



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 9 - 08

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

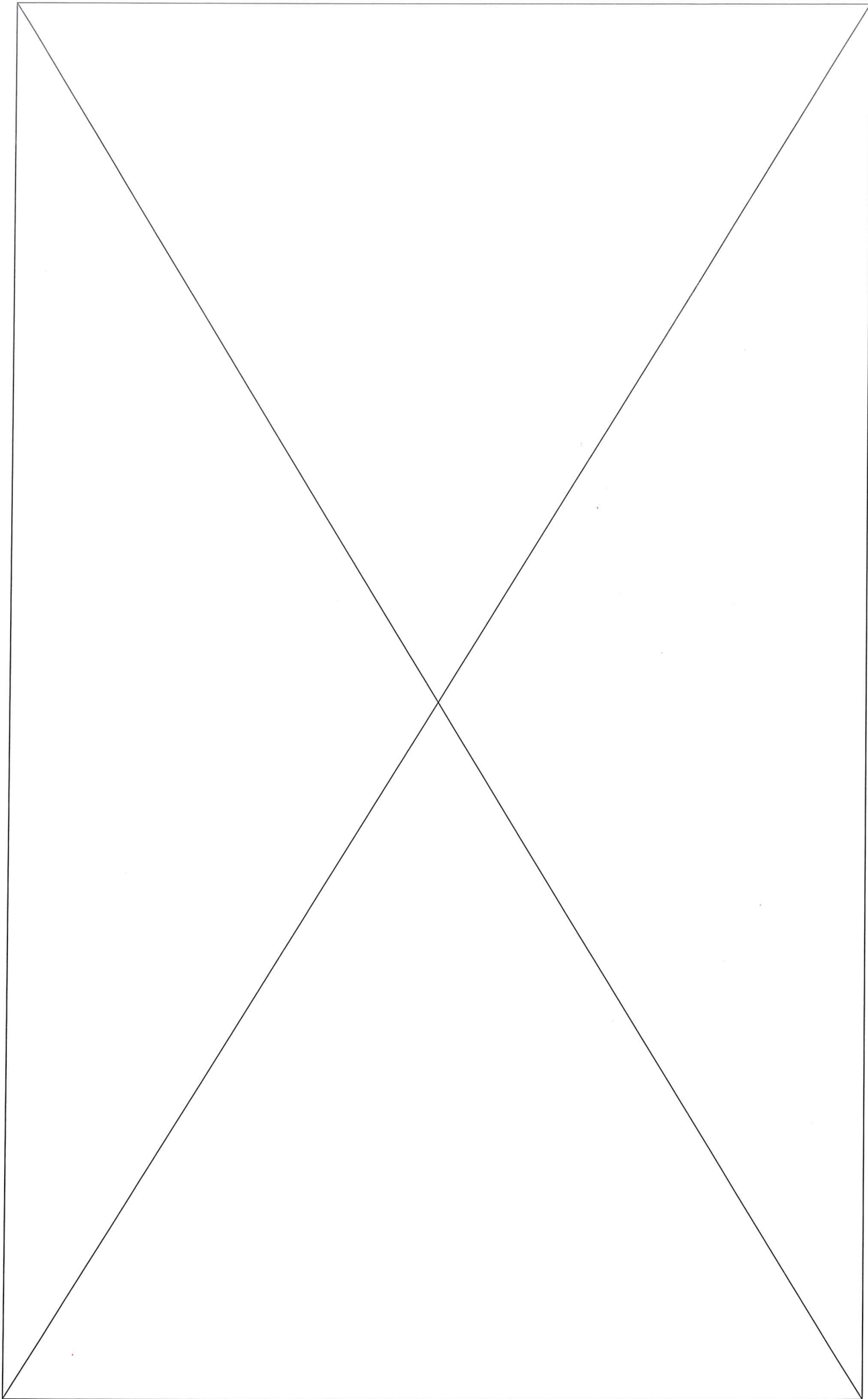
Олимпиада школьников Покори Воробьевы горы
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

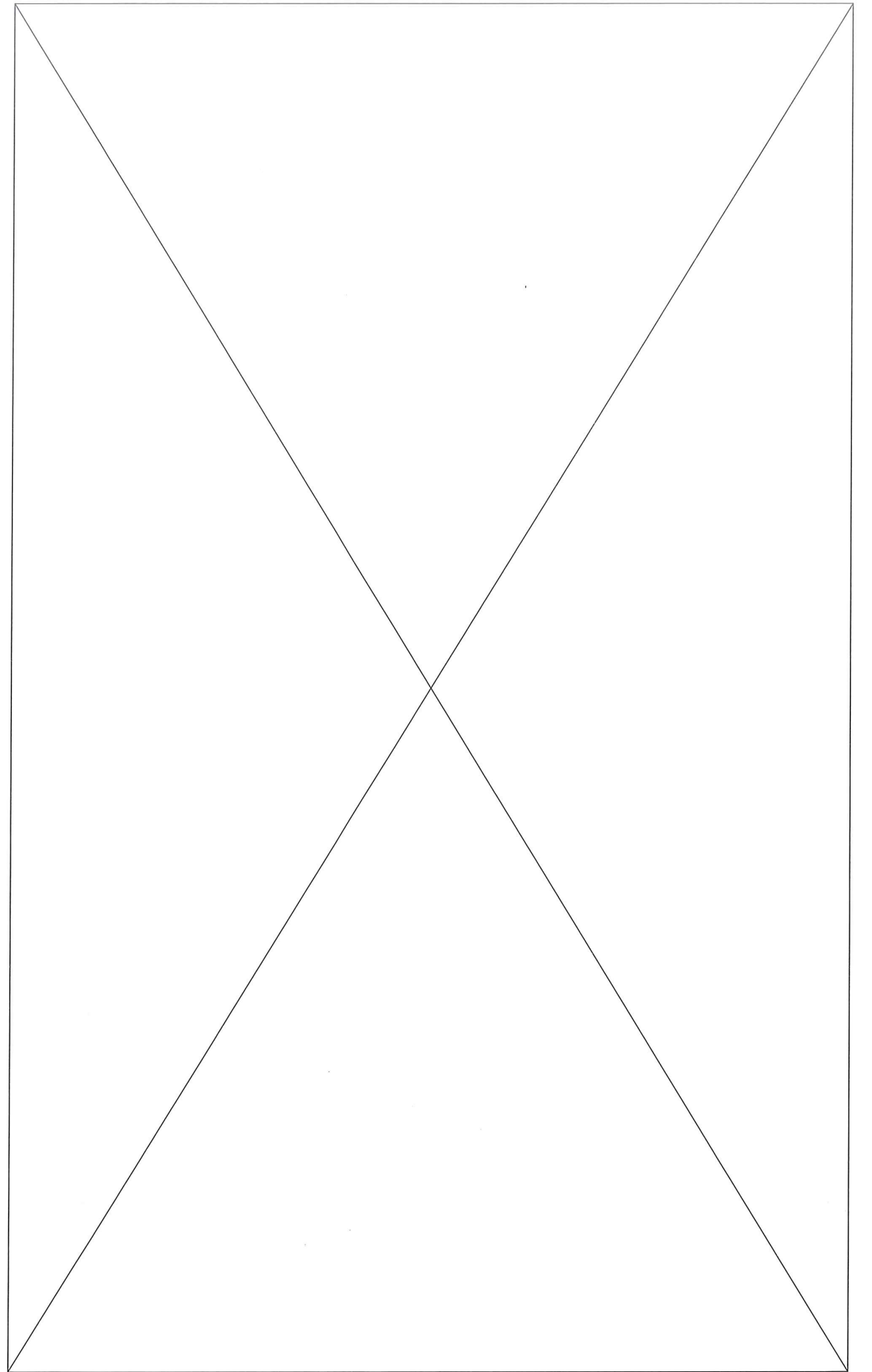
Кирьянова Анна Дмитриевна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
« 3 » апреля 2026 года

Подпись участника
AKB

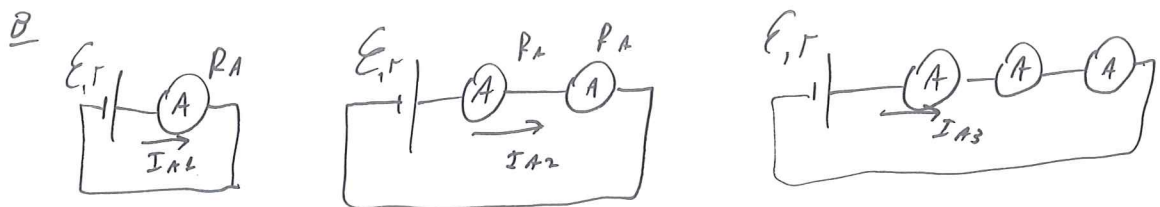


Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

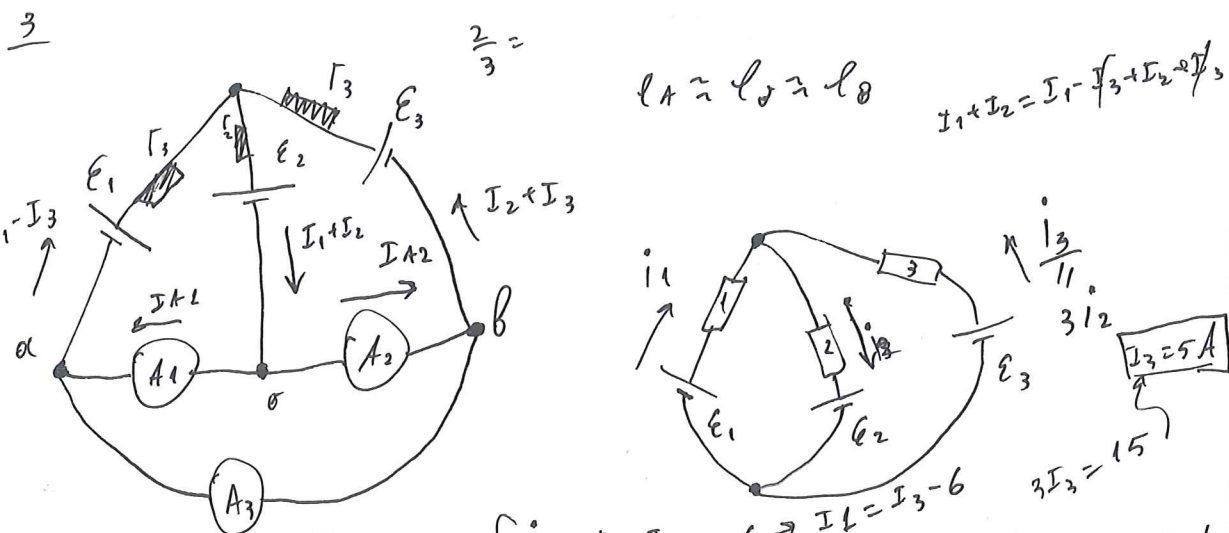
Черновик



$$\begin{cases} E = I_{A1}(r + R_A) \\ E = I_{A2}(r + 2R_A) \\ E = I_{A3}(r + 3R_A) \end{cases}$$

$$\begin{aligned} 6r + 6R_A &= 4r + 8R_A \\ 2r &= 2R_A \rightarrow r = R_A \end{aligned}$$

$$I_{A3}(r + 3r) = I_{A1}(r + r) \Rightarrow I_{A3} = I_{A1} \frac{2r}{4r} = \frac{I_{A1}}{2} = 3A$$



$$\begin{cases} i_1 = I_1 - I_3 = -6 \rightarrow I_1 = I_3 - 6 \\ i_2 = I_1 + I_2 = 3 \rightarrow I_1 = 3 - I_2 \\ i_3 = I_2 + I_3 = 9 = 2I_3 + I_1 = 2I_3 + I_3 - 6 = 3I_3 - 6 \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_1 - E_2 = i_1 r_1 + i_2 r_2 \Leftrightarrow 0 = 3i_1 + 6i_2 \\ E_3 - E_2 = i_3 r_3 + i_2 r_2 \Leftrightarrow 22 = i_3 + 6i_2 = 3i_2 + 6i_2 = 9i_2 \rightarrow i_2 = 3A \\ E_3 - E_1 = i_3 r_3 - i_1 r_1 \Leftrightarrow 22 = i_3 - 3i_1 \end{cases}$$

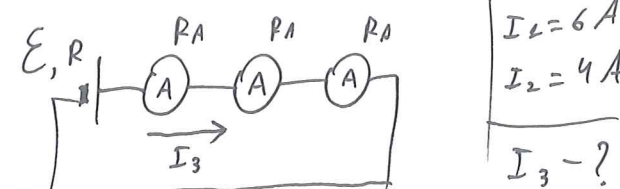
$$i_3 + 6i_2 = i_3 - 9i_1 \rightarrow 2i_2 = -i_1 \rightarrow 3i_3 = i_2 - i_1 = i_2 - (-2i_2) = 3i_2 = 9A$$

$$i_1 = -2i_2 = -6A$$

Чистовик

вопрос: Тусит сопр. аккумулятора R, а амперметров RA:

$$\begin{cases} E = I_1(R + R_A) \\ E = I_2(R + 2R_A) \\ E = I_3(R + 3R_A) \end{cases}$$

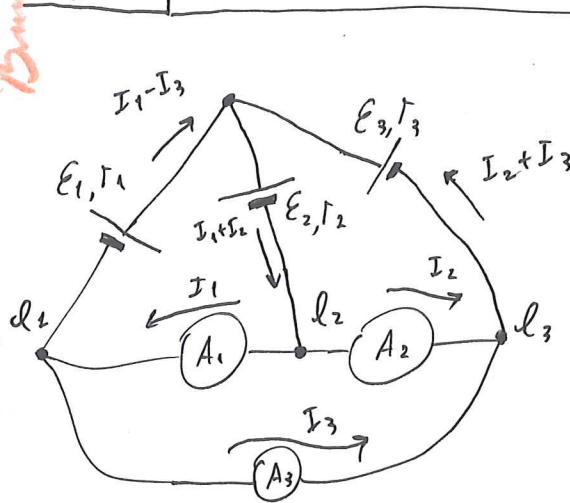


$$I_1 R + I_1 R_A = I_2 R + 2I_2 R_A \rightarrow R(I_1 - I_2) = R_A(2I_2 - I_1) \rightarrow$$

$$\rightarrow R = R_A, \quad I_1(R + R) = I_3(R + 3R) \rightarrow I_3 = \frac{I_1}{2} = 3A$$

Ответ: $I_3 = 3A$

ЗАДАЧА | $E_1 = E_2 = 22V$; $E_3 = 2E_1$; $r_1 = 3\Omega$; $r_2 = 6\Omega$; $r_3 = 1\Omega$



1. Составим ток в цепи, учитывая I правило Кирхгофа (направления могут не совпасть)

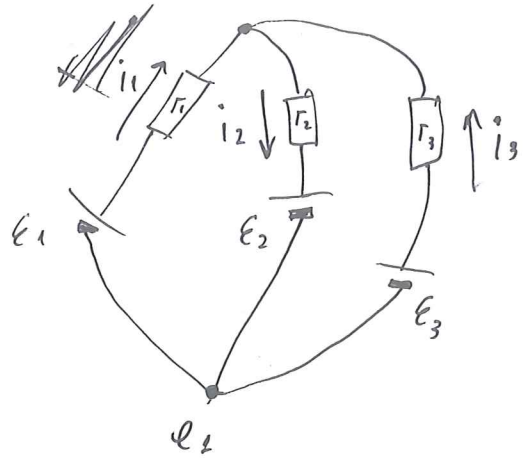
$$\begin{cases} l_1 - l_3 = I_3 \cdot R_A \\ l_1 - l_3 = (l_1 - l_2) + (l_2 - l_3) = -I_1 R_A + I_2 R_A \end{cases} \Rightarrow I_2 = I_1 + I_3 \quad (\alpha)$$

Познать пот.-об $(l_1 - l_3)$ можно заметить, считая, что 2 амперметра есть всё очень малые сопр. RA. (добые сопр. в уравнения не вводим)

• Теперь, в масштабах всей цепи, можно считать, что $l_1 \approx l_2 \approx l_3$. Перепишем цепь, учитывая это предположение.

3) задача (прод.)

числовик



$$\begin{cases} i_1 = I_1 - I_3 \\ i_2 = I_1 + I_2 \\ i_3 = I_2 + I_3 \end{cases}$$

допускаем новые токи

• $i_1 + i_3 = i_2$

II правило Кирхгофа для 3-х контуров:

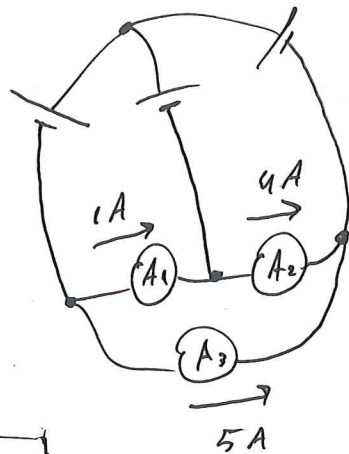
$$\begin{cases} E_1 - E_2 = i_1 \cdot R_1 + i_2 \cdot R_2 \\ E_3 - E_2 = -i_2 \cdot R_2 + i_3 \cdot R_3 \\ E_3 - E_1 = i_3 \cdot R_3 - i_1 \cdot R_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 0 = 3i_1 + 6i_2 \\ 22 = i_3 + 6i_2 \\ 22 = i_3 - 3i_1 \end{cases}$$

Решая систему находим: $i_1 = -6A$; $i_2 = 3A$; $i_3 = 9A$ (т.е. i_1 другое напр.)

Подставляем в формулы для I_1, I_2, I_3 и учитывая ср.-е. (α), получаем:

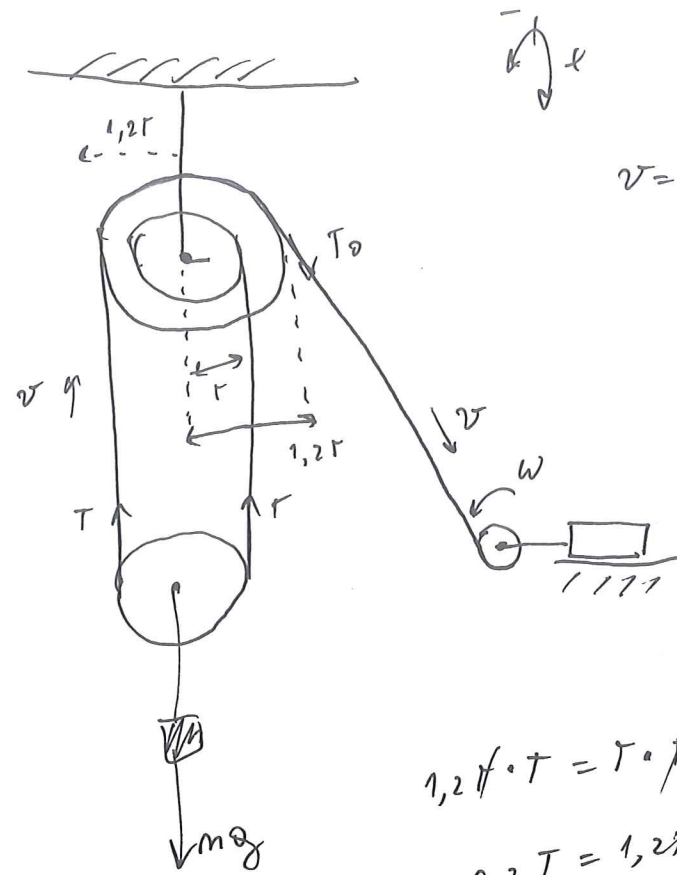
$I_1 = -1A$; $I_2 = 4A$; $I_3 = 5A$

(I_1 - отри. т.к. направление другое). Точно так же, как на рис. справа. (Внимательно и решение систем есть на черновике на последней листе в комплекте)



Ответ: $I_{A1} = 1A$; $I_{A2} = 4A$; $I_{A3} = 5A$

черновик



$v = \omega r = 30 \frac{1}{c} \cdot 12 \text{ cm} =$

$= 360 \frac{\text{cm}}{c}$

$1,2r \cdot T = T_0 r + 1,2r T_0$

$0,2T = 1,2T_0$ $f_4 = 200$

$1,5 \cdot 2 - 60 = 100$

$2,5 = 160$ $2 \cdot 12$

$5 = 320$ $\frac{2}{12} = \frac{1}{6} T_0$ $\frac{320}{5} = \frac{640}{10}$

160 $\frac{160}{5} = 320$ $6 = 640$

$1,5 (t_1 - 0) = 1(100 - t_1)$ 20

$1,5 (t_1 -$

$1,5 t_1 = 100 - t_1$ $2,5 t_1 = 100 \rightarrow t_1 = 40$

$2,5 t_1 = 200 \Rightarrow t_1 =$

$1,5 (t_2 - 40) = 1(100 - t_2)$

$2,5 t_2 = 130$ $5 t_2 = 260$ $\frac{260}{5} = 52$

$1,5 t_2 - 60 = 100 - t_2$

$5 t_2 = 320$ $t_2 = 64$

$2,5 t_2 = 160$

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

Черновик

$m_1 = 3m$
 $m_2 = 2m$

$2cm \cdot h_{100} = 200cm \cdot h$
 $h = 100cm$

$1,5 h_f = 0,5 \cdot 100 - 0,5 h_f$
 $2 h_f = 50$
 $h_f = 25$

$1,5 cm (h_f - 50) = 0,5 cm (100 - h_f)$
 $1,5 h_f - 75 = 50 - 0,5 h_f$
 $2 h_f = 125 \rightarrow h_f = 62,5$

$1,5 cm (h_f - 0) = 0,25 (100 - h_f)$
 $1,5 h_f = 25 - 0,25 h_f$
 $1,75 h_f = 25$
 $h_f = 14,3$

$1,5 h_f - 1,5 \cdot \frac{100}{3} = 75 - 0,75 h_f$
 $2,25 h_f = 75$
 $h_f = 33,3$

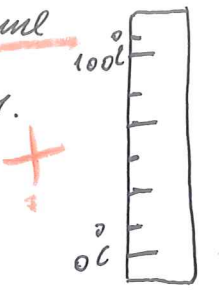
$2,25 h_f = 75 + \frac{150}{3} = 125$
 $h_f = 55,6$

$1,5 (h_f - 25) = 1,5 (100 - h_f)$
 $1,5 h_f - 37,5 = 150 - 1,5 h_f$
 $2 h_f = 187,5$
 $h_f = 93,75$

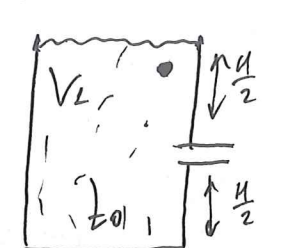
99-69-48-19
(137.1)

② Вопрос: Шкала Цельсия удобна для ^{числовых} данных температур: 0° означает заморозки воды (при P_0), а 100° — затвердевание льда.

Шкала Цельсия совпадает со шкалой Кельвина т.е. значения шкалы Цельсия прямо измерены отгол. шкалы Кельвина. Это удобство позволяет шкале Цельсия быть основной температурой.



Задания



Намные моменты в первом сосуде мы знаем, что температура в нем $t_0 = 0^\circ$

И известна температура воздуха и внешнего $t_{100} = 100^\circ$

Мы имеем систему с двумя "тепловыми банками" в $Q_1 = Q_2 = \rho g V_1 \cdot t_{100}$ (мыслим во втором сосуде).

Прежде, что во втором сосуде к концу ~~идет~~ оттока воды банкам не равны, т.е. все Q_2 уйдет в 1-й сосуд. Однако количество из первого сосуда можно только $\frac{V_1}{2} = 150 ml < V_2$. Рассмотрим метод:

В начале нужно возить $\frac{V_1}{2}$ холодной воды, тогда в дальнейшем нагревание будет эффективнее.

Первый залив стоит сделать 50 мл, тогда после второго слива залив можно было ~~было~~ весь объем горячей воды.

② задача (прод)

чисто физ

Этот способ позволяет ~~минимизировать~~ эффективного
потратить энергию, выливая металл в воду 2-й раз.

$$\text{У.Т.Б. (1): } C_0 \cdot P_0 \cdot 150 \text{ мл} \cdot (t_1 - 0) = C_3 \cdot P_3 \cdot 50 \text{ мл} \cdot (100 - t_2)$$

$$150 t_1 = 5000 - 50 t_2 \rightarrow t_1 = 25 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{— после первого залива.}$$

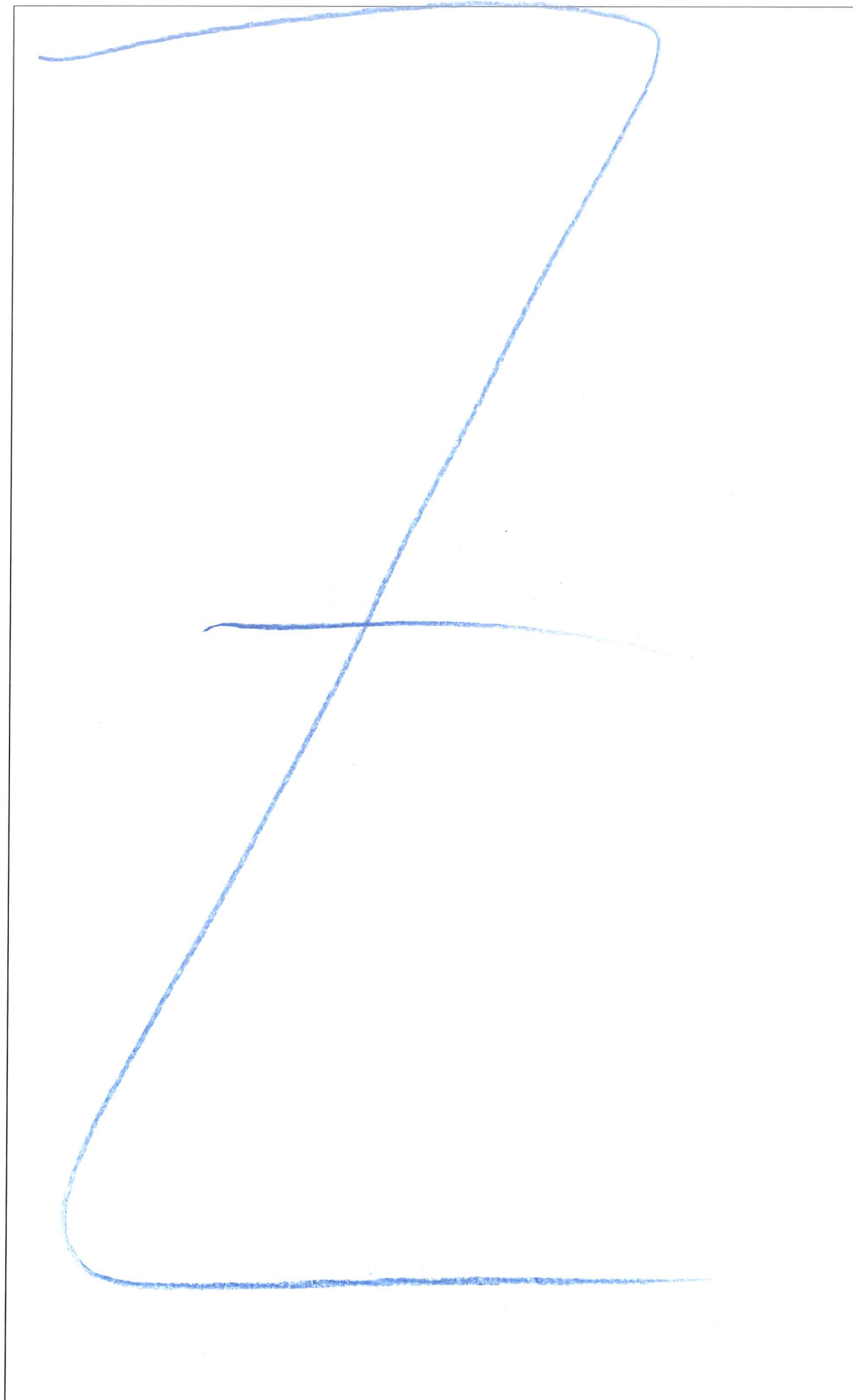
$$\text{У.Т.Б. (2): } C_3 \cdot P_3 \cdot 150 \text{ мл} (t_2 - 25) = C_3 \cdot P_3 \cdot 150 \text{ мл} (100 - t_2)$$

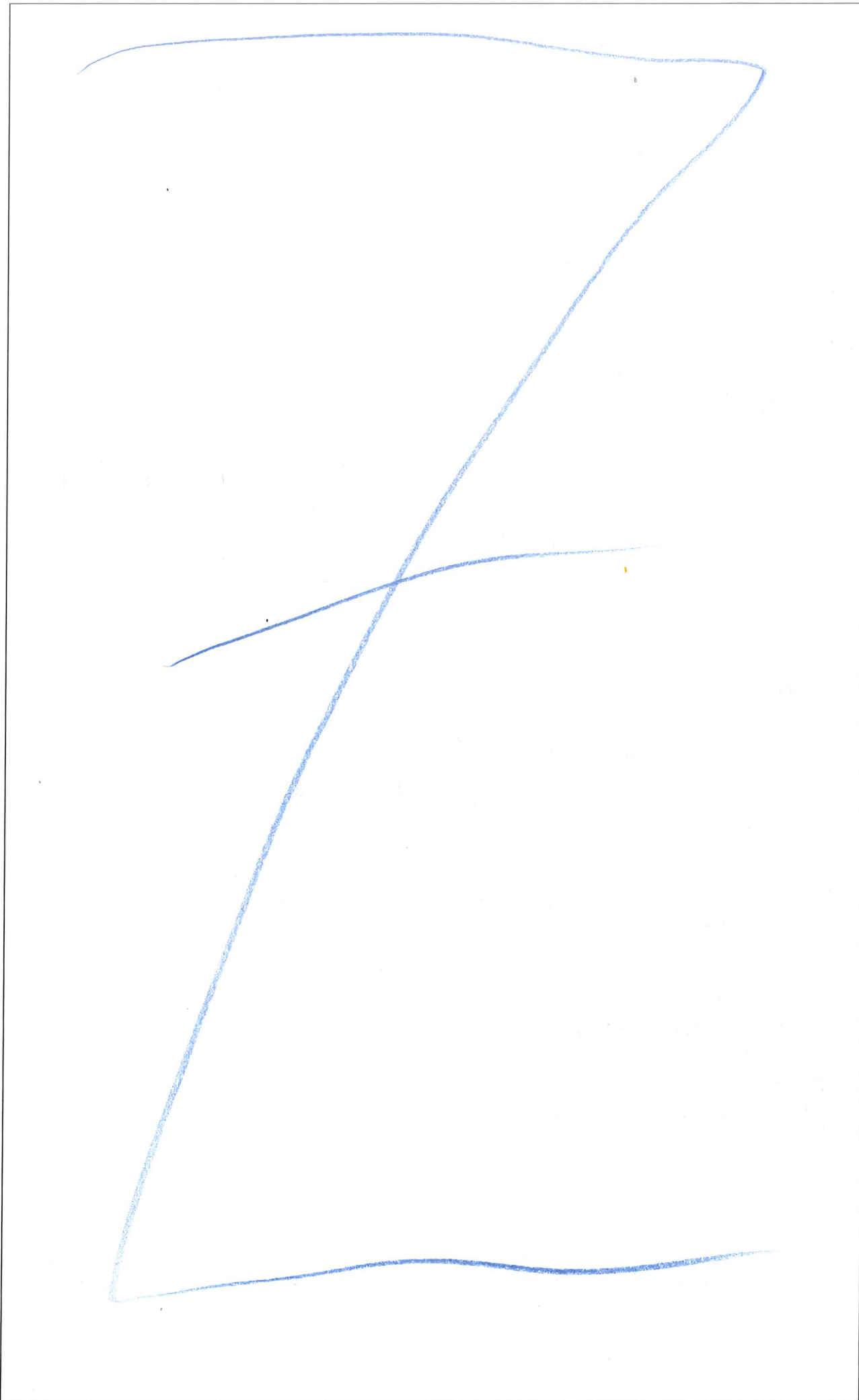
$$t_2 - 25 = 100 - t_2 \rightarrow t_2 = 62,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

~~Решение~~ Пусть более эффективнее будет
добавить илить по капле от оставшегося
объема (75 мл), тогда: $C_0 P_0 \cdot 150 \text{ мл} (t_1 - 0) = C_3 P_3 \cdot 100 \text{ мл} (100 - t_1)$
 ~~$C_0 P_0 \cdot 150 \text{ мл} (t_1 - 0) = C_3 P_3 \cdot 100 \text{ мл} (100 - t_1)$~~
 ~~$C_3 P_3 \cdot 150 \text{ мл} (t_1 - t_1') = C_3 P_3 \cdot 100 \text{ мл} (100 - t_1')$~~
 ~~$t_1 - t_1' = 100 - t_1' \rightarrow t_1 = 100 - t_1' + t_1' = 100$~~
 ~~$t_1 = 100$~~
температура неизменно будет, а значит путь
он достигнет своего предела, при этом
он останется: $V_{\text{кон}} = \frac{V_1}{2} + \frac{V_2}{2} = 250 \text{ мл}$
 ~~$V_{\text{кон}} = 250$~~
 ~~$t_1' = 20 \text{ }^\circ\text{C}$~~
 ~~$t_2' = 64 \text{ }^\circ\text{C}$~~

Отсюда: $t_2 = t_{\text{кон}} = 64 \text{ }^\circ\text{C}$, $V_{\text{кон}} = 250 \text{ мл}$

это есть верна, она — итоговый ответ.

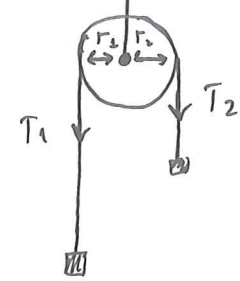




99-69-48-10
(137.1)

4

вопрос

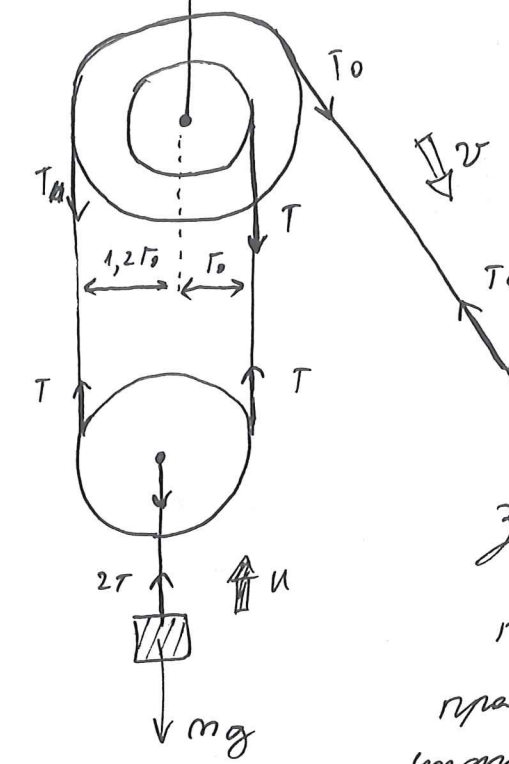


Момент от отно. оси крепления блока равен 0. Условие равновесия: $M_{лев} = M_{прав} \Leftrightarrow T_1 \cdot r_1 = T_2 \cdot r_2$. Трение?

Если $r_1 = r_2$, то $T_1 = T_2$, т.е. расстояния от обеих сторон от оси до нити должны быть равны (объём в центре симметрии)

ЗАДАЧА | и-? ; T_0 -?

|||||



Вал намотывается трос без проскальзывания с ним.

Скорость: $v = \omega r$.
П.к. трос неразрывный, то скорость v передается по всей тросу.

За малое время $d\tilde{t}$ груз проедет $d\ell = u d\tilde{t}$ за это время протянется трос с обеих сторон от нити блока: $d\ell = 2v d\tilde{t}$.

$u d\tilde{t} = 2v d\tilde{t} \rightarrow u = 2v = 2\omega r = 20 \text{ м/с}$

• П.к. система едет с постоянными скоростями, поэтому расставить нити в ней (будет равновесие)

• $mg = 2T$ (1) - для нити блока

④ задача (прод)

число сил

Правило моментов относ. оси крепления вертеша

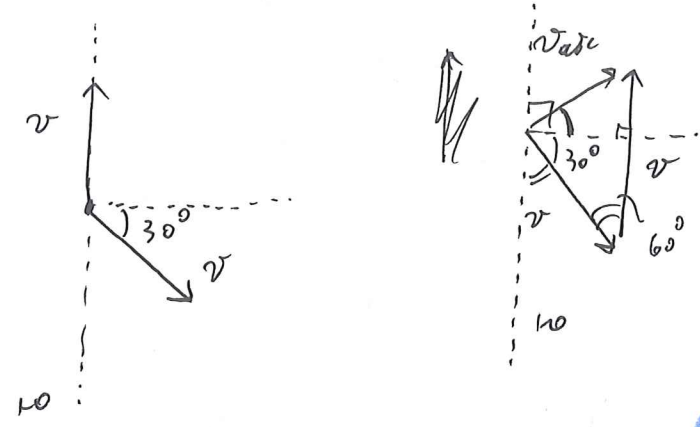
Блава: $1,2T_0 \cdot T = T_0 \cdot T + 1,2T_0 \cdot T_0 \rightarrow 0,2T = 1,2T_0 \rightarrow$

$\rightarrow T_0 = \frac{T}{6} = \frac{mg}{12} = \frac{200 \cdot 10}{12} = \frac{50}{3} \text{ Н} \approx 16,7 \text{ Н}$

Ответ: $u = 220 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $T_0 = 16,7 \text{ Н}$



① вопрос

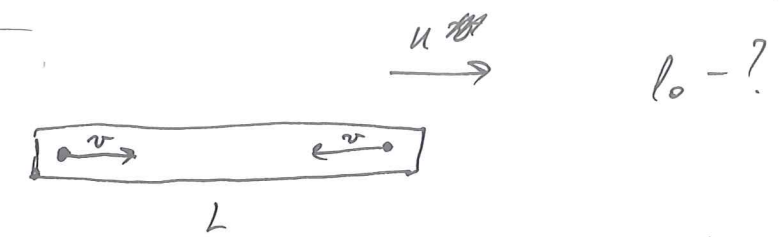


Потрясаем в проекциях определим, что \angle между l_0 и v равна $90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$

Ответ: $\angle = 60^\circ$

② задача

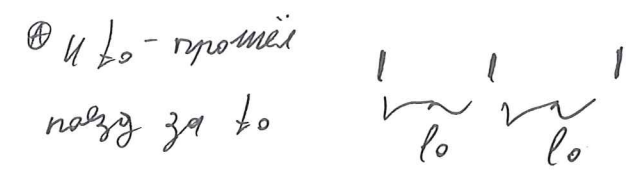
число сил



Человек, который шел в вагон поезда считал рельсы как-то иначе, т.к. прошел $(15-1)l_0 = u t_0 + L$

$(15-1)l_0 = u t_0 + L$

а второй:



$(14-1)l_0 = u t_0 - L$

Получаем:

$\begin{cases} 14l_0 = u t_0 + L \\ 13l_0 = u t_0 - L \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 14l_0 - L = 13l_0 + L \\ l_0 = 2L = 36 \text{ м} \end{cases}$

Эта l_0 - расстояние между рельсами, если считать N рельсов, то произведение расстояний будет $(N-1) \cdot l_0$.

Ответ: $l_0 = 36 \text{ м}$