



0 390435 170004

39-04-35-17
(149.2)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 02

Место проведения г. Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

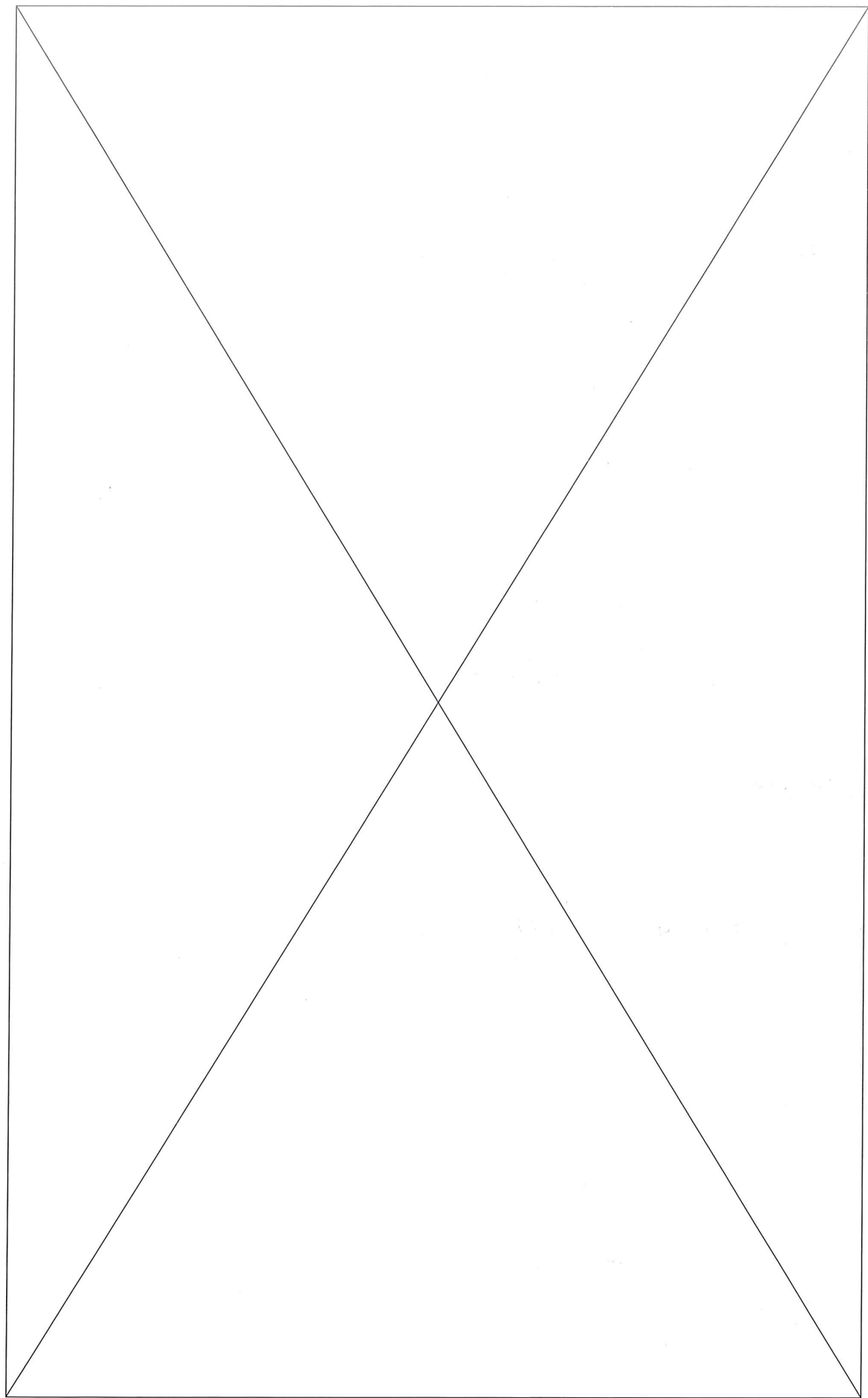
Олимпиада школьников Роботекс
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

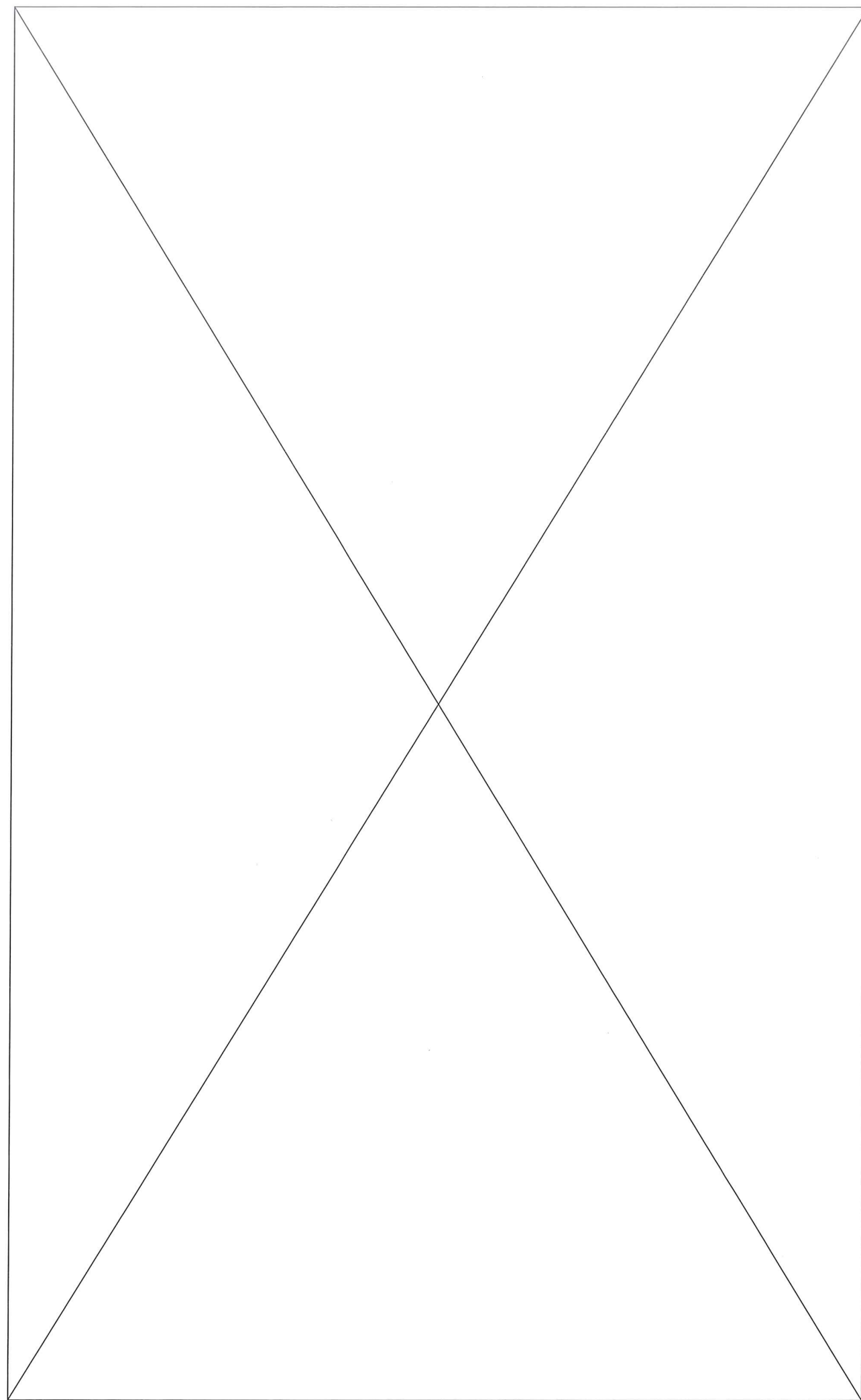
Александр Тимурович Алексеевич
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
« 4 » апреля 2026 года

Подпись участника



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

39-04-35-17
(149,2)

Черновик
№1 Вопрос

$x: \bar{a}_x = 0 \frac{m}{c^2}; \bar{v}_{0x} = \bar{v}_0 \cdot \cos \alpha \frac{m}{c}; x_0 = 0 m;$
 $x = x_0 + \bar{v}_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$ Подставим значения выше
 $x = \bar{v}_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$

$y: \bar{a}_y = -g \frac{m}{c^2}; \bar{v}_{0y} = \bar{v}_0 \cdot \sin \alpha \frac{m}{c}; y_0 = h_0;$
 $y = y_0 + \bar{v}_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2}$ Подставим значения выше
 $y = h_0 + \bar{v}_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$

Так как в данных значениях, нет значения t , то выразим его из первого уравнения и подставим во второе.

$t = \frac{x}{\bar{v}_0 \cdot \cos \alpha}; y = h_0 + \bar{v}_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{x}{\bar{v}_0 \cdot \cos \alpha} - \frac{g \cdot (\frac{x}{\bar{v}_0 \cdot \cos \alpha})^2}{2}$

$y = h_0 + \frac{\bar{v}_0 \cdot \sin \alpha \cdot x}{\bar{v}_0 \cdot \cos \alpha} - \frac{2gx}{\bar{v}_0 \cdot \cos \alpha}$
 $y = h_0 + \frac{\bar{v}_0 \cdot \sin \alpha \cdot x - 2gx}{\bar{v}_0 \cdot \cos \alpha}$
 $y = \frac{x(\bar{v}_0 \cdot \sin \alpha - 2g)}{\bar{v}_0 \cdot \cos \alpha} + h_0$

№1 Задача

Из графика видно, что $h_0 = 30 m; h_{max} = 40 m$
 Также можно определить период полета: на графике видно, что шарик до h_{max} и опускается назад до высоты $h_0 = 30 m$, при этом t при котором шарик достигнет h_0 во второй раз, равен $30 c$

25
 Оценка топ. типа до
 Уровневый анализ
 Оценка уровня
 Оценка уровня
 Оценка уровня

Черновик

Подставим известные данные в уравнение, выведенное в вопросе:

$$0 = 30 + \frac{v_0(v_0 \sin \alpha - 2 \cdot 9,8)}{v_0 \cdot \cos \alpha}$$

Также мы можем подставить значение h_{\max} :

$$40 = 30 + \frac{15(v_0 \sin \alpha - 2 \cdot 9,8)}{v_0 \cdot \cos \alpha}$$

Из графика мы также можем получить $\angle \alpha$:
каждое деление графика по оси y соответствует 10 м, а по оси x — 5 м.



$$\tan \alpha = \frac{20}{15} = 2 \Rightarrow \arctan 2 \approx 63,4^\circ$$

$$\sin \alpha \approx 0,894; \cos \alpha \approx 0,447$$

~~$$0 = 30 + \frac{v_0(0,894 - 2 \cdot 9,8)}{0,447 \cdot v_0}$$~~

~~$$40 = 30 + \frac{15(v_0 \cdot 0,894 - 2 \cdot 9,8)}{0,447 \cdot v_0}$$
 решим относительно v_0 :~~

~~$$0,447 \cdot v_0$$~~

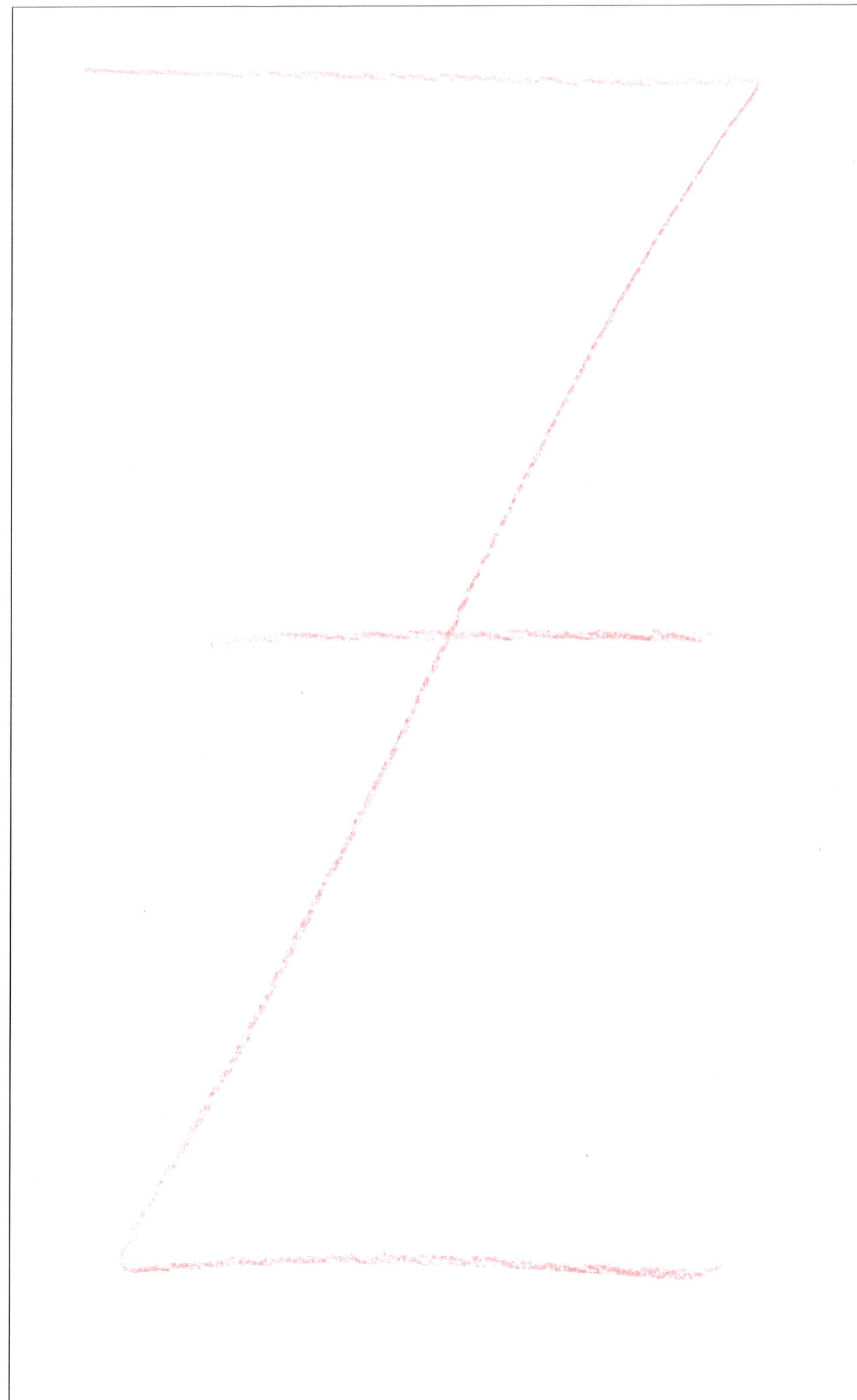
$$40 = 30 + \frac{15(v_0 \sin \alpha - 2 \cdot 9,8)}{v_0 \cdot \cos \alpha}$$

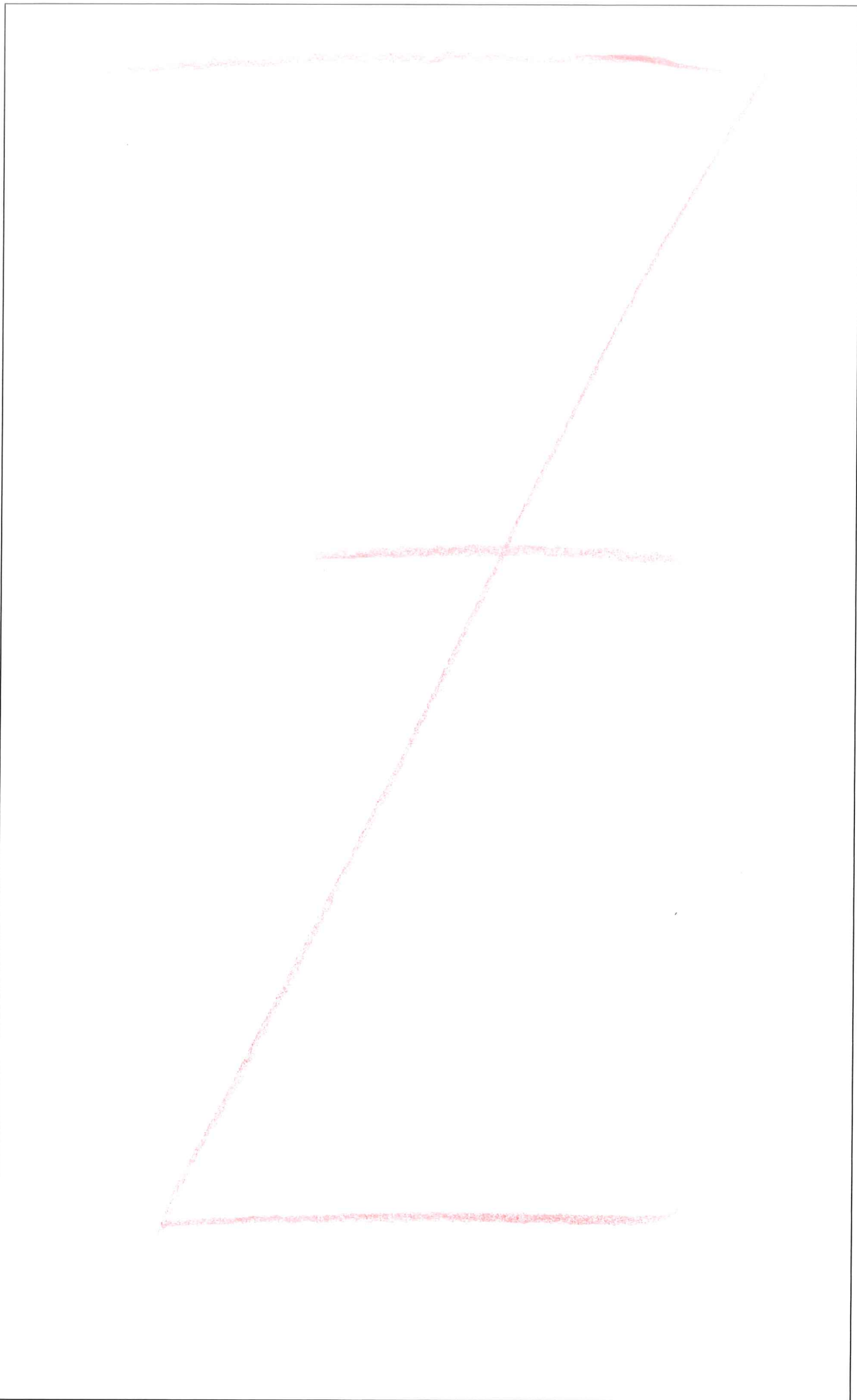
$$v_0 \cdot \cos \alpha \cdot 40 = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot 30 + 15v_0 \sin \alpha - 15 \cdot 2 \cdot 9,8$$

$$v_0 \cdot \cos \alpha \cdot 40 - v_0 \cdot \cos \alpha \cdot 30 - 15v_0 \sin \alpha = -15 \cdot 2 \cdot 9,8$$

$$v_0(\cos \alpha \cdot 40 - \cos \alpha \cdot 30 - 15 \sin \alpha) = -15 \cdot 2 \cdot 9,8$$

$$v_0 = \frac{-15 \cdot 2 \cdot 9,8}{\cos \alpha \cdot 40 - \cos \alpha \cdot 30 - 15 \sin \alpha} = \frac{-294}{10 \cos \alpha - 15 \sin \alpha}$$





39-04-35-17
(149.2)

Черныш

$$v_0 = \frac{-294}{10 \cos \alpha - 15 \sin \alpha} \approx 32,87 \frac{м}{с}$$

$$\theta = 30 + \frac{x(32,87 \cdot \sin \alpha - 2,98)}{32,87 \cdot \cos \alpha}$$

$$30(32,87 \cdot \cos \alpha) + x(32,87 \cdot \sin \alpha - 2,98) = 0$$

$$986,1 \cdot 30 \cos \alpha + 32,87 \cdot \sin \alpha \cdot x - 2,98 \cdot x = 0$$

$$32,87 \cdot \sin \alpha \cdot x - 2,98 \cdot x = -986,1 \cdot 30 \cos \alpha$$

$$x = \frac{-986,1 \cdot 30 \cos \alpha}{32,87 \cdot \sin \alpha - 2,98} \approx -1,350$$

$$\theta = 30 + \frac{x(32,87 \cdot \sin \alpha - 2,98)}{32,87 \cdot \cos \alpha}$$

$$\theta = 30 + \frac{9,7858 \cdot x}{14,7} \Rightarrow \frac{215,42 \cdot x}{14,7} = -30 \Rightarrow x = -20,41$$

$$x = \frac{-30 \cdot 14,7}{9,7858}$$

$$y = h_0 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha} - g \left(\frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha} \right)^2$$

$$y = h_0 + \frac{v_0 \cdot \sin \alpha \cdot x}{v_0 \cdot \cos \alpha} - \frac{g \left(\frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha} \right)^2}{2}$$

$$y = h_0 + \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$40 = 30 + \frac{4 \cdot 16^5}{8} - \frac{2 \cdot 9,8 \cdot 15^2}{\sigma_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$40 = 50 - \frac{4410}{0,36 \sigma_0^2}$$

$$\frac{4410}{0,36 \sigma_0^2} = 10 \quad | \cdot 0,36 \sigma_0^2$$

$$4410 = 3,6 \sigma_0^2$$

$$\sigma_0^2 = \frac{4410}{3,6} \quad ; \quad \sigma_0^2 = 1225 \Rightarrow \sigma_0 = 35$$

$$0 = 30 + \frac{4}{3} x - \frac{2 \cdot 9,8 \cdot x^2}{35^2 \cdot 0,36}$$

$$0 = 30 + \frac{4}{3} x - \frac{19,6 x^2}{441} \quad | \cdot 441$$

$$0 = 441 \cdot 30 + 147 \cdot 4x - 19,6 x^2$$

$$13230 + 588x - 19,6 x^2 = 0$$

$$D = 588^2 - 4 \cdot (-19,6) \cdot 13230 = 1382976 = 1176^2$$

$$x_1 = \frac{-588 + 1176}{-19,6 \cdot 2} = -15 \text{ - не удов.}$$

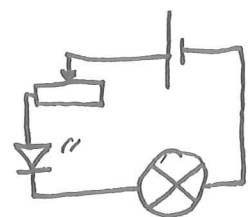
$$x_2 = \frac{-588 - 1176}{-19,6 \cdot 2} = 45$$

№ 2 Вопрос

Числовик

№-3 Задача

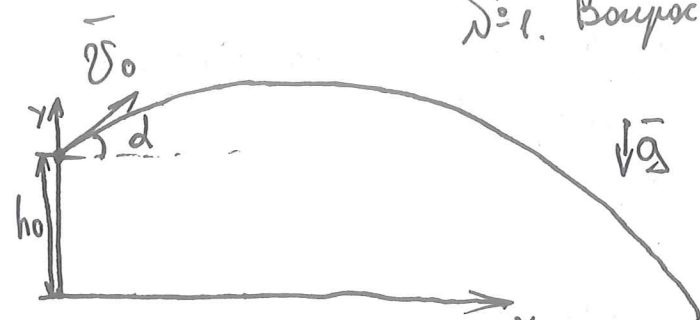
$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}$$



39-04-35-17
(149,2)

Числовик

№-1. Вопрос



для оси x: $a_{x_2} = 0 \frac{m}{c^2}$; $v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$; $x_0 = 0 \text{ м}$

$$x = x_0 + v_{x0} \cdot t + \frac{a_x t^2}{2}$$

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

для оси y: $a_y = -g \frac{m}{c^2}$; $v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$; $y = h_0$

$$y = y_0 + v_{y0} \cdot t + \frac{a_y t^2}{2}$$

$$y = h_0 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

Так как t нам не дано, выразим его из первого уравнения и подставим во второе:

$$t = \frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha}; \quad y = h_0 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha} - \frac{g \left(\frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha} \right)^2}{2}$$

$$y = h_0 + \operatorname{tg} \alpha \cdot x - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$\text{Ответ: } y = h_0 + \operatorname{tg} \alpha \cdot x - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}$$

№-1 Задача

Из графика мы можем увидеть следующее:

- 1) $h_0 = 30 \text{ м}$
- 2) $h_{\max} = 40 \text{ м}$ (при $x = 15 \text{ м}$)
- 3) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{20}{15} = \frac{4}{3} \Rightarrow \alpha = \arctan \frac{4}{3} \approx 53,13^\circ$ ($\cos \alpha = 0,6$; $\sin \alpha = 0,8$)

Для расчета начальной скорости, подставим в уравнение траектории, выведенное в вопросе данные точки максимальной высоты:

$$40 = 30 + \frac{4 \cdot 15}{3} - \frac{2 \cdot 9,8 \cdot 15^2}{v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} \Rightarrow \frac{4410}{0,36 v_0^2} = 10 \Rightarrow v_0^2 = 1225$$

$$v_0 = 35 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Теперь, зная, что $\gamma = 0$; $V_0 = 35 \frac{m}{c}$ (выведено ранее);
Мы можем подставить эти данные во все формулы, выведенные в вопросе.

$$0 = 30 + \text{tg } \alpha \cdot x - \frac{2 \cdot 9,8 \cdot x^2}{35^2 \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$0 = 30 + \frac{4}{3} \cdot x - \frac{19,6 \cdot x^2}{441} \quad | \cdot 441$$

$$-19,6x^2 + 588x + 13230 = 0$$

$$D = 588^2 + 4 \cdot 19,6 \cdot 13230 = 1382976 = 1176^2$$

$$x_1 = \frac{-588 + 1176}{-19,6 \cdot 2} = -15 \quad (\text{не удовлетворяется, так } x > 0)$$

$$x_2 = \frac{-588 - 1176}{-19,6 \cdot 2} = 45 \quad (\text{удовлетворяется условию})$$

Ответ: 1) $\angle \alpha = \arctan \frac{4}{3} \approx 53,13^\circ$

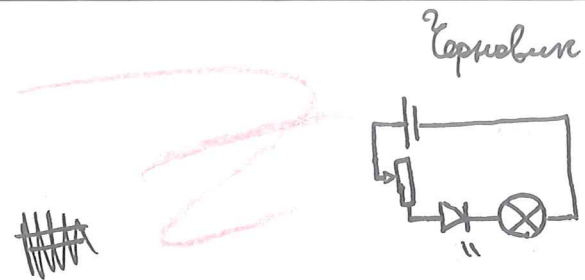
2) $V_0 = 35 \frac{m}{c}$

3) $x = 45 \text{ м}$

3 Вопрос

На графике ВАХ, путём перебора всех точек с целыми координатами, можно найти точки (6; 0,7) и (8; 0,6). Формула мощности $P = U \cdot I \Rightarrow$ для светодиода $6 \cdot 0,7 = 4,2$; т.е его номинальное напряжение $U = 6 \text{ В}$; так $I = 0,7 \text{ А}$. Аналогичным образом, для лампы $U = 8 \text{ В}$; $I = 0,6 \text{ А}$.

Ответ: $U_{\text{светодиода}} = 6 \text{ В}$; $U_{\text{лампы}} = 8 \text{ В}$.



$$R_c = \frac{U_c}{I_c} = \frac{6}{0,7} \approx 8,57 \text{ Ом}$$

$$R_l = \frac{U_l}{I_l} = \frac{8}{0,6} \approx 13,33 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{E}{R+r}$$

Вся графика представляет собой параболическую зависимость

Рассмотрим формулу параболической зависимости

$$y = ax^2 + bx + c$$

для светодиода:

$$4a + 2b = 0,1$$

$$16a + 4b = 0,3$$

$$8a = 0,1$$

$$a = \frac{0,1}{8} = 0,0125$$

$$y = 0,0125x^2 + 0,025x$$



$$\begin{cases} 0 = c \\ 0,1 = 4a + 2b + c \\ 0,3 = 16a + 4b + c \end{cases}$$

$$1 \cdot -2 \quad \begin{cases} -8a - 4b = -0,2 \quad (1) \\ 16a + 4b = 0,3 \quad (2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} -8a - 4b = -0,2 \quad (1) \\ 16a + 4b = 0,3 \quad (2) \end{cases}$$

$$(1) -8 \cdot 0,0125 - 4b = -0,2$$

$$-0,1 - 4b = -0,2$$

$$-4b = -0,1$$

$$b = 0,025$$