



Время: 15:29  
Линейка: 15:31  
сдача 16:45

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 8

Место проведения Санкт - Петербург  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

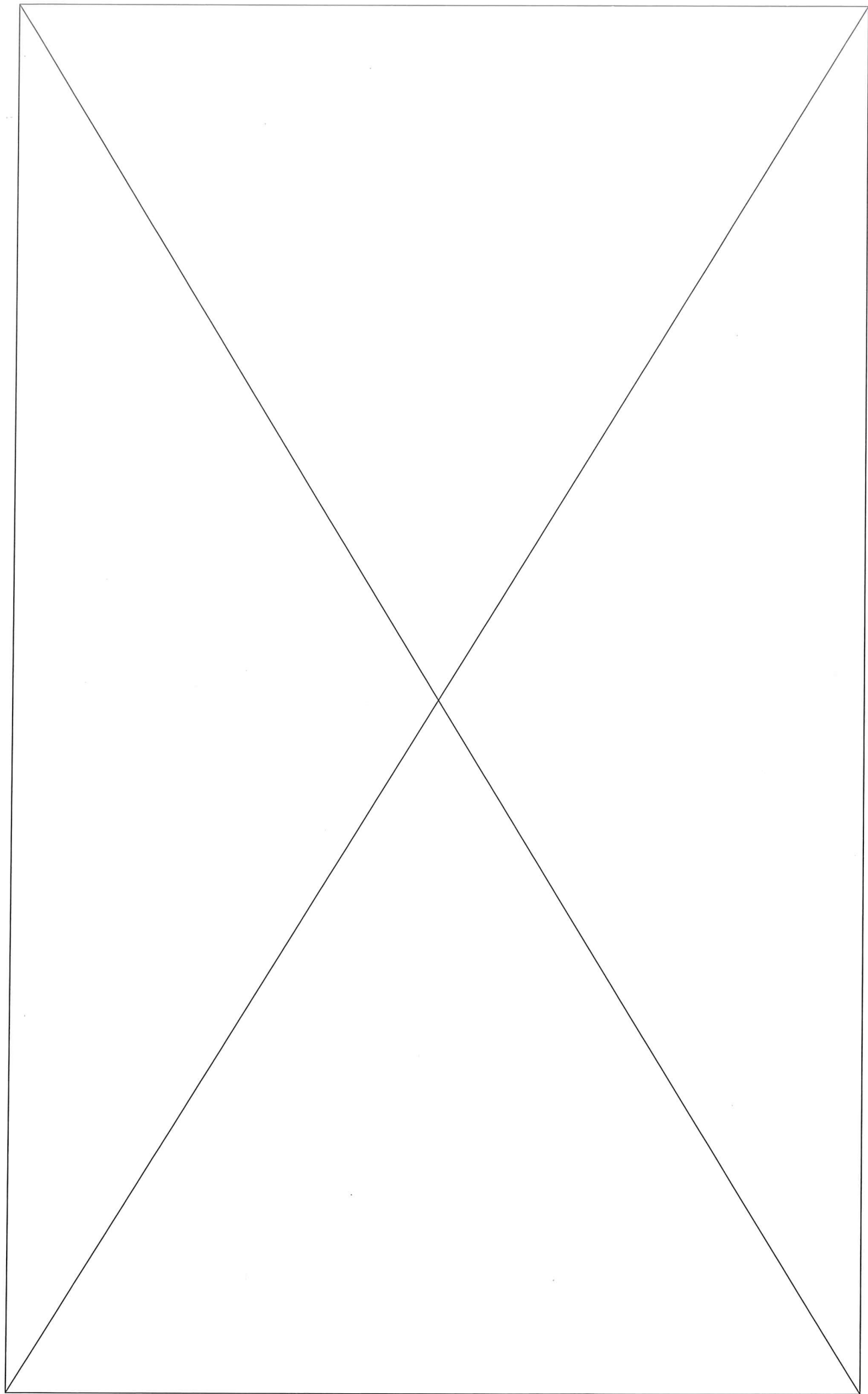
Олимпиада школьников «Покори Воробьевы горы»  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

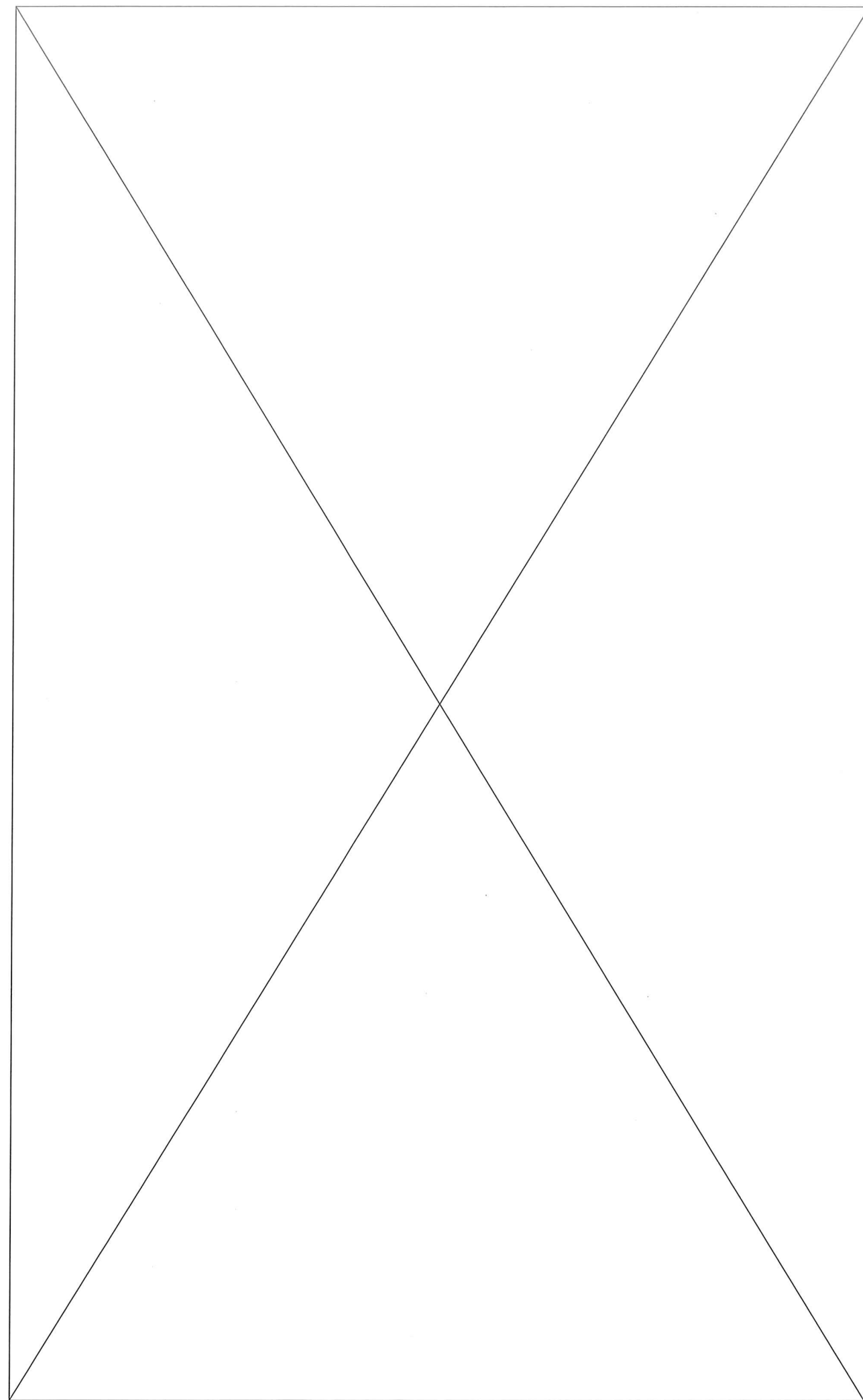
Нарожного Юрия Сергеевича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
« 3 » апреле 2026 года

Подпись участника  
Кар

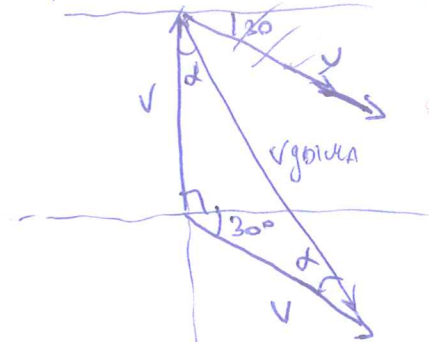


Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик



$l = 30$

$(v_n + v)t = 14S$

$(v_n - v)t = 13S$

$l = vt = 18$   
 $t = \frac{18}{v}$

$\frac{18v_n}{v} + 18 = 14S$   
 $\frac{18v_n}{v} - 18 = 13S$

$18v_n = -3v$

$18v_n = 32v$

$\begin{cases} \frac{18v_n}{v} + 18 = 14S \\ \frac{18v_n}{v} - 18 = 13S \end{cases}$

пер. (1)  $0^\circ, 100^\circ$

$p \frac{V_1}{2} c t_1 = p \frac{V_1}{2} c (t_{\text{кон}} - t_1)$

$t_1 = \frac{t_{\text{кон}}}{2} = 50^\circ\text{C}$  ос. 50 мин.

$p \frac{V_1}{2} c \frac{(t_2 + t_1)}{2} = p (V_2 - \frac{V_1}{2}) c (t_{\text{кон}} - t_2)$

$p \frac{V_1}{2} c (t_2 - 50) = p \frac{V_1}{6} c (100 - t_2)$

$3t_2 - 150 = 100 - t_2$

$4t_2 = 250$

$t_2 = 62,5^\circ\text{C}$

$V_k = \frac{v}{2} + 50 = 200 \text{ мин.}$

$p \frac{V_1}{2} c t_1 = p \frac{V_1}{3} c (100 - t_1)$

$3t_1 = 200 - 2t_1$

$5t_1 = 200$

$t_1 = 40^\circ\text{C}$

$p \frac{V_1}{2} c (t_2 - t_1) = p \frac{V_1}{3} c (100 - t_2)$  ос. 100

$3t_2 - 120 = 200 - 2t_2$

$5t_2 = 320$

$t_2 = 64^\circ\text{C}$

00-28-96-95  
(157.2)

Задача 1 Числовик

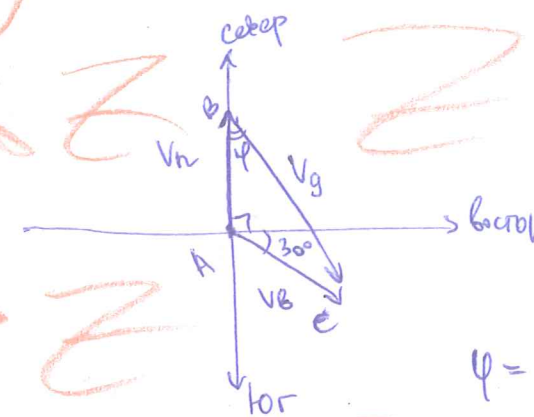
Вопрос:  $v_n$  и  $v_b$  - скорости паровоза и ветра соотв. чпо,

$v_g$  - скорость гыльца

Нарисуем скорости.

т.к.  $v_n = v_g$  то  $\triangle ABC$  - равнобедр.

$\angle \varphi$  - угол между гыльцом и напр.



$\varphi = \frac{180^\circ - 90^\circ - 30^\circ}{2} = 30^\circ$

Ответ:  $30^\circ$  ⊕

Задача: Пусть  $v_n$  и  $v$  - скорость паровоза и прицепов соотв. чпо  
 $t$  - время прохожд. коридора,  $l = 18$  м длина коридора,  $S$  - расст.  
между столбами.

Заметим, что между 14 столбами расст.  $13S$ , а между 15:  $14S$

Тогда  
 $(v_n + v)t = 14S$  (1)  
 $(v_n - v)t = 13S$  (2)

(1) : (2):  $\frac{v_n + v}{v_n - v} = \frac{14}{13}$

$13v_n + 13v = 14v_n - 14v \Leftrightarrow v_n = 27v$

Также  $l = vt \Leftrightarrow t = \frac{l}{v}$  (3)

(3) в (1)

$\frac{v_n l}{v} + l = 14S \Leftrightarrow 27l + l = 14S \Leftrightarrow S = 2l = 36 \text{ м.}$

Ответ:  $36 \text{ м.}$  ⊕

4	3	3
3	5	3
2	3	20
1	5	20
1	5	20

Задача 2

Числовик

Вопрос: шкала Цельсия строится на 2 реперных точках:  
 0°C принимается за температуру замерзания воды,  
 100°C - за темп-ру кипения воды  
 (тем-ра при кот. вода начинает замерзать/кипеть)

Задача: Т.к. в 1-м сосуде изначально находится льдишка, то его тем-ра воды равна  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ .

Очевидно, что чтобы конечн. тем-ра была макс-ой, нужно долить весь кипяток из 2-го сосуда, и после каждого перелив-я вылив-ть половину (больше не ползу-ся, а чтобы при меньш. к-во жидкости нужно вылить больше)

Пусть  $t_k = 100^\circ\text{C}$  - тем-ра кипятка,  $t_1$  и  $t_2$  - темп-ры в 1-м и 2-м сосудах после 1-го и 2-го доливаний.

Ур-не темп. баланса: ( $V_x$  - объем доливаемого в 1-м переливании)

I)  $\rho \frac{V_1}{2} c (t_1 - t_0) = \rho V_x c (t_k - t_1)$

$$\frac{V_1 t_1}{2} = V_x t_k - V_x t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{V_x t_k}{V_1 + 2V_x} = \frac{2V_x t_k}{V_1 + 2V_x}$$

II)  $\rho \frac{V_1}{2} c (t_2 - t_1) = \rho (V_2 - V_x) c (t_k - t_2)$

$$\frac{V_1 t_2}{2} - \frac{V_x t_k V_1}{V_1 + 2V_x} = V_2 t_k - V_2 t_2 - V_x t_k + V_x t_2$$

$$t_2 \left( \frac{V_1}{2} + V_2 - V_x \right) = \frac{V_x t_k V_1}{V_1 + 2V_x} - V_2 t_k - V_x t_k$$

$$t_2 (V_x) = \frac{\frac{V_x t_k V_1}{V_1 + 2V_x} - V_2 t_k - V_x t_k}{V_1/2 + V_2 - V_x} \quad (1)$$

Анализировав выраж. (1) получим, что  $t_2 = t_{\text{max}}$

при  $V_x = \frac{V_2}{2} = 100 \text{ мл}$ , тогда  $t_2 = 64^\circ\text{C}$ ,  $V_{\text{кон}} = \frac{V_1}{2} + V_x = 250 \text{ мл}$

Ответ:  $64^\circ\text{C}$ ; 250 мл.

$\mathcal{E}_1, r, R$  ~~и~~  $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{r+R} \Leftrightarrow \mathcal{E} = I_1(r+R)$  Числовик

$\mathcal{E} = I_2(r+2R)$

$\mathcal{E} = I_3(r+3R)$

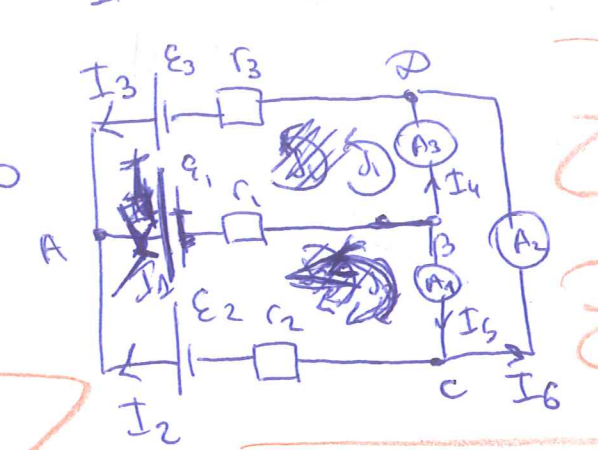
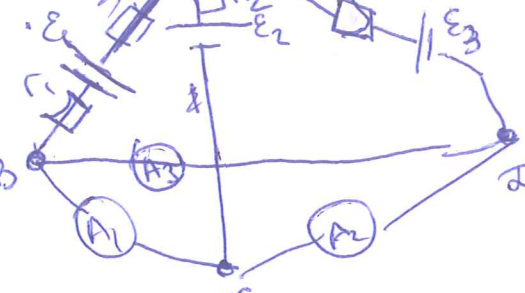
$\mathcal{E} = I_1 r$   
 $\mathcal{E} = I_2 2R$   
 $\mathcal{E} = I_3 3R$

$I_1 r + I_1 R = I_2 r + 2I_2 R$

$6R + 6r = 4r + 8R \quad R=r$

$I_2 3R = I_3 4R \quad I_3 = \frac{3}{4} I_2 = 3 \text{ A}$

$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_3 \quad \mathcal{E}_3 = 2\mathcal{E}_1$



$\mathcal{E}_3 - \mathcal{E}_1 = I_1(r_3 + r_1)$

$\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1 = I_2 r_2$

$I_2 + I_3 + I_1 = 0$

$I_1 = I_4 + I_5$

$I_2 = I_3 + I_6$

$I_3 = I_4 + I_6$

$I_2 + (I_4 + I_6) = I_4 + I_5$

$I_3 = \frac{\mathcal{E}_3}{r_3}, I_2 = \frac{\mathcal{E}_2}{r_2}, I_1 = \frac{\mathcal{E}_1}{r_1}$

$54 \text{ A} \quad \frac{27}{6} \text{ A} = 4.5 \text{ A}$

~~$I_1 = I_2 + I_3$~~

$\mathcal{E}_3 - \mathcal{E}_1 = I_1 r_3 + r_1(I_1 + I_2)$

$\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1 = I_2 r_2 + r_1(I_1 + I_2)$

$\mathcal{E}_3 - \mathcal{E}_1 = I_1 r_3 - I_2 r_2$

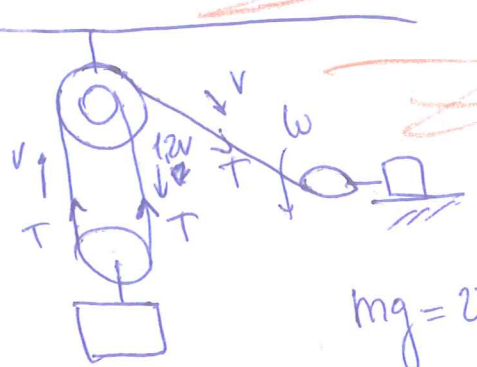
$I_2 r_2 + I_1 r_1 + I_2 r_1 = 0$

$I_2(r_1 + r_2) = -I_1 r_1$

$I_2 = \frac{r_1}{r_1 + r_2} - I_1 = -\frac{I_1}{3}$

№4  
В:  $\omega$   $F_{тр}$ , массы блока пренебр

веревка



$v = \omega R$

$v_B = \frac{v}{2} = \frac{\omega R}{2} = \frac{30 \cdot 0,12}{2} =$

$30 \cdot 0,06 = 1,8 \text{ м/с}$

$mg = 2T$

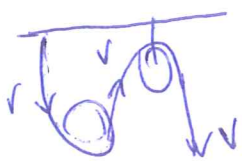
$T = \frac{mg}{2} = 100 \text{ Н}$

$v_B = 0,2 \omega R = 0,2 \cdot 30 \cdot 0,12 = 6 \cdot 0,12 = 0,72 \text{ м/с}$

$\times \frac{0,12}{72}$

$v_{1,2R} = v'R$

$v' = 1,2v$



$v_B \Delta t = \omega \Delta t$

$v_B = \frac{v+1,2v}{4} = \frac{2,2v}{4} = \frac{1,1v}{2} = \frac{1,1 \cdot 30 \cdot 0,12}{2} = 1,1 \cdot 0,95 = 0,55 \text{ м/с}$

$n=1$

$\frac{v_n + v}{v_n - v} = \frac{14}{13}$

$13v_n + 13v = 14v_n - 14v$   
 $v_n = 27v$

$(v_n + v)t = 14S$   
 $(v_n - v)t = 13S$

$L = vt \Leftrightarrow t = \frac{L}{v}$

$\frac{v_n L}{v} + L = 14S$

$\frac{v_n L}{v} - L = 13S$

$\frac{22}{4,8} = \frac{2 \frac{1}{5}}{4 \frac{4}{5}}$

$L(\frac{v_n}{v} + 1) = 14S$

$L(\frac{v_n}{v} - 1) = 13S$

$\frac{11/5}{2/5} = \frac{11}{24}$

$\cdot 30 \cdot 0,12$

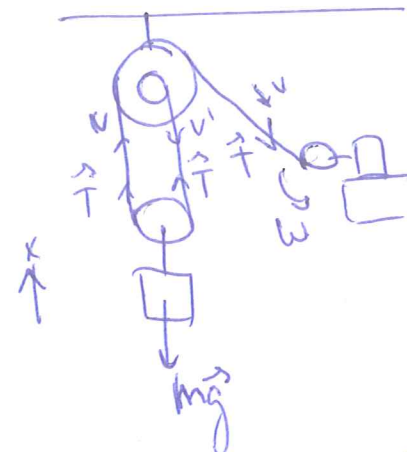
$\frac{11}{24} \cdot 0,3 \cdot 12 = \frac{11}{2} \cdot 0,3 = 5,5 \cdot 0,3 = 0,55 \cdot 3 = 1,65$

Задача 4

Чисовик

Вопрос: При условии, что блок легкий (массой можно пренебречь) и трением в его оси можно пренебречь, ~~какой...~~

Важно:



Т.к. трос легкий и почти не срабатывает, то можно считать, что сила натяжения во всех его частях одинакова; пусть она равна T. И зная, что веревка,  $0x: mg = 2T$   
 $T = \frac{mg}{2} = 100 \text{ Н}$

Пусть v - скорость веревки около блока  $g$ - $н$ ,  $v_B$  - скорость веревки

$v = \omega R$ ; R и 1,2R - радиусы шкивов,  $\omega_1$  и  $\omega_2$  - их угл. скорости

$\omega_1 = \omega_2$  (жестко сог.)  $\Leftrightarrow Rv = 1,2Rv' \Leftrightarrow v = 1,2v'$

$\frac{v'}{R} = \frac{v}{1,2R} \Leftrightarrow v' = \frac{v}{1,2}$

Тогда  $v_B = \frac{v+v'}{2} = \frac{v+v/1,2}{2} = \frac{1,2v+v}{4,8} = \omega R \frac{2,2}{4,8} = 30 \cdot 0,12 \cdot \frac{11}{24} = 1,65 \text{ (м/с)}$

Ответ: 1,65 м/с - скорость подъема веревки, 100 Н - сила нат. троса

00-28-96-95 (1672)

не ответ

№3

Числовик

Вопрос: Пусть  $r$  - внутр. сопр. аккумулятора.  
 $R$  - сопр. ие амперметра,  $\mathcal{E}$  - ЭДС аккумулятора,  $I_1 = 6 \text{ A}$ ,  
 $I_2 = 4 \text{ A}$ ,  $I_3$  - ток в 1, 2 и 3 си-е соотв-нно

Тогда:

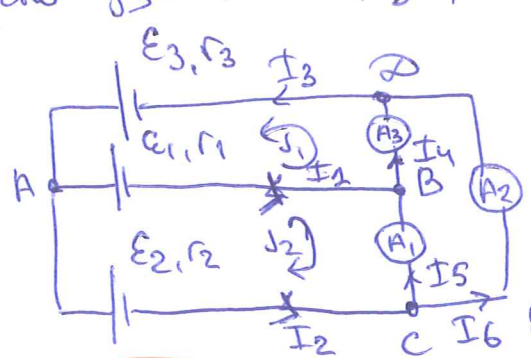
$$\begin{cases} \mathcal{E} = I_1(r+R) & (1) \\ \mathcal{E} = I_2(r+2R) & (2) \\ \mathcal{E} = I_3(r+3R) & (3) \end{cases}$$

(1) = (2):  
 $I_1 r + I_1 R = I_2 r + 2I_2 R$   
 $6r + 6R = 4r + 8R$   
 $r = R$

(2) = (3):  
 $I_2 r + 2I_2 R = I_3 \cdot 4r \Leftrightarrow 3I_2 r = 4I_3 r \Leftrightarrow I_3 = \frac{3}{4} I_2 = 3 \text{ (A)}$

Ответ: 3 A ✓

Задача: ~~Решить~~ Перерисуем схему из уст-и, при том  
 что узлы А - сверху, В - слева, С - справа, D - внизу



Метод контурных токов: пусть  
 в контурах иарис. текут токи  
 $J_1$  и  $J_2$

по пр-му Кирхгоффа:

$$\begin{cases} \mathcal{E}_3 - \mathcal{E}_1 = J_1 r_3 + r_1(J_1 + J_2) & (1) \\ \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1 = J_2 r_2 + r_1(J_1 + J_2) & (2) \end{cases}$$

$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_1$   
 $J_2 r_2 + J_1 r_1 + J_2 r_1 = 0 \Leftrightarrow J_2 = -\frac{r_1}{r_1 + r_2} J_1 = -\frac{J_1}{3}$

(1) - (2),

$\mathcal{E}_3 - \mathcal{E}_1 = J_1 r_3 - J_2 r_2 = J_1 r_3 + \frac{J_1 r_2}{3} = 3J_1$   
 $J_1 = \frac{\mathcal{E}_3 - \mathcal{E}_1}{3} = 3 \text{ A}, J_2 = -\frac{3}{3} = -3 \text{ A}$  (знак "-" - напр-ие)

4

Черновик

$\rho \frac{V}{2} c (t_1 - 0) = \rho V_x c (t_2 - t_1)$

$\frac{V_1 t_1}{2} = V_x t_2 - V_x t_1$

$t_1 (\frac{V_1}{2} + V_x) = V_x t_2 \quad t_1 = \frac{V_x t_2}{\frac{V_1}{2} + V_x} = \frac{2V_x t_2}{V_1 + 2V_x}$

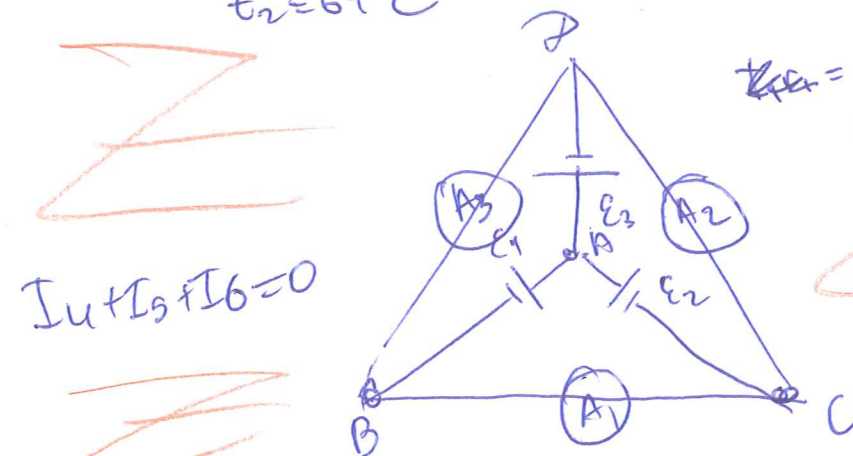
$\rho \frac{V_1}{2} c (t_2 - t_1) = \rho (V_2 - V_x) c (t_2 - t_2)$

$\frac{V_1 t_2}{2} = \frac{2V_x t_2 + V_1 t_2}{2} = V_2 t_2 - V_2 t_2 - V_x t_2 + V_x t_2$

$t_2 (\frac{V_1}{2} + V_2 - V_x) = \frac{V_x t_2 V_1}{V_1 + 2V_x} - V_2 t_2 - V_x t_2$

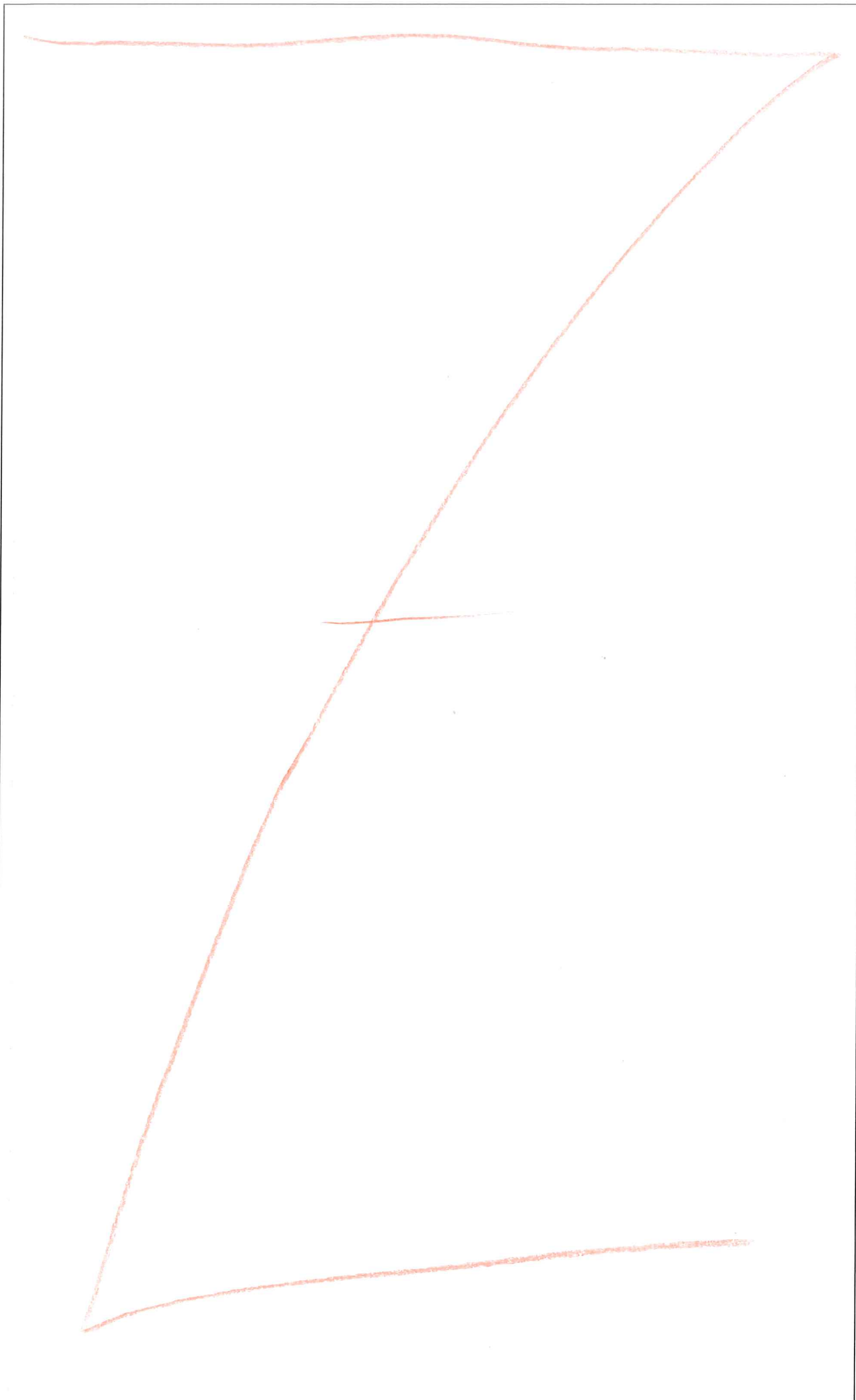
$t_2 (0,00035 - V_x) = \frac{V_x \cdot 0,003}{0,0003 + 2V_x} - 0,02 - 100V_x$

~~max~~ max при  $V_x = \frac{V_0}{2} = 100 \text{ мВ}$   
 $t_2 = 64^\circ \text{C}$



$I_1 + I_2 + I_3 = 0$

$V_1 = \frac{300}{100 \cdot 100 \cdot 100}$   
 $= \frac{3}{10000} = 0,0003 \text{ м}^3$   
 $V_2 = 0,0002 \text{ м}^3$

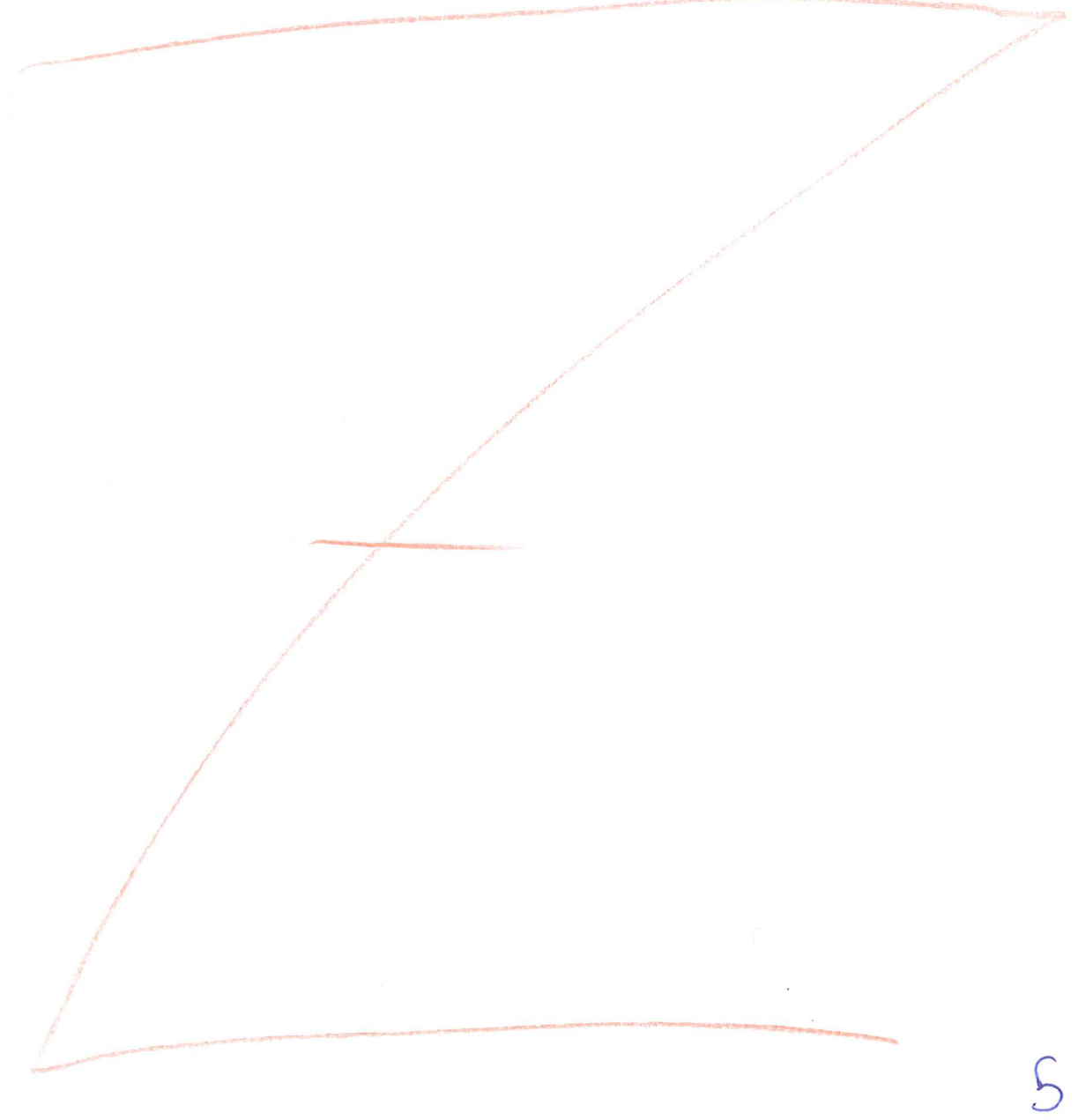


00-28-96-95  
(167.2)

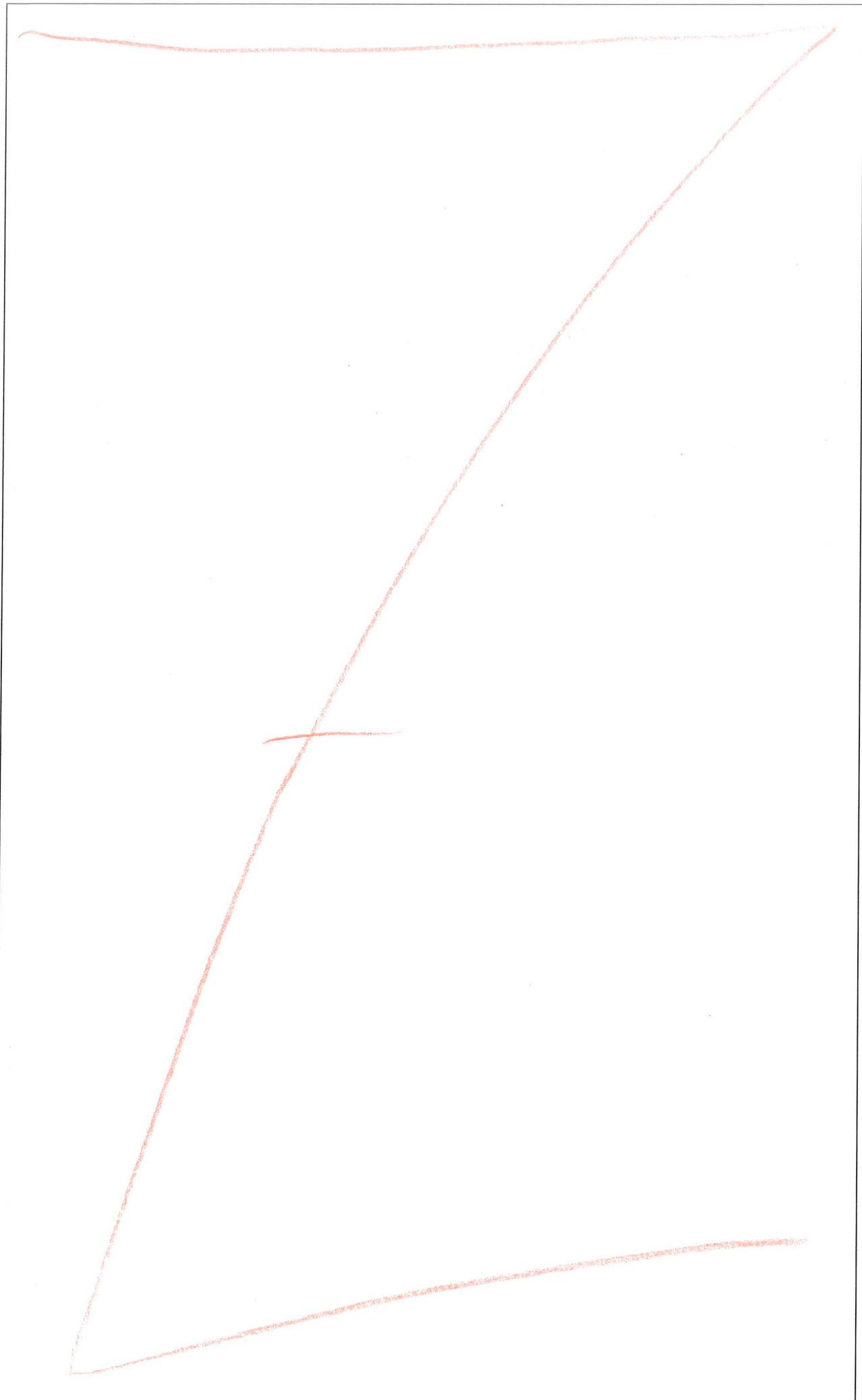
Тогда ток через 10 амперметр, Числовик  
 $I_1 = I_2$   
 Если ток (между какими узлами)  
 тогда  $I_3 = I_1 = 9A, I_2 = -I_2 = 3A$   
 $I_3 = I_2 + I_1 \Leftrightarrow I_1 = 6A$   

$$\begin{cases} I_1 + I_5 = I_4 \\ I_2 = I_5 + I_6 \\ I_6 + I_4 = I_3 \end{cases}$$

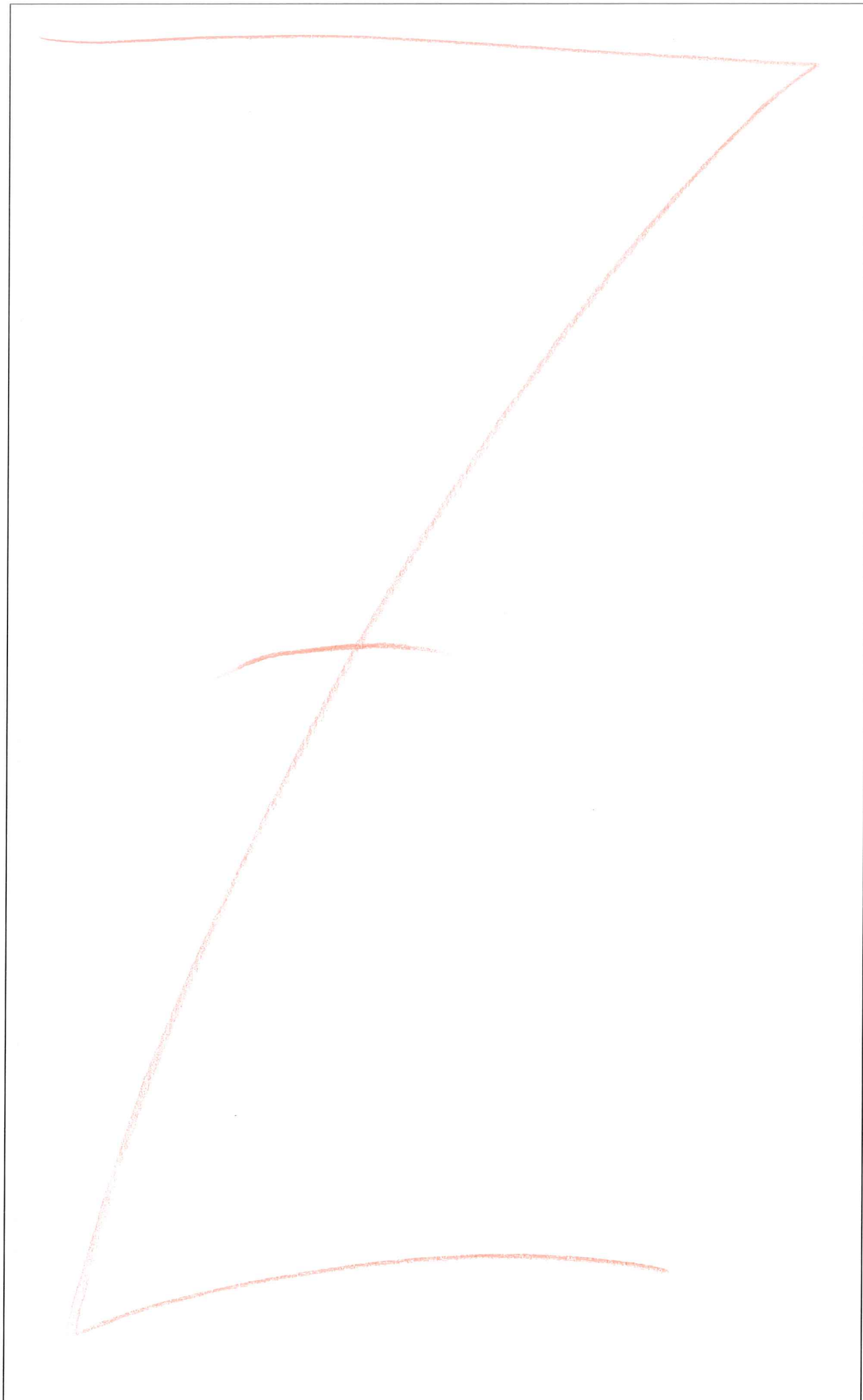
$$I_1 + I_2 + I_3 + I_4 =$$
  
 Используйте правило системы  
 придет к ответу  
 (I5, I6 и I4 - показания 1, 2 и 3  
 амперметра соотв-но)



ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



5

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

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