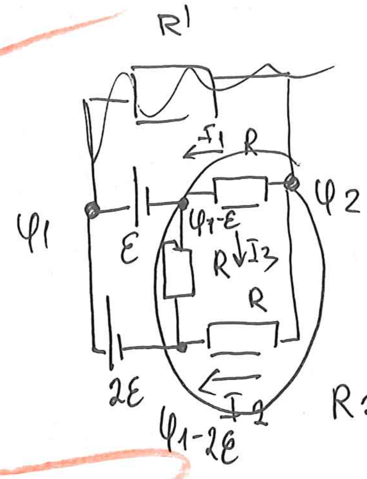
$2\varepsilon = 2RI + (2I - i)R$

$3\varepsilon = 6RI$ $i = I$

$\varepsilon = 3RI$



$\varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon = IR$



R экв

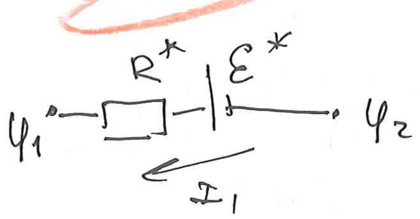
$\varphi_1 - \varphi_2 = -I_1R + \varepsilon$

$\varphi_1 - \varphi_2 = -I_2R + 2\varepsilon$

$$\begin{cases} \varepsilon - I_1R = 2\varepsilon - I_2R \\ I_1 + I_3 = I_2 \\ \varepsilon = RI_3 \end{cases}$$

$\varepsilon = (I_2 - I_1)R$

$I_2 - I_1 = I_3$



~~$I_1 + \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon}{R} + I_1$~~

~~$\varphi_1 - \varphi_2 = \varepsilon^* - I_1r^*$~~

$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{2}{3}\varepsilon - (I_1 + I_2)r$

$\frac{2}{\varepsilon} + \frac{1}{2\varepsilon} = \frac{1}{\varepsilon^*}$

$\varepsilon - I_1R = \frac{2}{3}\varepsilon -$

$\frac{2}{3}\varepsilon$

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

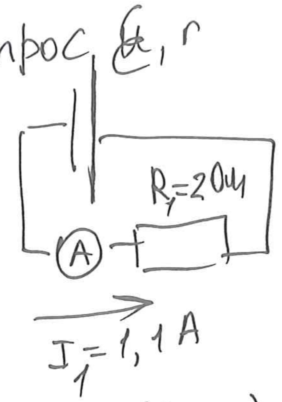
Уравнения решаемо. Чистовик

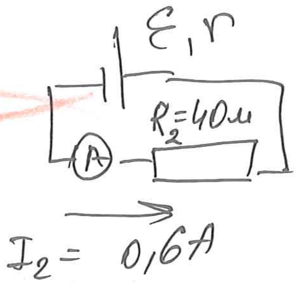
49-09-98-60 (144.3)

Чистовик

Задание 3.

Вопрос





(1) $\mathcal{E} = I_1(R_1+r)$ (2) $\mathcal{E} = I_2(R_2+r)$

$$I_1(R_1+r) = I_2(R_2+r)$$

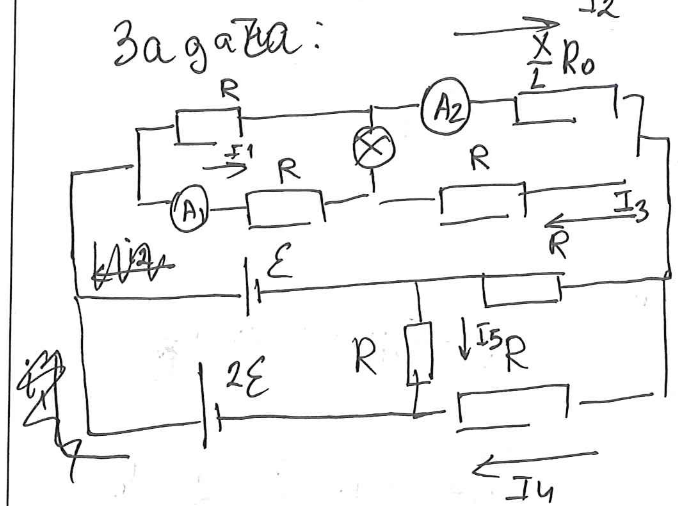
$$r(I_1-I_2) = I_2R_2 - I_1R_1$$

$$r = \frac{I_2R_2 - I_1R_1}{I_1 - I_2}$$

$$r = \frac{0{,}6\cdot 4 - 1{,}1\cdot 2}{1{,}1-0{,}6}\text{ Ом} = \frac{2{,}4-2{,}2}{0{,}5}\text{ Ом} = \frac{0{,}2}{0{,}5}\text{ Ом} = 0{,}4\text{ Ом}$$

+

Задача:



$x = x$

(1) $\mathcal{E} = RI_1 + \frac{x}{L}R_0I_2 + I_3R$

(2) $2\mathcal{E} - \mathcal{E} = -I_3R + I_4R = \mathcal{E}$

$I_5R = \mathcal{E}$

~~$I_3 - I_4 = I_5$~~

+

см. черновик №1 и №2

Следует ввести эквивалентный источник из

$x' = 3x$

$$\mathcal{E} = RI_1' + \frac{3x}{L}R_0I_2' + I_3'R$$

$$2\mathcal{E} - \mathcal{E} = -I_3'R + I_4'R = \mathcal{E}$$

Задача упростится до следующей:

$I_3 + I_5 = I_4$ $\cancel{0{,}4R} =$

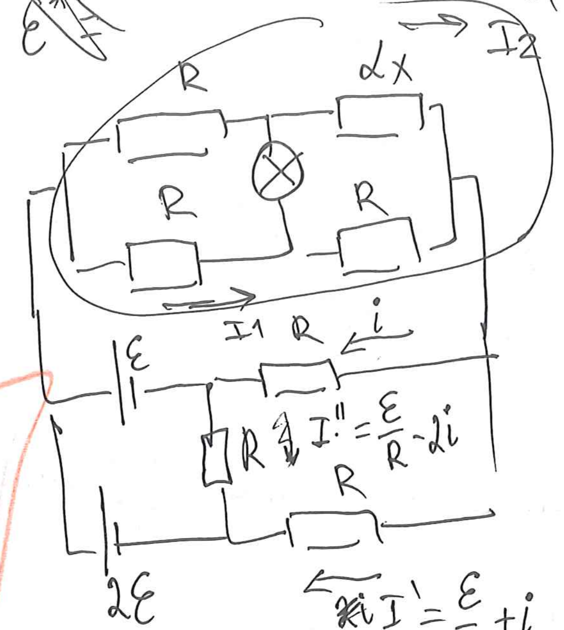
$I_3' = I_3$ ~~$5{,}7R + 1{,}1\frac{x}{L}R_0 = 5{,}6R + 3I\frac{x}{L}R_0 = \frac{x}{L}R_0(3I - 1{,}1)$~~

Чистовик

$\frac{R_0}{L} = \alpha$

$\mathcal{E}^*$

U



~~мост сбалансирован для~~ $\alpha x = R$

$\mathcal{E} = U + iR$

$2\mathcal{E} = U + I'R$

$2\mathcal{E} = \mathcal{E} - iR + I'R$

$\mathcal{E} = (I' - i)R$

$I'' + i = I'$

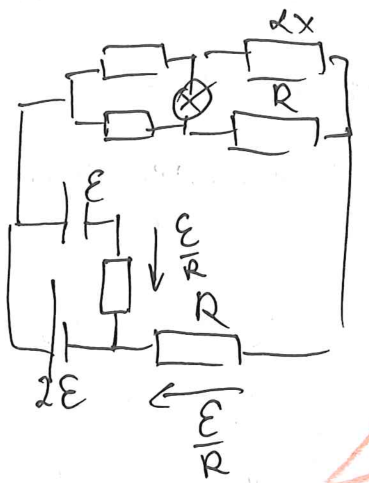
$I'' = \frac{\mathcal{E}}{R} - 2i$

$2\mathcal{E} - \mathcal{E} = \left(\frac{\mathcal{E}}{R} - 2i\right)R$

$\mathcal{E} = \mathcal{E} - 2iR$

$i = 0$

$2\mathcal{E} = I_1 R + I_2 \alpha x + \mathcal{E}$



$2\mathcal{E} = I_1' R + 3\alpha I_2 x + \mathcal{E}$

$5{,}7R + 1{,}1\alpha\alpha = 5{,}6R + 3\alpha I_2 x$

$0{,}1R = \alpha x(3I_2 - 1{,}1)$

$0{,}1 = 3I_2 - 1{,}1$

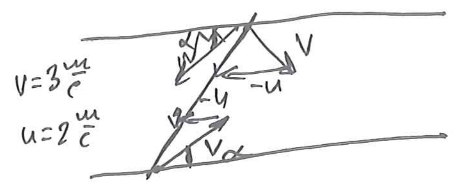
$I_2 = 0{,}4A$

Ответ! $I_2 = 0{,}4A$

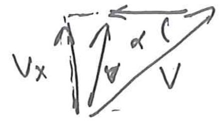
Следует решать в не общем виде и не смешивать буквенные обозначения и численные значения.

Задание 4 Чистовик

Вопрос:

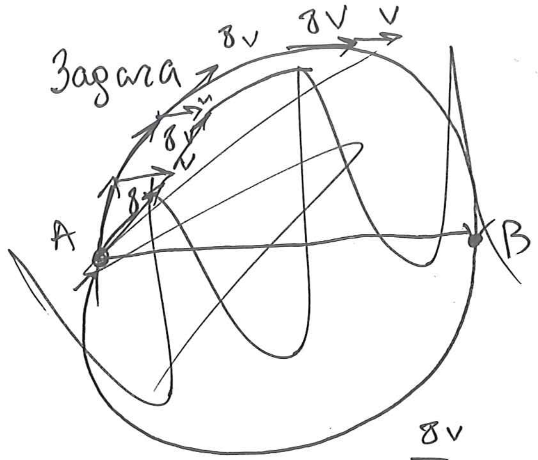


В СО реки



$V_x = V\cos\alpha$

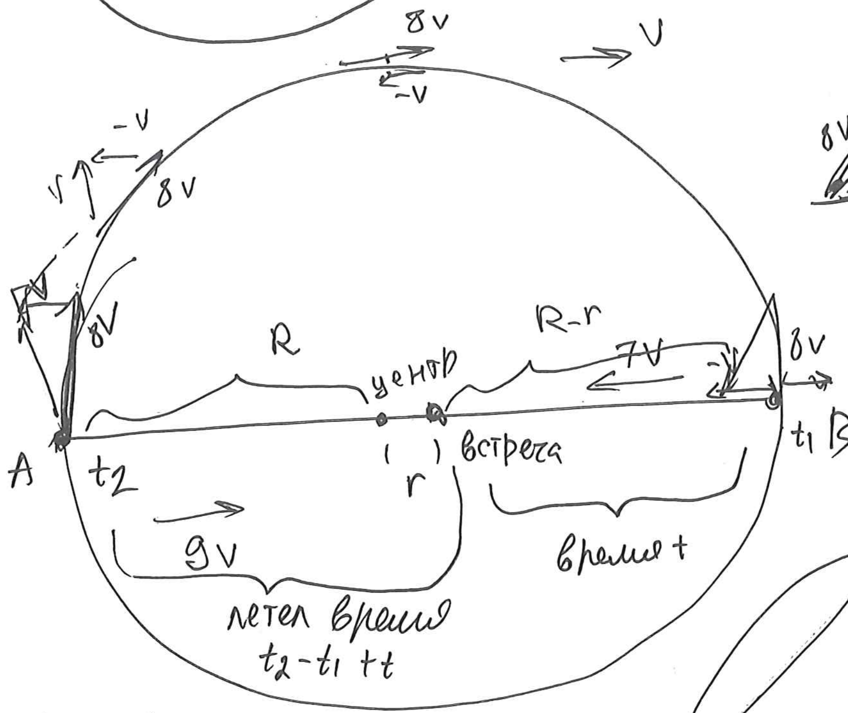
$\tau = 2t = 2\frac{H}{V\cos\alpha} = 2\cdot\frac{25}{\frac{3\cdot\sqrt{3}}{2}} = \frac{100}{3\sqrt{3}}$ с



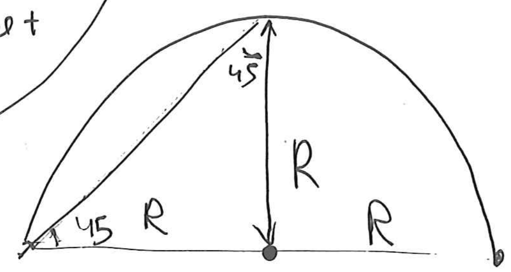
Скорость вертолета = 8V

В СО ветра

$\vec{V}_{верт, ветер} = \vec{V}_{ветер, воздух} + \vec{V}_{воздух, ветер}$



Рассмотрим как движение по параболе ~~оценки~~ будем для S=R



Т.к. $t_1 \neq t_2$, $t_2 > t_1$ $t = \frac{R-r}{7V}$

~~$\frac{R+r}{9V}(t_2 - t_1)$~~

$R - r = 7Vt;$

$R + r = 9Vt(t_2 - t_1)$

$2R = (8V\cos\alpha + V)t_1$

$\alpha =$

$2R = 8V\sin\alpha\,\frac{t_1 + t_2}{2}$

$R + r = \frac{9(R-r)}{7}\left(\frac{2R}{8V\cos\alpha - V} - \frac{2R}{8V\cos\alpha + V}\right)$ ~~$R = 8V\sin^2\alpha$~~

$2R = (8V\cos\alpha - V)\ t_2$