

49-72-43-68
(177.1)



Олимпиада ПБГ
2016

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 9



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Покори Воробьёвы Горы

по физике

Конова Марка Андреевича

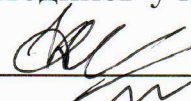
фамилия, имя, отчество (в родительном падеже)

+1 мед 
+1 шаг 

Дата

«22» марта 2016 года

Подпись участника



49-72-43-68
(177.1)

Местовик

(21)

Вопрос:

$$t_1 = \frac{S}{2 \cdot 4 \text{ км/ч}} = \frac{S}{8} \text{ ч}$$

$$t_2 = \frac{t_{\text{общ}}}{4} \text{ ч}$$

$$t_3 = \frac{S}{2 \cdot 8 \text{ км/ч}} = \frac{S}{16} \text{ ч}$$

$$\frac{S}{8} + \frac{S}{16} + \frac{t_{\text{общ}}}{4} = t_{\text{общ}}$$

$$\frac{S}{4} = t_{\text{общ}} \cdot 4$$

$$\frac{S}{t_{\text{общ}}} = V_{\text{пер}} = 4 \text{ км/ч.} \quad (+)$$

Ответ: 4 км/ч.

Задача:

$$v_1 > v_2$$

l - длина круга

$$v_1 \cdot T = l; \quad l + v_2 t_1 = v_1 t_1$$

$$v_1 T + v_2 t_1 = v_1 t_1$$

отсюда, $v_2 = \frac{1}{3} v_1$

$$t = \frac{l}{v_1 + v_2} = \frac{v_1 T}{v_1 + \frac{1}{3} v_1} = \frac{3}{4} T = 1,5 \text{ мин.}$$

Ответ: через 1,5 мин. (+)

Аула: 88 (всего вопросов)
всего баллов

(Нитина АС)

(Тарпенко А.В.)

1	2	3	4	5
7	7	7	3	88
18	18	18	10	

N2

Вопрос:

проволока взаимодействует ~~с~~
 со льдом; давит на него с
 силой $(2m_1g)$; проволока тон-
 кая, т.е. S мало, значит,
 сила давления проволоки
 на лёд велика;
 под большой постоянной
 силой лёд начинает подтаи-
 вать, но т.к. стоит мороз тут
 же начинает замерзать;
 поэтому ~~с~~ проволока гаети-
 ко прошла сквозь лёд, и при
 этом лёд над ней остался шири-
 ной s ; \otimes

задача:

общее уравнение теплового
 баланса для ситуации:

$$c_1 m_1 (t_1) + \lambda m_1 = c_2 m_2 t_2 \quad \oplus$$

$$|t_1| = |t_2|$$

найдём Q для нагревания
 льда до 0° (сколько для этого
 требуется воды):

$$c_1 m_1 T' = c_2 m_2 T' i$$

$$\text{отсюда, } V' = 3 \text{ см}^3;$$

объём воды, необходимый, чтобы растопить весь лёд, равен:

$$V_0 = V' + V'' = 9 \text{ см}^3 + 79,52 \text{ см}^3; \quad \text{но}$$

$$\lambda m_{\text{л}} = c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} V'' \tau; \quad \text{но } V_0 > V_1$$

значит, лёд растает не полностью;

когда лёд нагреется до 0°C :

V_1	$\rho_{\text{в}}$
V'	$\rho_{\text{в}}$
$\frac{1}{4}V$	$\rho_{\text{л}}$

$$V_1 = V - \frac{1}{4}V - V' = 51 \text{ см}^3$$

когда мы дольем V_1 воды, некоторая часть льда растает:

$$\lambda \rho_{\text{л}} V_1' = c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} V_1 \tau;$$

$$V_1' = 12,82 \text{ см}^3; \quad \text{— лёд растает;}$$

т.к. $\rho_{\text{л}} < \rho_{\text{в}}$, то объём воды, получившейся из этого льда:

$$V_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}}} V_1' = 11,538 \text{ см}^3;$$

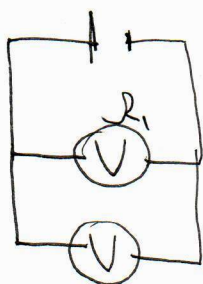
$$\text{т.е. } \Delta V = V_1' - V_{\text{в}} = 1,282 \text{ см}^3;$$

$$\text{т.е. } V_{\text{max}} = V_1 + \Delta V + V' = 9 \text{ см}^3 + 51 \text{ см}^3 + 1,282 \text{ см}^3 = 61,282 \text{ см}^3.$$

Ответ: $61,282 \text{ см}^3$. ⊕

№3

Вопрос:

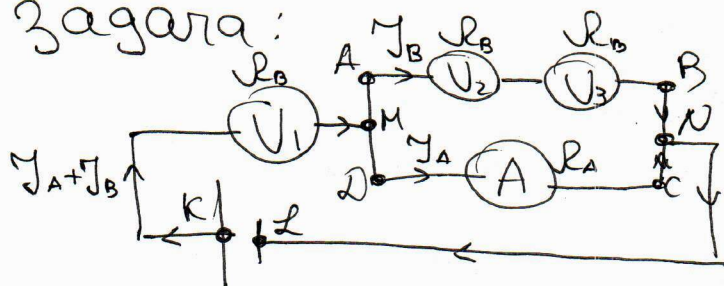


$$U_1 = I \cdot R_1$$

$$U_2 = I \cdot R_2 = I \cdot \frac{R_1}{2}$$

то, что напряжения уменьшилось, говорит о том, что вольтметр не идеален ⊕

Задача:



$$U_{обус} = U_1 + 2U_2$$

по правилу Кирхгофа для контуров:

ABCD: $I_B \cdot R_B + I_B \cdot R_D - I_A \cdot R_A = 0$

$$2I_B \cdot R_B = I_A R_A$$

$$\frac{2U_2}{I_A} = R_A = 0,5 \text{ Ом}$$

$$I_B = \frac{I_A R_A}{2R_B}$$

KMNZ: $(I_A + I_B)R_B + I_A R_A = U_{обус}$

$$\left(I_A + \frac{I_A R_A}{2R_B}\right)R_B + I_A R_A = U_1 + 2U_2$$

отсюда, $R_B = \frac{U_1 + 2U_2}{I_A} - \frac{3}{2}R_A = 98,5 \text{ Ом}$

Ответ: $R_A = 0,5 \text{ Ом}$; $R_B = 98,5 \text{ Ом}$ ⊕

49-72-43-68
(177.1)

24

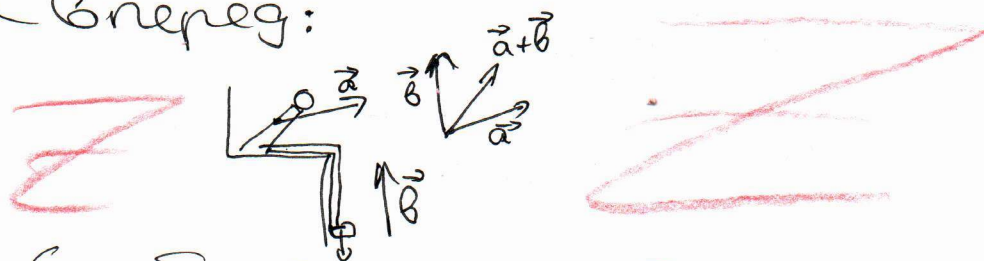
чистовик

Вопрос:

когда корпус вертикален,
действует только сила от ног
(вертикально):

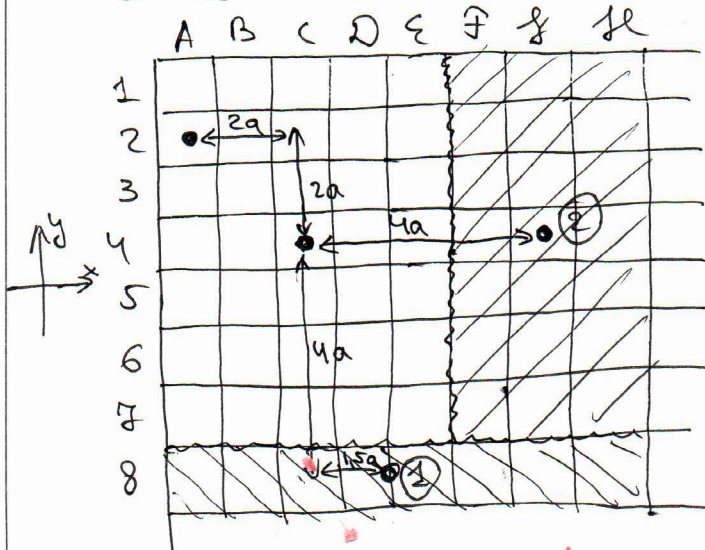


чтобы встать, необходимо по-
дать корпус вперед, тогда вектор
движения центра тяжести
человека будет направлен вверх
и вперед:



(чтобы встать, необходимо дви-
жение не только вверх, но и
вперед) \oplus

задача:



пусть a - длина
клетки
 \oplus расширим рав-
новесие доски
по осям x и y :
(разделим доску
условно на 3 части,
которые зафикси-
рованы на гер-
мете)

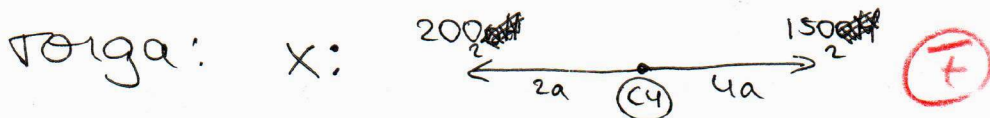
точка (1) — центр тяжести прямо-
угольника из клеток 1×8 ;

точка (2) — аналогично для 7×3

пусть

α и β — смещение

пешки относительно центра (4)



$$m_{ка} = \frac{200_2}{64} = 3,125_2$$

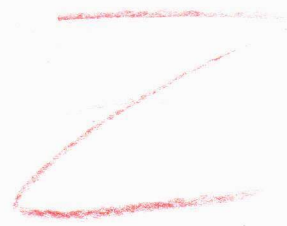
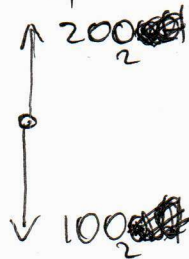
значит, груз (пешка) должен

стоять от (4) на

a вправо;



y :



значит, пешка должна от-

(+) стоять от (4) на $(2a)$ влево;

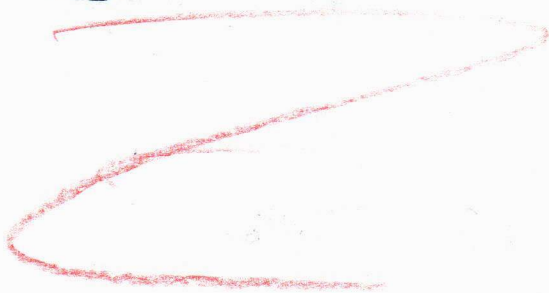
$$50_2 = m_{гр} = m_{пешки}$$

т.е. пешка должна стоять

на

(26)

Ответ: (26)



гермоулик

(21) вопрос

Олимпиада

ПВГ

2016



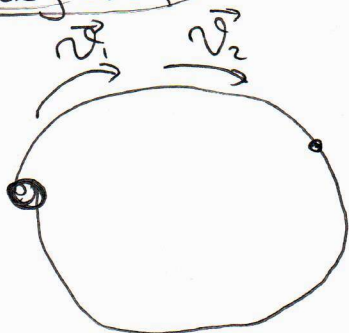
$$\frac{S}{2 \cdot 4} + \frac{S}{2 \cdot 8} + \frac{t_{\text{обг}}}{4} = t_{\text{обг}}$$

$$\frac{2S + S}{16} = \frac{3}{4} t_{\text{обг}}$$

$$\frac{S}{4} = t_{\text{обг}}$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{t_{\text{обг}}} = 4 \text{ км/ч}$$

задача



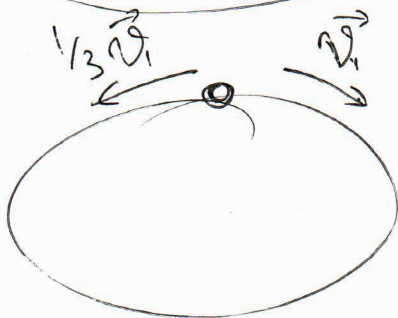
$$v_1 > v_2$$

$$l + v_2 t_i = v_1 t_i$$

$$v_1 t_i = l$$

$$v_1 t_i + v_2 t_i = v_1 t_{ii}$$

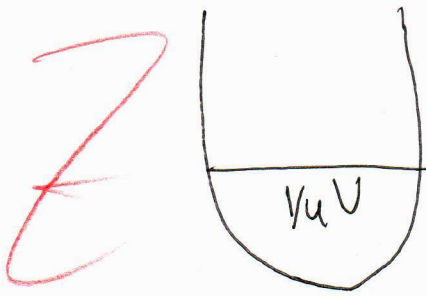
$$v_2 = v_1 \left(\frac{t_i - t_{ii}}{t_i} \right) = v_1 \frac{3-2}{3} = \frac{1}{3} v_1$$



$$t = \frac{l}{\frac{1}{3} v_1 + v_1} = \frac{v_1 t_i}{\frac{4}{3} v_1} = \frac{3}{4} t_i = \frac{3}{4} \cdot 2 = \frac{3}{2} \text{ мин} = 1.5 \text{ мин}$$

№2

задача



$$c_1 m_{\text{л}} \Delta T_{\text{л}} = c_2 m_{\text{в}} \Delta T_{\text{в}}$$

$$c_2 \rho_{\text{л}} \cdot \frac{1}{4} V \cdot (-t_1) = c \rho_{\text{в}} V' \cdot t_2;$$

гм $c: 9 \text{ см}^3$

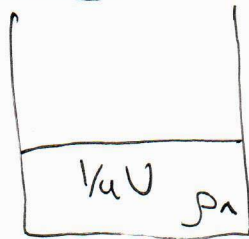
29 см^3

80 г

60 см^3

$$V' = \frac{c \rho_{\text{л}} V t}{2 \cdot 4 c \rho_{\text{в}} t} = \frac{\rho_{\text{л}} V \cdot 0,9 \cdot 80}{8 \rho_{\text{в}} \cdot 8 \cdot 1} = 9 \text{ см}^3;$$

$\frac{80}{29} = \frac{51}{51}$



$\frac{334 \cdot 9 \cdot 8}{2 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 18} = \frac{334 \cdot 4,2}{4 \cdot 2}$

$$m = \rho_{\text{л}} \cdot \frac{1}{4} V = \rho_{\text{в}} \cdot V'';$$

$$V'' = \frac{\rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}}} \cdot \frac{1}{4} V =$$

$$\lambda \rho_{\text{л}} \cdot \frac{1}{4} V = c \rho_{\text{в}} V' t_i$$

$$V' = \frac{\lambda \rho_{\text{л}} V}{4 c \rho_{\text{в}} t} = \frac{334 \cdot 0,9 \cdot 80}{4 \cdot 4,2 \cdot 18} = \frac{0,9}{1} \cdot \frac{1}{4} \cdot 80 =$$

~~объем воды при $t_0 = 0^\circ$: $0,9 \cdot 2 \cdot 10 = 18 \text{ см}^3$;~~

$$V' + V'' = 18 \text{ см}^3 + 9 \text{ см}^3 = 27 \text{ см}^3;$$

$$c_2 \rho_{\text{л}} \cdot \frac{1}{4} V \cdot t + \lambda \rho_{\text{л}} \cdot \frac{1}{4} V = c \rho_{\text{в}} V' t_i$$

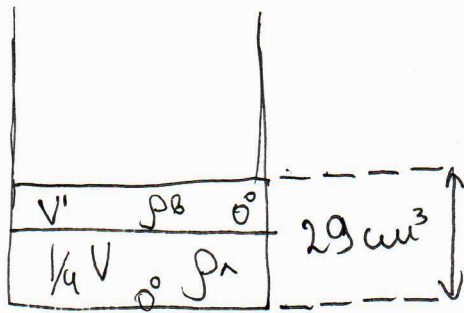
$$V' = \frac{\frac{c \rho_{\text{л}} V t}{8} + \frac{\lambda \rho_{\text{л}} V}{4}}{c \rho_{\text{в}} t} = \frac{\rho_{\text{л}} V (c t + 2 \lambda)}{8 c \rho_{\text{в}} t} =$$

$$= \frac{0,9 \cdot 80 (4,2 \cdot 18 + 2 \cdot 334)}{8 \cdot 4,2 \cdot 1 \cdot 18} = \frac{15,6 + 668}{8,4} =$$

$\begin{array}{r} 4,2 \\ \times 18 \\ \hline 336 \\ 42 \\ \hline 75,6 \end{array}$

$$= \frac{4,2 \cdot 18}{2 \cdot 4,2} + \frac{2 \cdot 334}{2 \cdot 4,2} = 9 + 79,52$$

$\begin{array}{r} 3340 \mid 42 \\ 290 \mid 79,52 \\ \hline 400 \\ 370 \\ \hline 30 \end{array}$



$$\begin{array}{r}
 42 \\
 \times 51 \\
 \hline
 42 \\
 210 \\
 \hline
 2142 \quad | \quad 168 \\
 \underline{168} \\
 482 \\
 \underline{334} \\
 1380 \\
 \underline{1336} \\
 4450 + 15 + 2 = \\
 = 167
 \end{array}$$

$$c \rho_B \cdot V'' \cdot t = \lambda \rho_A V_A \quad \frac{42 \cdot 51 \cdot 18}{334 \cdot 0,9} = 167$$

$$V_A' = \frac{c \rho_B V'' t}{\lambda \rho_A} = \frac{42 \cdot 51 \cdot 18}{334 \cdot 0,9} = \frac{84 \cdot 51}{334} = \frac{42 \cdot 51}{167} = 12,82 \text{ cm}^3$$

$$m = \rho_A \cdot V_A' = \rho_B V_B'$$

$$V_B' = \frac{\rho_A}{\rho_B} \cdot V_A' = 0,9 \cdot 12,82 = 11,538 \text{ cm}^3$$

$$\begin{array}{r}
 \times 12,82 \\
 9 \\
 \hline
 115,38
 \end{array}$$

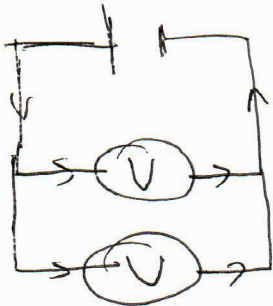
$$\Delta V = 12,82 - 11,538 =$$

$$\begin{array}{r}
 -12,820 \\
 11,538 \\
 \hline
 1,282
 \end{array}$$

$$51 + 9 + 1,282 = \boxed{61,282 \text{ cm}^3}$$

№3

Вопрос:

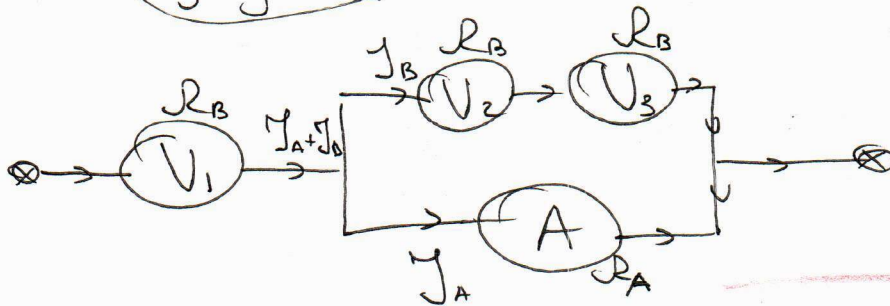


$$U_1 = I \cdot R_{\text{вн}}$$

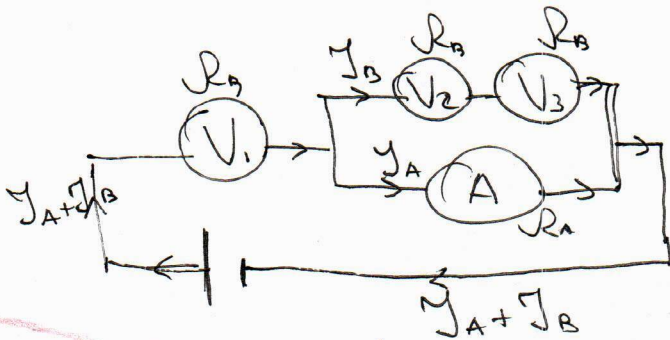
$$U_2 = I \cdot R_2 = I \cdot \frac{R_1}{2}$$

это значит, что вольтметр не идеальный

Задача



$$I_A + I_B = \frac{U_1}{R_B + r}$$



$$U_1 + 2U_2 = U_{\text{вн}}$$

~~$$I_A + I_B = \frac{U_1}{R_B + r}$$~~

$$(I_A + I_B)R_B + 2I_B R_B = U_{\text{вн}}$$

$$(I_A + I_B)R_B + I_A R_A = U_1 + U_2$$

$$2I_B R_B = I_A R_A$$

$$I_B = \frac{I_A R_A}{2R_B}$$

$$2U_2 = I_A R_A$$

$$R_A = \frac{2U_2}{I_A} = \frac{2 \cdot 0,04}{160 \cdot 10^{-3}} = \frac{80 \cdot 10^{-3}}{160 \cdot 10^{-3}} = 0,5 \text{ Ом}$$

термовик

Олимпиада

НВГ

2016

$$\frac{1}{R_B + R_B} + \frac{1}{R_A} = \frac{R_A + 2R_B}{2R_A R_B}$$

$$R_n = \frac{2R_A R_B}{R_A + 2R_B}$$

$$R_{общ} = R_B + \frac{2R_A R_B}{R_A + 2R_B} = \frac{R_A R_B + 2R_B^2 + 2R_A R_B}{R_A + 2R_B}$$

$$\frac{98,5(98,5 \cdot 2 + 3 \cdot 0,5)}{0,5 + 2 \cdot 98,5} = \frac{2R_B^2 + 3R_A R_B}{R_A + 2R_B} = \frac{R_B(2R_B + 3R_A)}{R_A + 2R_B}$$

$$I_A + I_B = \frac{U_1 + 2U_2}{R_{общ} + r}$$

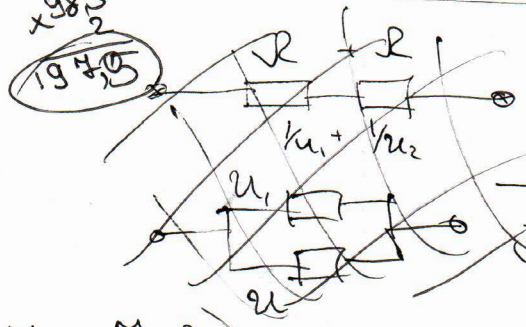
$$U = I \cdot R$$

$$\frac{I_A + \frac{I_A R_A}{2R_B}}{U_1 + 2U_2} = \frac{R_B(2R_B + 3R_A)}{R_A + 2R_B} = r$$

$$\frac{15,88}{99} =$$

$$\frac{98,5}{2} = 49,25$$

$$\begin{array}{r} \times 98,5 \\ 1,5 \\ \hline 4925 \\ + 985 \\ \hline 14785 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} \times 98,5 \\ 98,5 \\ \hline 4925 \\ + 985 \\ \hline 14785 \\ \times 98,5 \\ 19405 \\ \hline 15880 \\ + 14785 \\ \hline 19404,5 \end{array}$$

$$\frac{19404,50}{147,75} \left(I_A + \frac{I_A R_A}{2R_B} \right) R_B + I_A R_A = U_1$$

$$I_A R_B + \frac{3}{2} I_A R_A = U_1$$

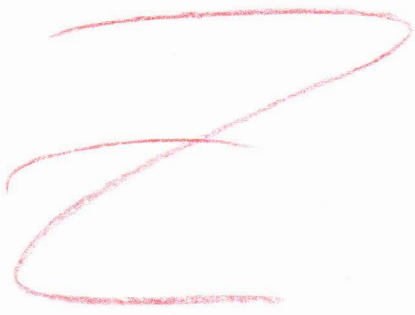
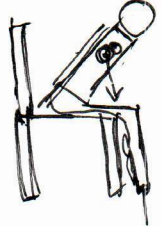
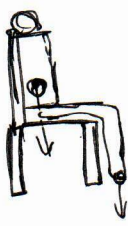
$$I_A \left(R_B + \frac{3}{2} R_A \right) = U_1$$

$$98,5 \text{ Ом} = R_B = \frac{U}{I_A} - \frac{3}{2} R_A = \frac{U_1 + 2U_2}{I_A} + \frac{3}{2} R_A = \frac{15,8 + 2 \cdot 0,04}{160 \cdot 10^{-3}} - \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\frac{I_A + I_B}{I_A + I_B} \left(\frac{R_B(2R_B + 3R_A)}{R_A + 2R_B} \right) = U = \frac{15,88}{0,16}$$

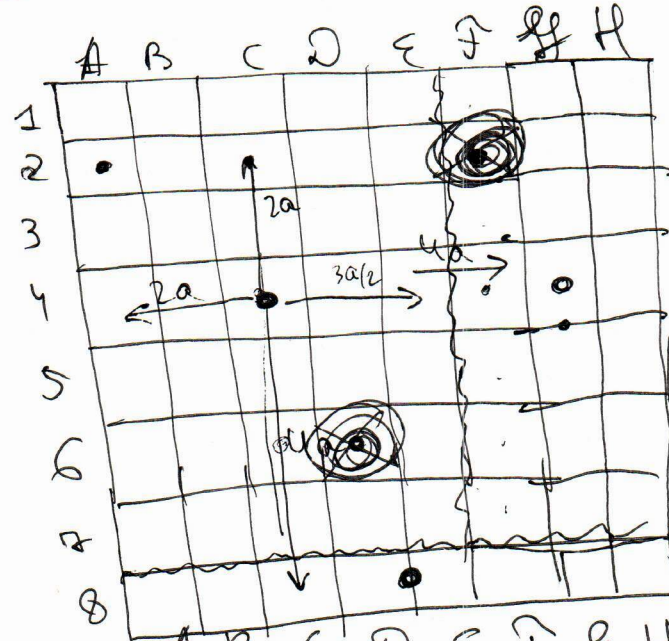
№4

Вопрос:



Задача

A, B, C, D, E, F



$$\frac{25}{24} \frac{8}{3,125}$$

$$\frac{10}{8}$$

$$\frac{20}{16}$$

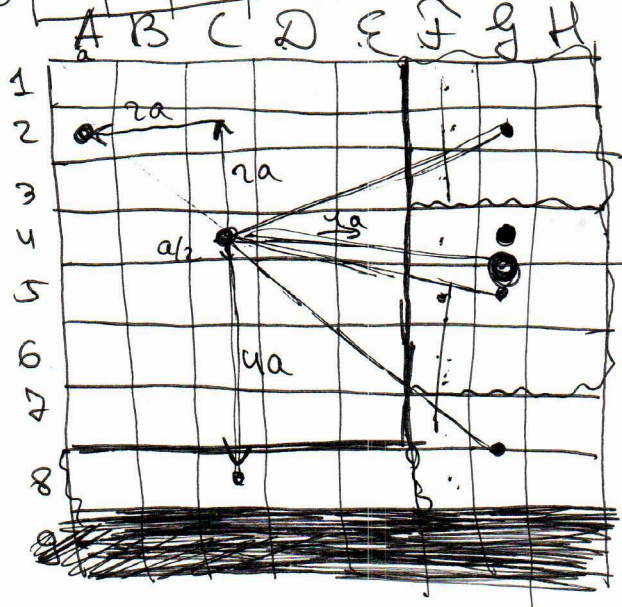
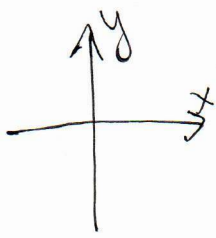
$$\frac{40}{40}$$

$$M = 200ei$$

$$m_k = \frac{200}{6a}$$

$$= \frac{100}{32} = \frac{50}{16}$$

$$= \frac{25}{8} = 3,125i$$



$$(4a)^2 + (a/2)^2 = 16a^2 + \frac{a^2}{4}$$

$$= \frac{65a^2}{4} = \frac{\sqrt{65}}{2} a$$

$$4a^2 + 4a^2 = 8a^2$$

$$2a\sqrt{2} = 2\sqrt{2}a$$

4a

$$\frac{40}{6}$$

$$4,05a$$

49-72-43-68
(177.1)

Хертовик

ОЛЫМПАДА ЦВГ
2016

$$J_A = \frac{2L_B(2L_A + 3L_A)}{(L_A + 2L_B)(L_B + 2L_A)}$$

$$\frac{I}{1 + \frac{L_A}{2L_B}} = \frac{2L_B}{L_A + 2L_B}$$

$$L_A + 2L_B = 2L_B + L_A$$

$$1955225 \mid 19750$$

$$\begin{array}{r} 1955225 \mid 5 \\ 15 \\ \hline 45 \\ 5 \\ 22 \\ 20 \\ \hline 25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 19750 \mid 5 \\ 15 \\ \hline 47 \\ 45 \\ \hline 25 \\ 25 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 395 \\ 8 \\ \hline 3160 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} +24 \\ 31 \\ \hline 335 \\ 3555 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 391045 \mid 5 \\ 35 \\ \hline 41 \\ 40 \\ \hline 045 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 78009 \mid 780 \\ 780 \\ \hline 0900 \end{array}$$

$$98,5 + \frac{2 \cdot 98,5 \cdot 0,5}{0,5 + 2 \cdot 98,5} = 98,5 + \frac{98,5}{197,5} =$$

$$\begin{array}{r} 98515 \\ 5 \\ \hline 48 \\ 45 \\ \hline 35 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1908 \mid 5 \\ 15 \\ \hline 1518 \\ 25 \end{array}$$

$$= 98,5 + 0,498 \approx 99,0$$

$$\begin{array}{r} 192 \mid 385 \\ 0 \\ \hline 1970 \\ 1580 \\ \hline 3900 \\ 3555 \\ \hline 3450 \end{array}$$

$$\frac{15,88}{99} = 99 + r$$

$$\begin{array}{r} \times 99 \\ 99 \\ \hline 891 \\ + 891 \\ \hline 9801,00 \\ - 15,88 \\ \hline 9785,12 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9785,12 \mid 99 \\ 891 \\ \hline 845 \\ 192 \\ \hline 831 \\ 392 \end{array}$$

$$x: 4a \cdot 8 \cdot 3 \cdot m_{кл} + \alpha a \cdot m = 2a \cdot m_{кор}$$

$$y: 2a \cdot m_{кор} = \frac{\alpha}{2} \cdot 8 \cdot 3 \cdot m_{кл} + 4a \cdot 5m_{кл} + \beta m a$$

$$\frac{\times 12}{8} \\ \frac{96}{96}$$

$$\alpha m = 2m_{кор} - 96m_{кл}$$

$$\begin{array}{r} \times 3,125 \\ 96 \\ \hline 18\ 450 \\ + 281\ 25 \\ \hline 300,000 \end{array}$$

$$\alpha = \frac{2m_{кор} - 96m_{кл}}{m} = \frac{2 \cdot 100 - 96 \cdot 3,125}{50}$$

$$= 4 - 4 = -3i$$

$$\beta m = 2m_{кор} - 32m_{кл}$$

$$\beta = \frac{2 \cdot 100 - 32 \cdot 3,125}{50} = 4 - 2 = 2i$$

$$\begin{array}{r} \times 3,125 \\ \times 32 \\ \hline 6\ 250 \\ + 9\ 375 \\ \hline 100,000 \end{array}$$

$$\frac{84}{96}$$

$$\frac{3a}{2} \cdot 8m_{кл} + 4a \cdot 21m_{кл} - 2a \cdot m_{кор} = \alpha m a$$

$$\alpha = \frac{96m_{кл} - 2m_{кор}}{m} = \frac{96 \cdot 3,125 - 2 \cdot 100}{50} =$$

$$= 7 - 4 = 3i$$

$$2a \cdot m_{кор} - 4a \cdot 8m_{кл} = \beta a m i$$

$$\beta = \frac{2m_{кор} - 32m_{кл}}{m} = \frac{2 \cdot 100 - 32 \cdot 3,125}{50} =$$

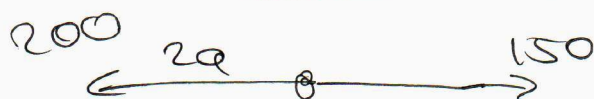
$$= 2i$$

$$\frac{3a}{2} \cdot 8 \text{ мкл} + 4a \cdot 21 \text{ мкл} + 3a \text{ м} =$$

$$= 12 \text{ мкл} + 84 \text{ мкл} + 3 \text{ м} =$$

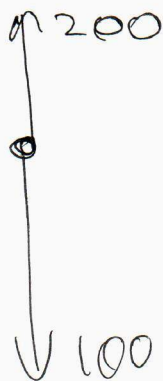
$$= 96 \text{ мкл} + 3 \text{ м} = 150 + 300 = 450 \text{ j}$$

$$2 \cdot \text{мкор} = 2 \cdot 100 = 200 \text{ j}$$



$$2 \cdot \text{мкор} = 200 \text{ j}$$

$$4 \cdot 8 \text{ мкл} = 100 \text{ j}$$



26

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



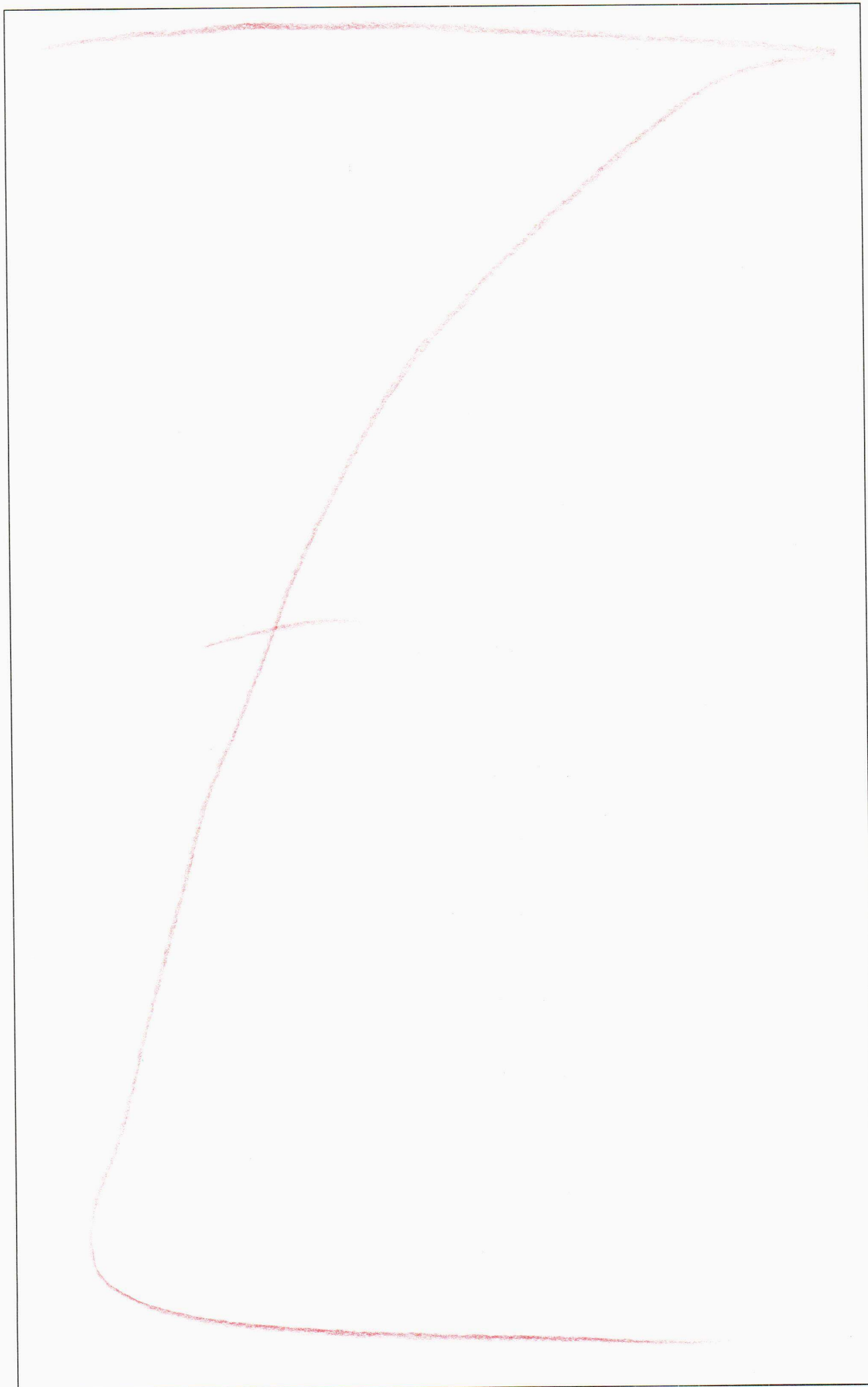
Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



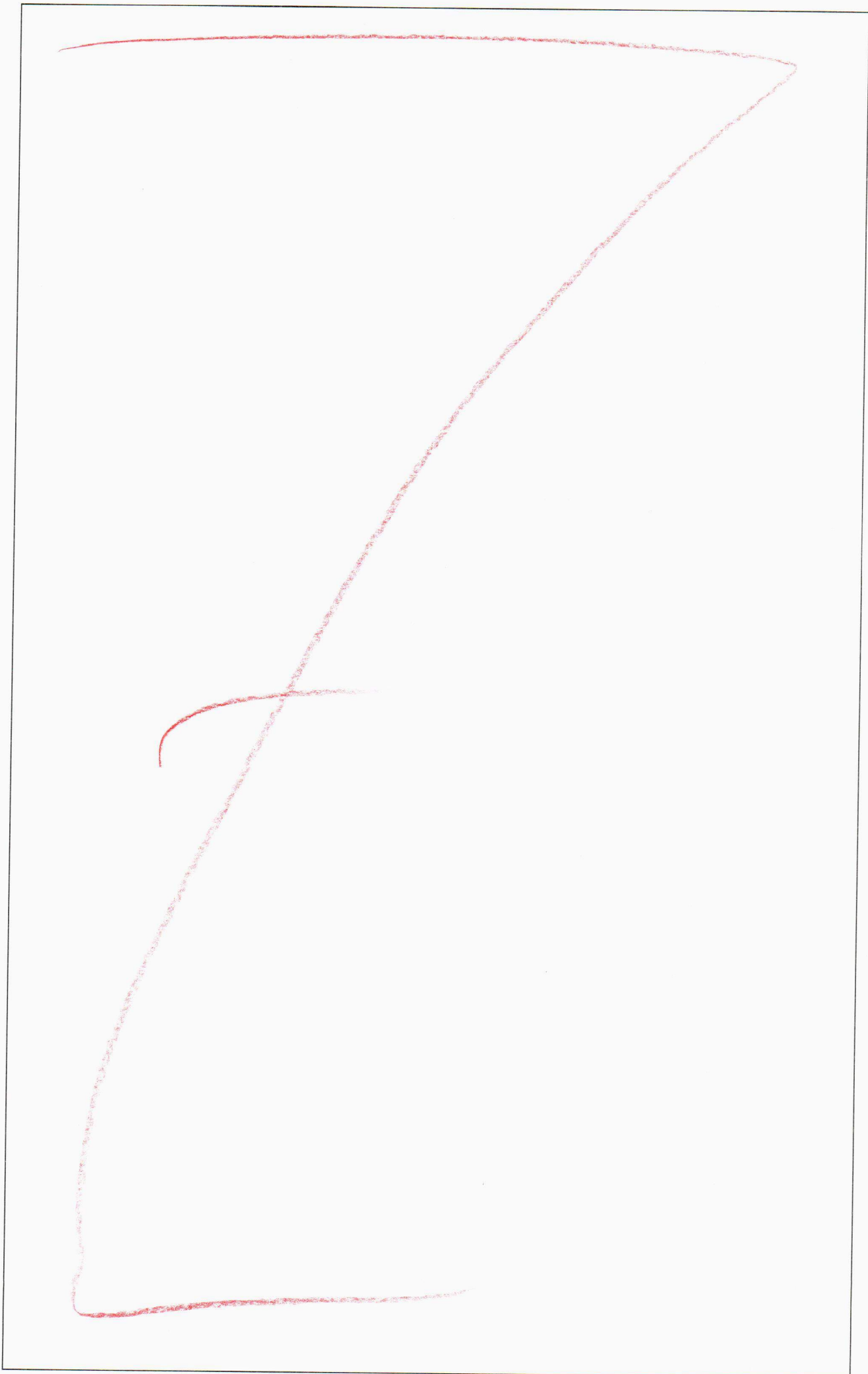
Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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