



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 02

Место проведения г. Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

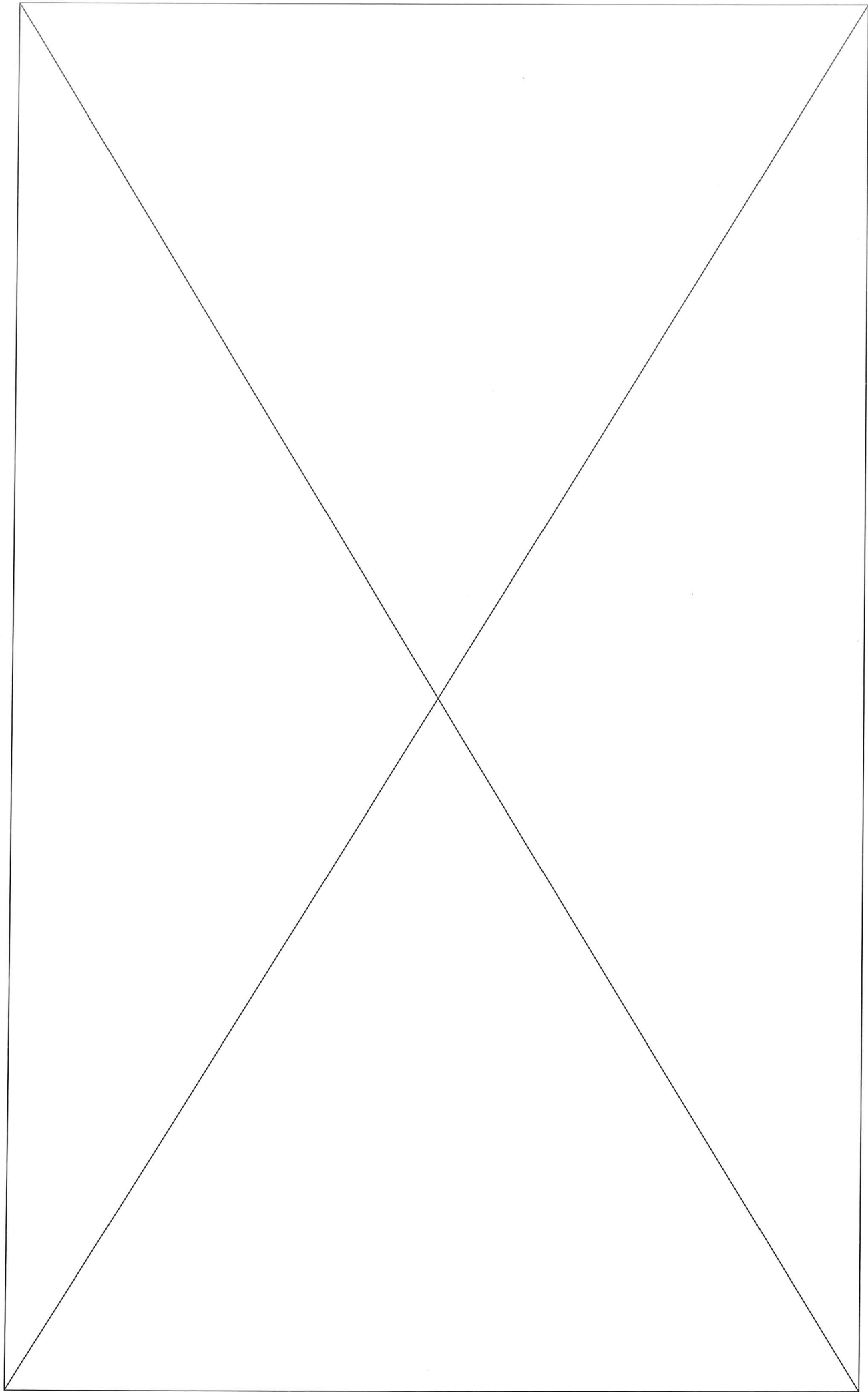
Олимпиада школьников Родарест
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

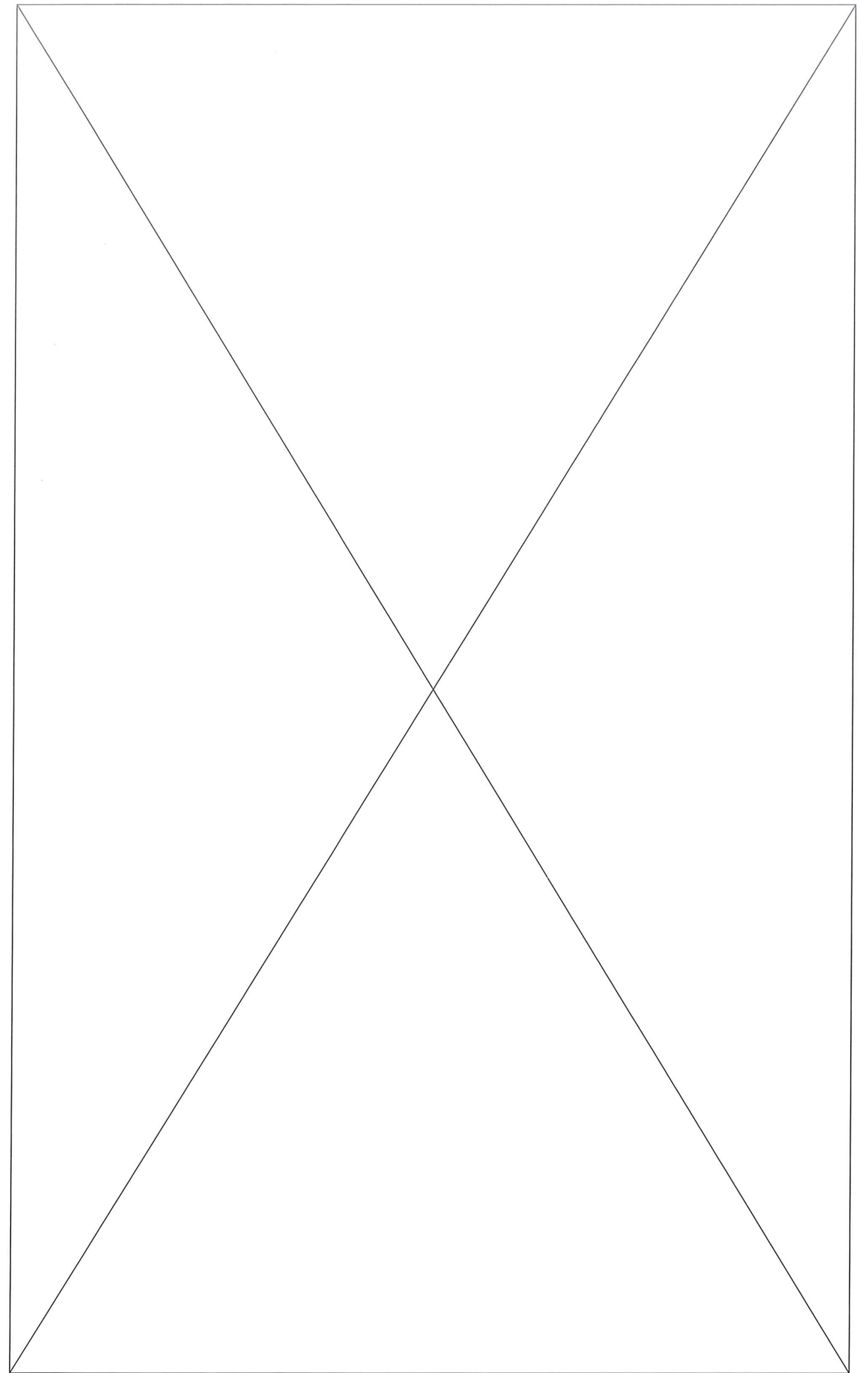
Яковлева Владислава Андреевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«04» апреля 2026 года

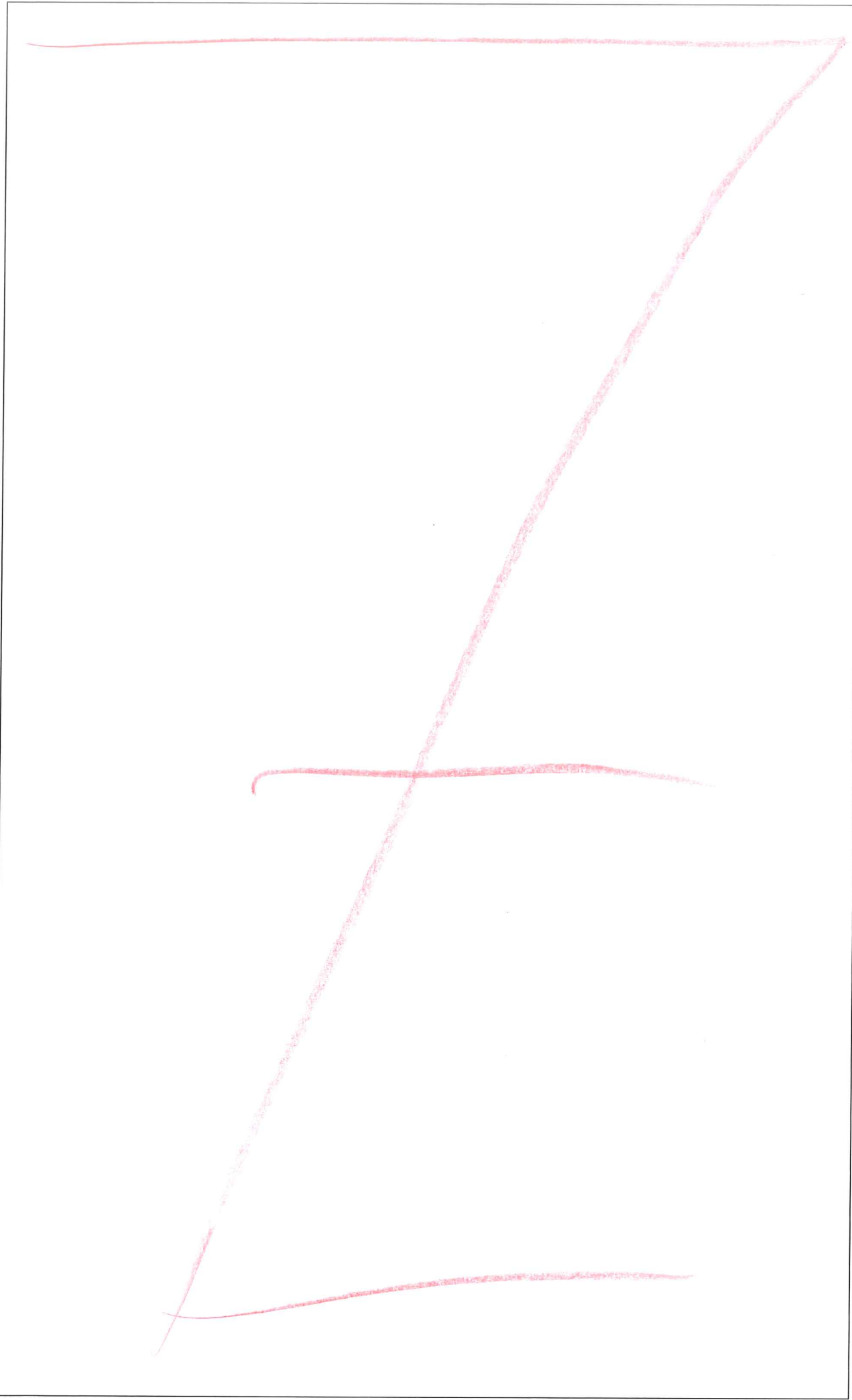
Подпись участника
ЯА



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



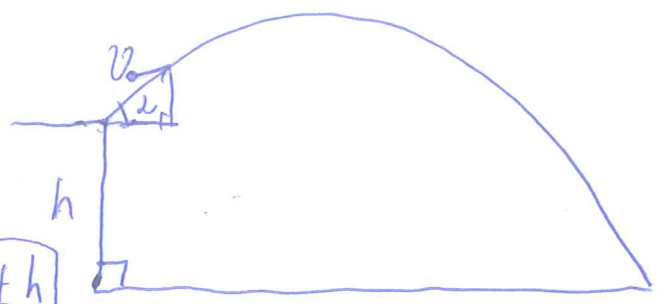
94-54-03-57
(149.3)

№1. Чертовик
 $x = v_0 \cdot t$ ~~вопрос~~
 $y = v_0 \cdot t +$

$$S = v_0 t + \frac{a t^2}{2}$$

$$x = \cos \alpha \cdot v_0 \cdot t$$

$$y = \sin \alpha \cdot v_0 \cdot t - \frac{g t^2}{2} + h$$



$$t = \frac{x}{\cos \alpha v_0}$$

$$y = \frac{\sin \alpha x}{\cos \alpha} - \frac{g x^2}{2 (\cos \alpha)^2 v_0^2} + h$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha$$

$$y = \frac{\sin \alpha x}{\cos \alpha} - \frac{g x^2}{2 (\cos \alpha)^2 v_0^2} + h$$

вопрос загара

$$h = 30 \quad h_{\max} = 40 \quad \Delta h = h_{\max} - h = 10$$

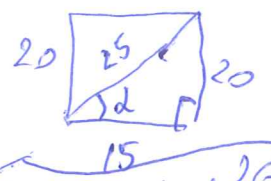
$$x_{\text{верш.}} = 15$$

$$\Delta h = \frac{g t_1^2}{2}$$

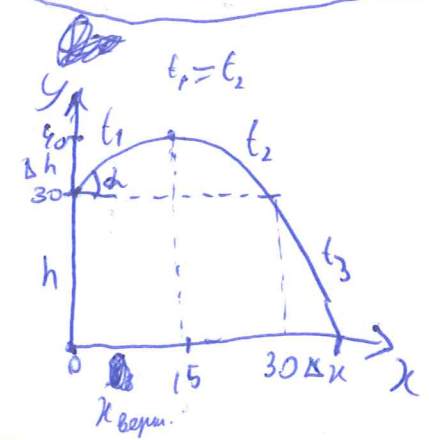
$$\sqrt{\frac{2 \Delta h}{g}} = t_1 = t_2$$

$$v_{0x} = \frac{x_{\text{верш.}}}{t_1} = \frac{x_{\text{верш.}}}{\sqrt{\frac{2 \Delta h}{g}}}$$

$$= \frac{15}{\sqrt{\frac{2 \cdot 10}{9.8}}} = 10.5$$



$$\alpha = \arctg\left(\frac{20}{15}\right) \approx 53.13^\circ$$



$$v_{0y} = \frac{v_{0x} \cdot 20}{15} = 14$$

$$v_0 = \frac{v_{0x} \cdot 25}{15} = 17.5$$

Оценки по мур. мур. 60
 Школьная оценка - 93 (Робинсона 111)

1	10	3	10	3	10
2	3	6	15	6	15
3	15	15	25	15	25
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0

Теперь 10
 Загора 3
 = 13

через t_3

$$h = v_{oy} t_3 + \frac{g t_3^2}{2}$$

$$\Delta x = v_{ox} t_3$$

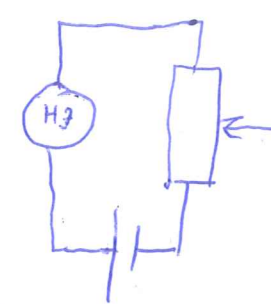
$$\frac{g}{2} t_3^2 + v_{oy} t_3 - h = 0$$

$$D = v_{oy}^2 + 4 \cdot \frac{g}{2} h = 28^2$$

$$t_3 = \frac{-v_{oy} + \sqrt{v_{oy}^2 + 4 \cdot \frac{g}{2} h}}{2 \cdot \frac{g}{2}} = \begin{cases} 1,4286 \\ \text{н.к.} \end{cases}$$

Горизонтальность = $x_{верш.} \cdot 2 + \Delta x = 45$

N3.



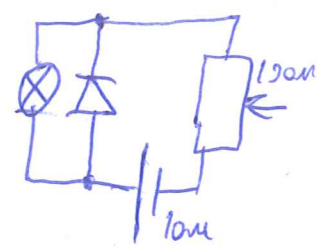
$$R = R_{\text{резист.}} + R_{\text{лампы}}$$

у светодиода 6В 0,7А
у лампы 8В 0,6А

у резистора $U = IR$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$R = \frac{U}{I}$$



$$\begin{cases} \mathcal{E} = 0,7R + 6 \\ \mathcal{E} = 0,6R + 8 \end{cases}$$

при паралл. соединении
 $U_1 = U_2$ $I_1 + I_2 = I_{\text{общ.}}$

$$0,7R + 6 = 0,6R + 8$$

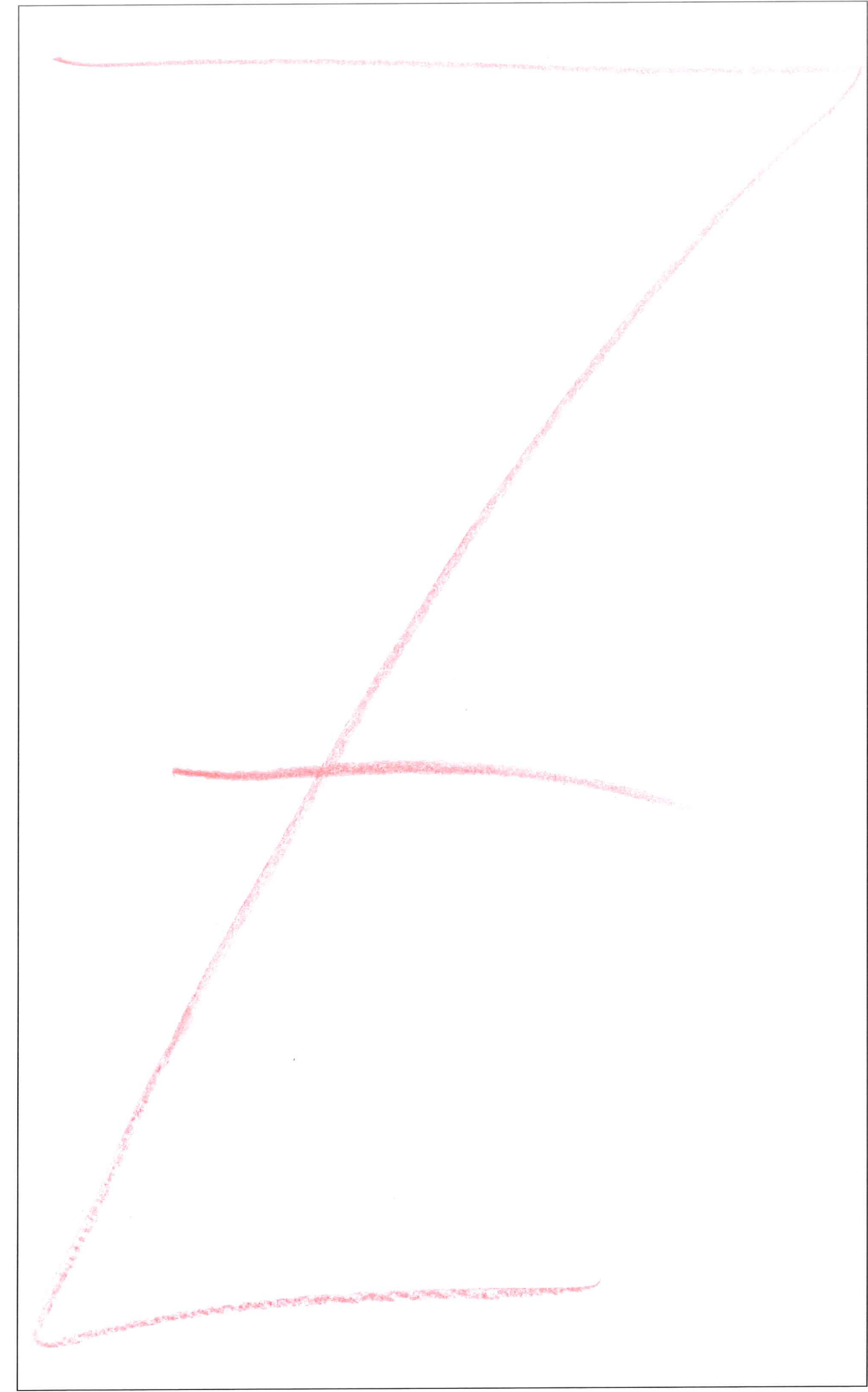
$$0,1R = 2$$

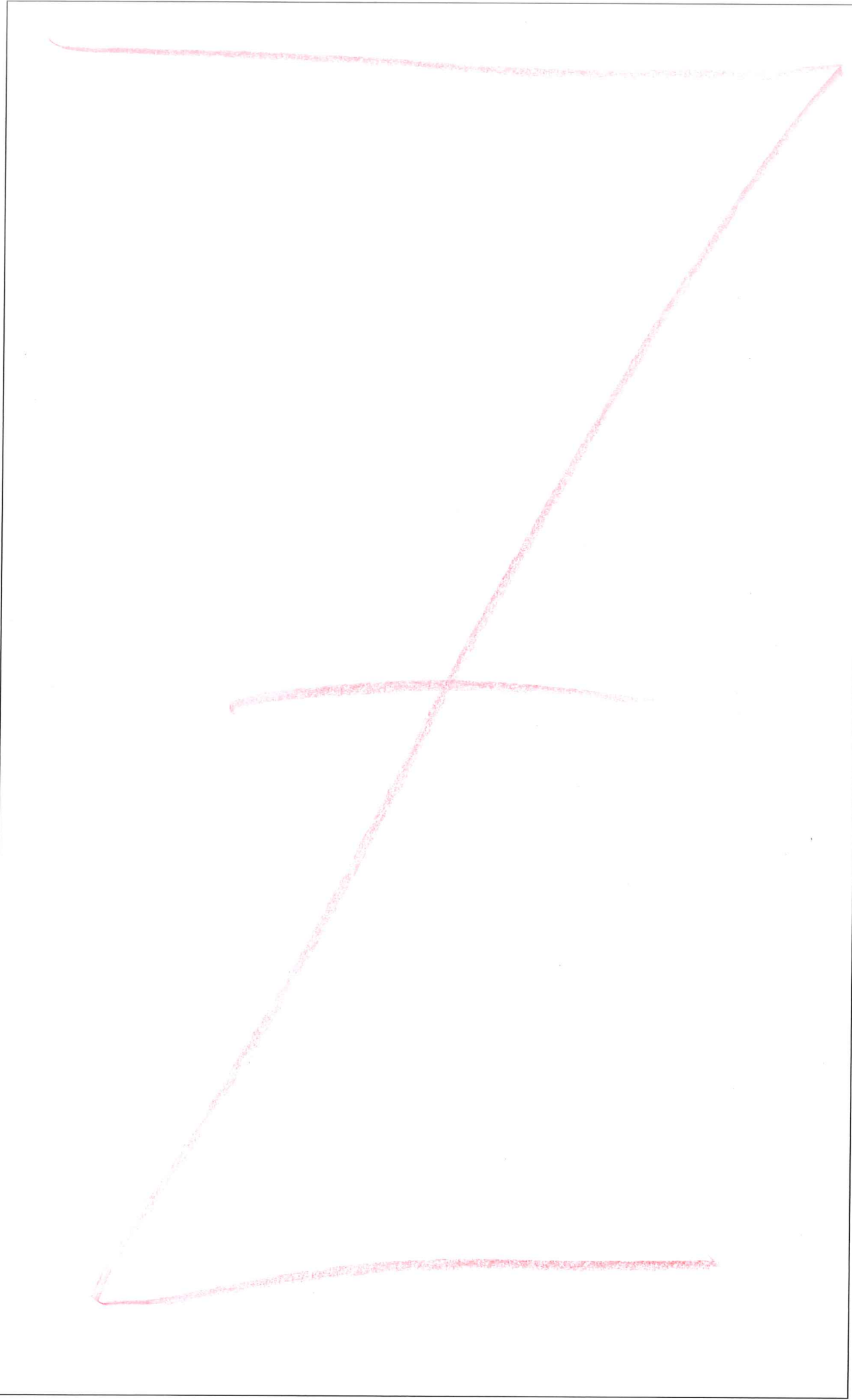
$$R = 20$$

$$R_{\text{резист.}} = 190 \Omega$$

$$R_{\text{лампы}} = 10 \Omega$$

$$\mathcal{E} = 20 \text{ В}$$





94-54-03-57
(149.3)

Черныш

По графику видно, что ~~U = IR~~
у светодиода и лампы ~~R = 10 Ом~~

~~В АХ~~ В АХ почти линейная:

~~I = 0,15U + 0,2~~

~~I = 0,15U + 0,2~~

$$I = 0,15U + 0,2$$

$$I - 0,2 = 0,15U$$

$$U = \frac{I - 0,2}{0,15}$$

R = 20

$$E = \frac{I - 0,2}{0,15} + 20I$$

$$20 = \frac{I}{0,15} - \frac{0,2}{0,15} + 20I$$

$$20 + \frac{0,2}{0,15} = 6,667I + 20I$$

$$21,333 = 26,667I$$

$$I = 0,8$$

$$U_{\text{резист.}} = 16 \text{ В}$$

$$U_{\text{на лампе и светоди.}} = 4 \text{ В}$$

$$P_A = 1,2 \text{ Вт} \quad P_C = 2 \text{ Вт}$$

Когда светодиод
и лампа соединены
паралл. между собой.

$$U = 5,5 \quad I = 0,55$$

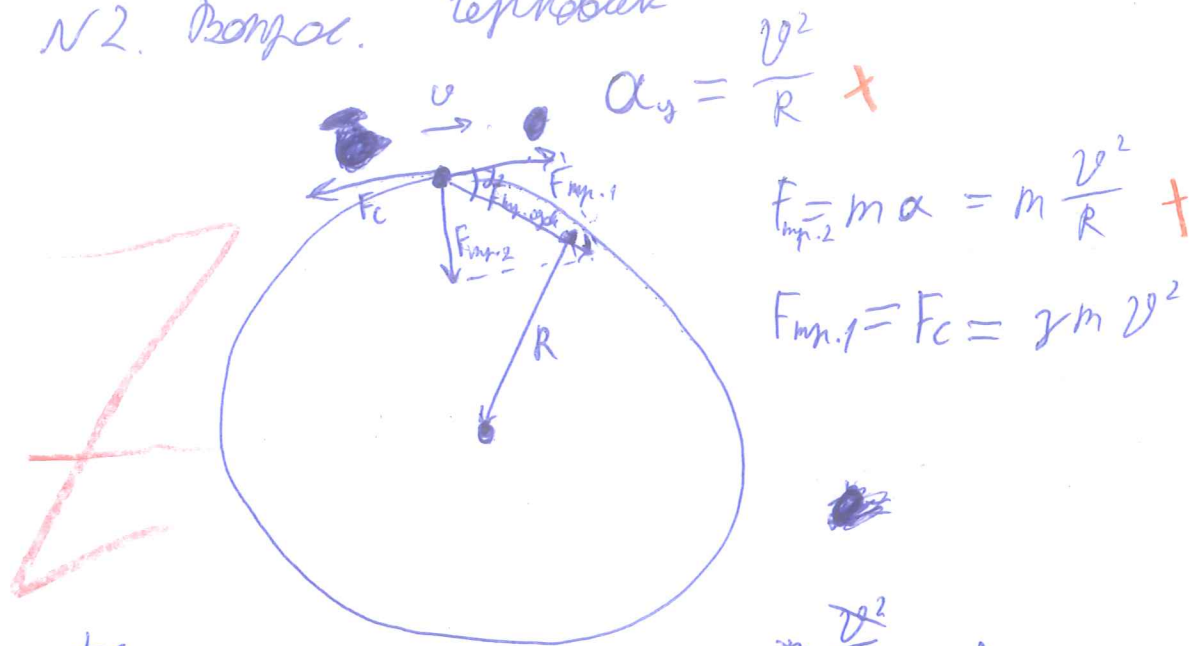
$$I_{\text{одн.}} = 0,11$$

$$U_{\text{рез.}} = 14,5$$

$$R = 13,182$$

$$R_{\text{вмест.}} = 13,182 - 1 = 12,2 \text{ Ом}$$

N2. Поток. Черновик



$$a_y = \frac{v^2}{R}$$

$$F_{np.2} = m a = m \frac{v^2}{R}$$

$$F_{np.1} = F_c = \gamma m v^2$$

$$\alpha = \arctg\left(\frac{F_{np.2}}{F_{np.1}}\right) = \arctg\left(\frac{\frac{m v^2}{R}}{\gamma m v^2}\right) = \arctg\left(\frac{1}{\gamma R}\right)$$

Задача: $\gamma = \frac{1}{R} \Rightarrow \alpha = \arctg(1) = 45^\circ$

$F_{np.1} = k \cdot N$ $N = mg$
 k - коэффициент трения

$F_{np.1} = kmg$

$\alpha = 45^\circ \Rightarrow F_{np.1} = F_{np.2} = \frac{kmg}{\sqrt{2}}$

$F_c = F_{np.1} \Rightarrow \gamma m v^2 = \frac{kmg}{\sqrt{2}}$ 15

$\frac{1}{R} m v^2 = \frac{kmg}{\sqrt{2}}$

$\frac{1}{300} \cdot 90^2 = \frac{k \cdot 9}{\sqrt{2}}$

~~$\frac{k \cdot 9}{\sqrt{2}} = 27$~~

$\frac{k \cdot 9}{\sqrt{2}} = 27$

$k = \frac{\sqrt{2} \cdot 27}{9}$

$v_m(R') \rightarrow$
 другая завис.

$27 = \frac{1}{150} v_1^2$

$v_1 = 63,64 \text{ км/ч}$

Составим уравнение:

$\mathcal{E} = \frac{I \cdot 0,2}{0,15} + 20I$

$21,333 = 26,667I$

$I = 0,8$

$U_{\text{эл}} = U_c = \mathcal{E} - 20I = 4 \text{ В}$

При этом $P_1 = \frac{4 \cdot 0,8}{2} \text{ Вт}$, $P_c = \frac{4^2}{1,2} \text{ Вт}$

тогда $P_1 = P_c$

В точке пересечения графиков $P_1 = P_c$

$U = 5,5 \text{ В}$, $I_c = 0,55 \text{ А}$, $I_1 = 0,55 \text{ А} \Rightarrow I_{\text{одн}} = 1,1 \text{ А}$

$R = \frac{\mathcal{E} - 5,5 \text{ В}}{1,1 \text{ А}} = 13,182 \text{ Ом}$

$R_{\text{внеш.1}} = R - R_{\text{внут.}} = 12,2 \text{ Ом}$

Ответ: $\mathcal{E} = 20 \text{ В}$; $P_1 = \frac{4 \cdot 0,8}{2} \text{ Вт}$, $P_c = \frac{4^2}{1,2} \text{ Вт}$; $R_{\text{внеш.1}} = 12,2 \text{ Ом}$

Задача 3.

см. черновик

Числовик

$v_1 = v_0$, т.к. параболы симметричны

$v_{0y} = v_{1y}$ $v_{0x} = v_{1x}$

$h = v_{1y} t_3 + \frac{g t_3^2}{2}$

$\frac{g}{2} t_3^2 + v_{1y} t_3 - h = 0$

Решим квадратное уравнение.

$D = v_{1y}^2 + 4 \cdot \frac{g}{2} h = 28^2$

$\Delta x = v_{1x} t_3 = 15 \text{ м}$

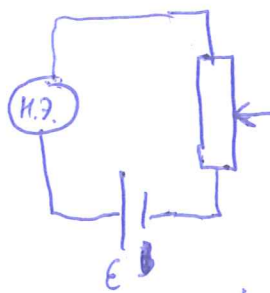
$x_{\text{подв.}} = x_{\text{верт.}} \cdot 2 + \Delta x = 45 \text{ м}$

$t_3 = \frac{-v_{1y} \pm \sqrt{D}}{\frac{g}{2}} = \begin{cases} 1,4286 \\ \text{н.к., т.к.} \\ \text{время} \geq 0 \end{cases}$

Ответ: выстрел был произведен под углом $53,13^\circ$; $v_0 = 17,5 \text{ м/с}$; дальность полёта по горизонтали 45 м.

Задача 3. Вопрос.

Пусть $R = R_{\text{внут.}} + R_{\text{внеш.}}$



Найдём по заданию, что коэффициенты параллельно такие:
у светодиода 6В; 0,7А
у лампы 8В; 0,6А

Сумма всех напряжений равна ЭДС $U_{\text{рез.}} = IR$

Составим систему уравнений:

$\epsilon = 0,7R + 6$

$\epsilon = 0,6R + 8$

$0,7R + 6 = 0,6R + 8$

$0,1R = 2$

$R = 20_{\text{ом}}$ $\epsilon = 20 \text{ В}$

$R_{\text{внеш.}} = R - R_{\text{внут.}} = 10 \text{ ом}$

Задача. Нарисуйте ВАХ для параллельно соединённых светодиода и лампы.

$I_{\text{общ.}} = I_s + I_l$. Видно, что на участке от 18 до 6 В график почти линейный:

$I = 0,15U + 0,2$; $U = \frac{I - 0,2}{0,15}$

94-54-03-57 (149,3)

$F_{\text{притяж.}} = \rho v_2^2$ — Черновик
здесь ошибка: формула не правильная
 ρ — коэффициент притяж. шель

$\rho \cdot 90^2 = 0,25 \text{ мг}$

$F = k \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2}$ $v^2 = \frac{k m^2}{r^2}$
единица измерения не совпадает

$\rho = \frac{0,25 \text{ мг}}{90^2}$

$F_{\text{мп.}} = k (mg + \rho v_2^2) = k (mg + \frac{0,25 \text{ мг}}{90^2} v_2^2)$

$F_{\text{мп.}} = \sqrt{2 \cdot 27} (mg + \frac{0,25 \text{ мг}}{90^2} v_2^2)$

$F_{\text{мп.}} = (\sqrt{2 \cdot 27} + \frac{\sqrt{2 \cdot 27} \cdot 0,25}{90^2} v_2^2) \cdot m$

$F_{\text{мп.1}} = (27 + \frac{27 \cdot 0,25}{90^2} v_2^2) m$

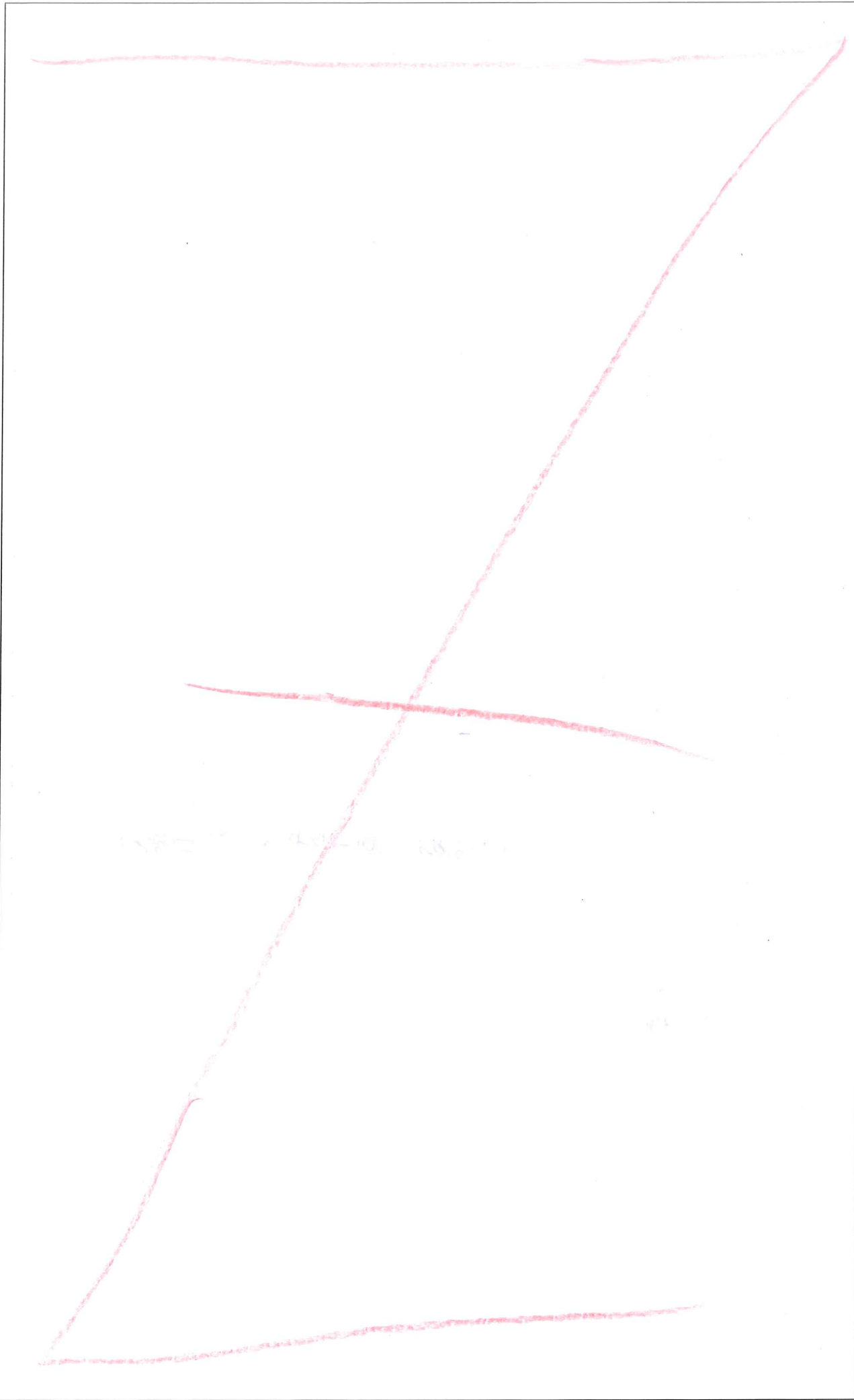
$\frac{1}{R} v_2^2 = (27 + \frac{27 \cdot 0,25}{90^2} v_2^2) m$

$\frac{1}{150} v_2^2 = 27 + \frac{27 \cdot 0,25}{90^2} v_2^2$

где-то есть ошибка:
 $(\frac{1}{150} + \frac{27 \cdot 0,25}{90^2}) v_2^2 = 27$ — логично, вводим +
должен быть быстрее с ампером

$v_2^2 = \frac{27}{\frac{1}{150} + \frac{27 \cdot 0,25}{90^2}}$ (для этого амперы и метры)

$v_2 = 60 \text{ м/с}$



Чистовик у
Задача 1. Вопрос.

$$V_{0x} = V_0 \cdot \cos \alpha$$

$$V_{0y} = V_0 \cdot \sin \alpha$$

$$x = V_{0x} \cdot t = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$$

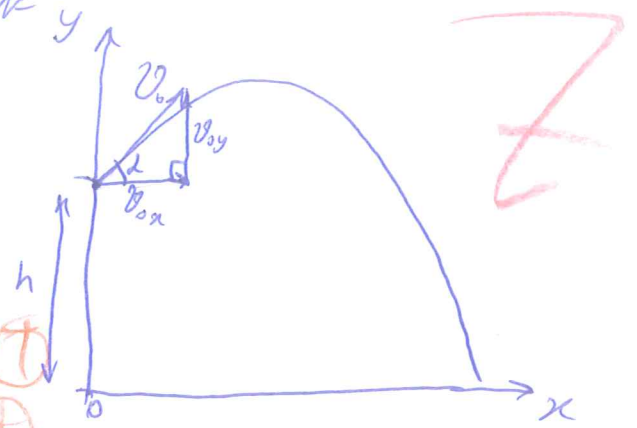
$$y = V_{0y} \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} + h$$

$$t = \frac{x}{\cos \alpha \cdot V_0}$$

$$y = \frac{V_{0y} \cdot x}{\cos \alpha \cdot V_0} - \frac{g \cdot x^2}{2 \cos^2 \alpha \cdot V_0^2} + h$$

$$y = \frac{\sin 2\alpha \cdot x}{\cos \alpha} - \frac{g \cdot x^2}{2 \cos^2 \alpha \cdot V_0^2} + h$$

$$y = \frac{g \cdot x^2}{2 \cos^2 \alpha \cdot V_0^2} + h$$



Задача.

Из графика видно, что $h = 30 \text{ м}$, $h_{\text{макс.}} = 40 \text{ м}$

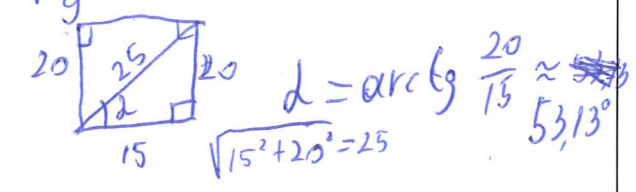
$x_{\text{верш.}} = 15 \text{ м}$, $\Delta h = h_{\text{макс.}} - h = 10 \text{ м}$

$$\Delta h = \frac{g \cdot t^2}{2} \Rightarrow \sqrt{\frac{2 \Delta h}{g}} = t_1 = t_2$$

$t_1 = t_2$ т.к. парабола симметрична

$$V_{0x} = \frac{x_{\text{верш.}}}{t_1} = \frac{x_{\text{верш.}}}{\sqrt{\frac{2 \Delta h}{g}}} = 10,5 \text{ м/с}$$

Рассмотрим прямоугольный треугольник и преобразовали, которые она образует вместе сеткой графика



$$V_{0y} = \frac{20}{15} V_{0x} = 14 \text{ м/с} \quad V_0 = \frac{25}{15} V_{0x} = 17,5 \text{ м/с}$$

