



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 5

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

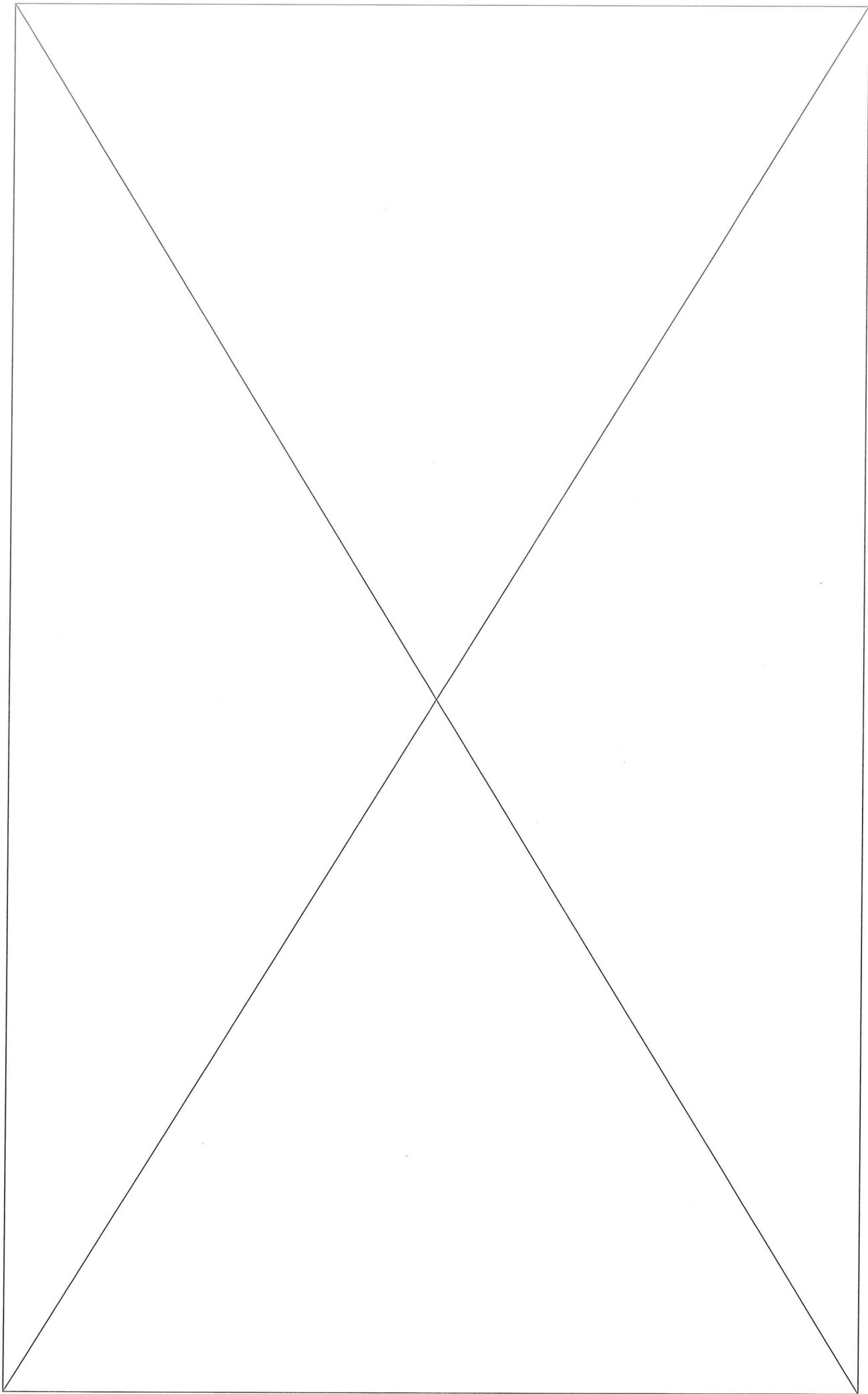
Олимпиада школьников Роботест
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

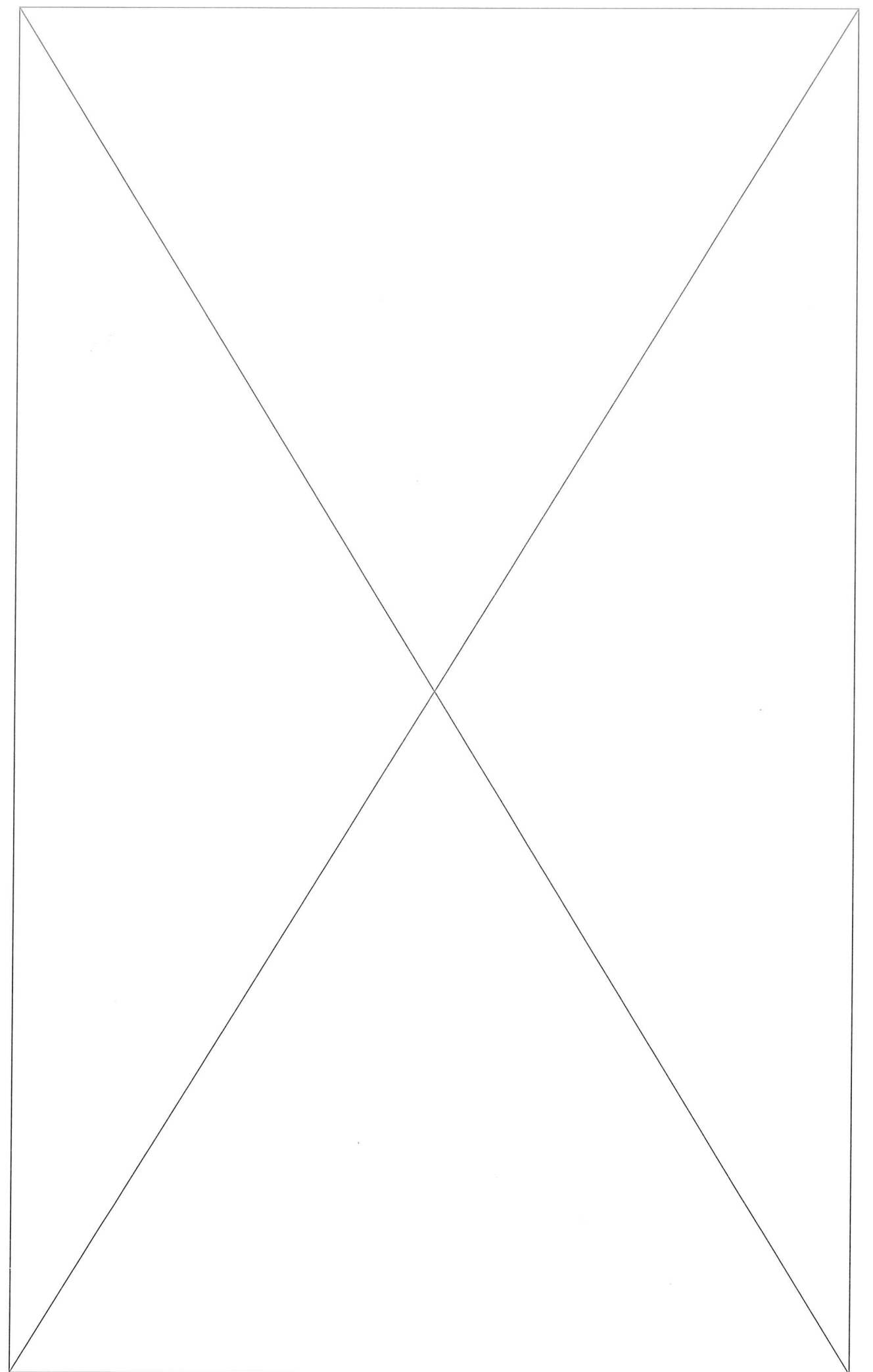
Бикташевой Эльвины Маратовны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«4» апреля 2026 года

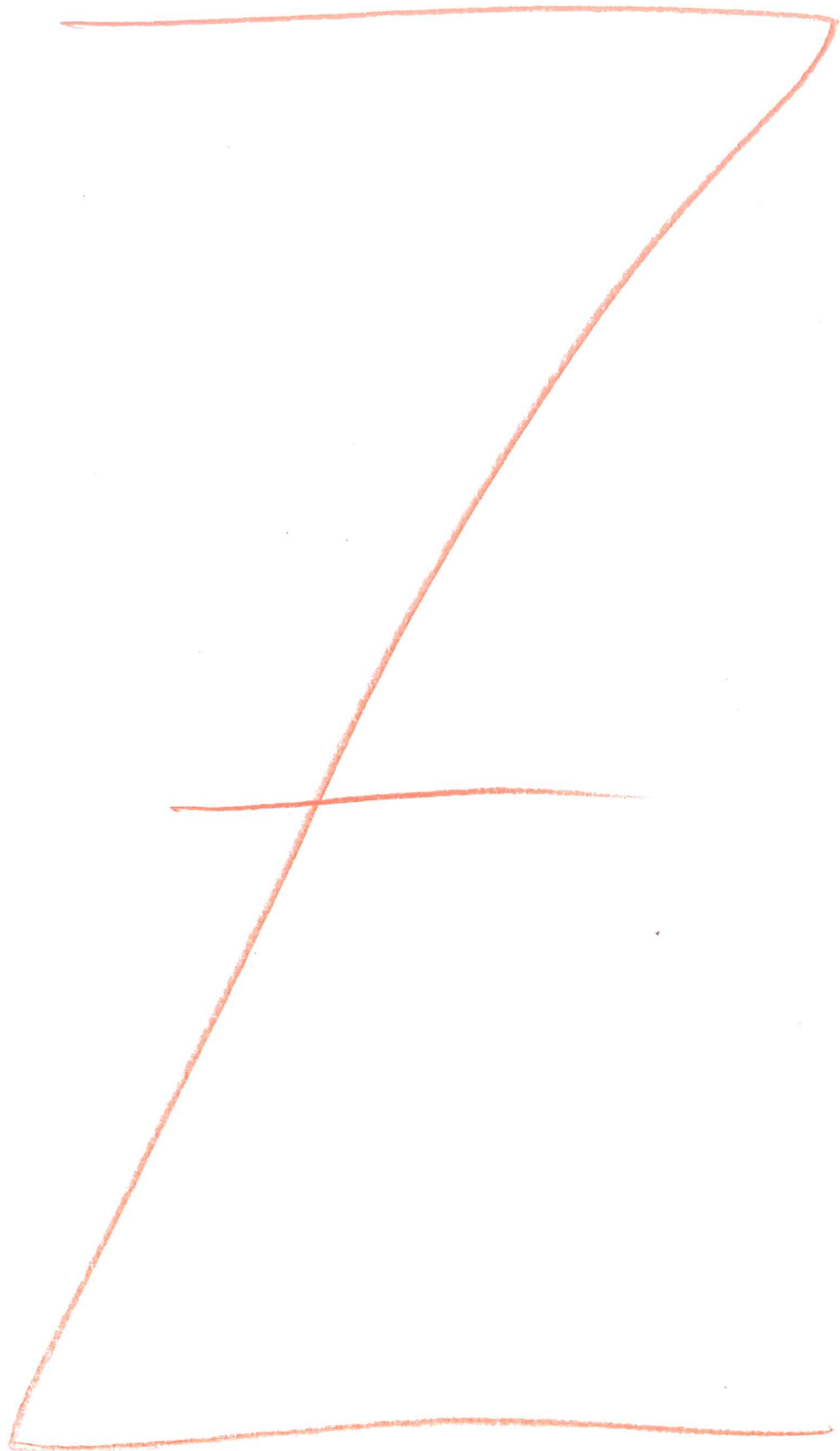
Подпись участника
[подпись]



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



22-87-52-79
(151.2)

Сумма мер. типа - 2.6
Штробовый суффикс - 0.8
(Шестогодней шесте)

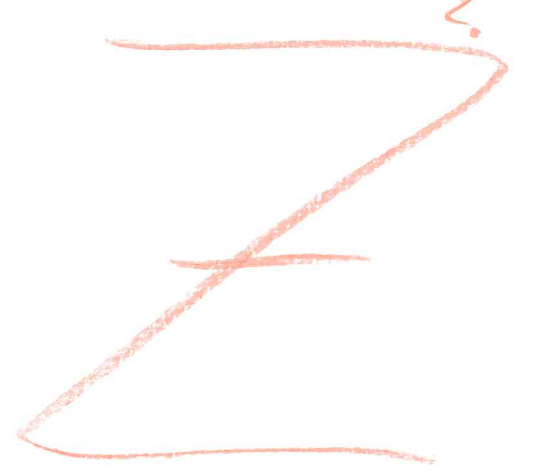
43

4	10	2	12	Воклик
5	5	10	10	Книжка
2	10	6	16	Алчунка
7	2	3	5	Штробовый
13	3	3	3	

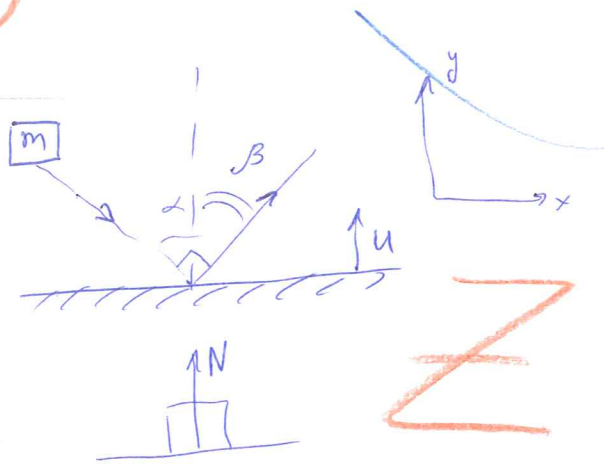


$\alpha = 40^\circ$
В с.о. прива:
 $u' = 0$
 $v_0' = v_0 + u = v_0(1 + \frac{1}{2}) = 1.5v_0$

Точка шариков $\Rightarrow A_{трения} = 0$
 $ox: v_0' \sin \alpha = v_1' \sin \beta$ (1)
 $oy: v_0' \cos \alpha = v_1' \cos \beta$
 Угол шариков $\Rightarrow E = const$
 $\frac{mv_0'^2}{2} = \frac{mv_1'^2}{2} \Rightarrow v_0' = v_1'$
 $U_z(1): \sin \alpha = \sin \beta$
 $\beta \leq 90^\circ \Rightarrow \beta = \alpha = 40^\circ$



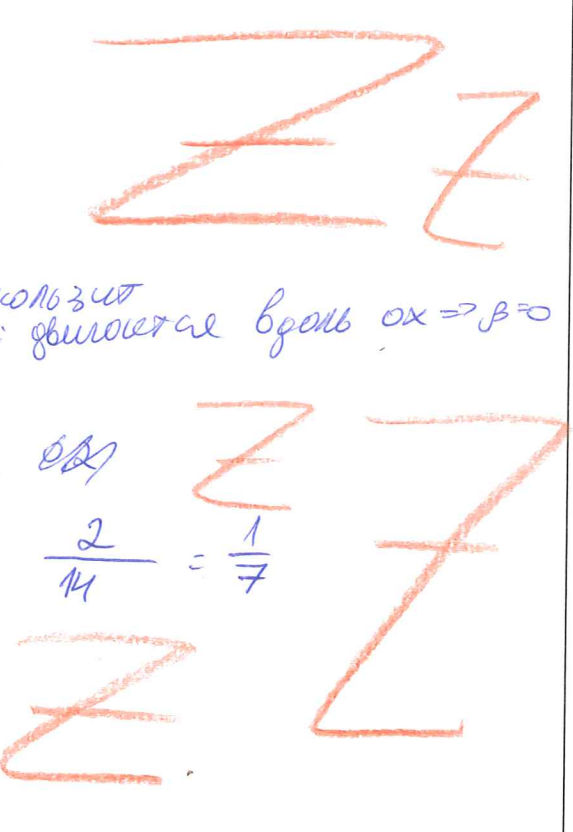
$\alpha = \arcsin(0.8) \approx 53.13^\circ$
 $\sin \alpha = 0.8$
 $\cos \alpha = \sqrt{1 - 0.64} = 0.6$
 $u = \frac{v_0}{5}$



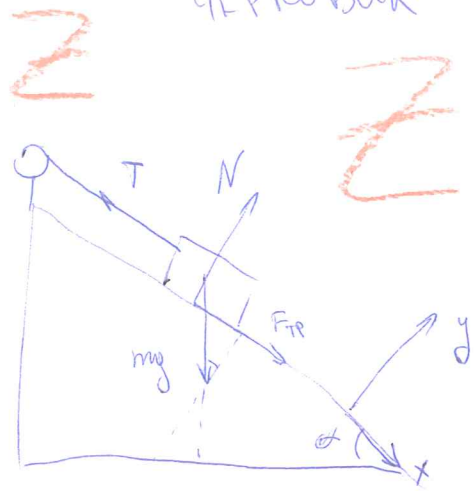
$\mu = ?$
 $\sin \beta = \sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha$
 $\beta = 90^\circ - \alpha \approx 36.87^\circ$

В с.о. прива:
 $u' = 0$
 $v_0' = v_0 + u = v_0(1 + 0.2) = 1.2v_0$
 $oy: m v_0' \cos \alpha - N \sin \alpha = m v_1' \cos \beta$
 $ox: m v_0' \sin \alpha - F_{тр} \sin \alpha = m v_1' \sin \beta$
 $F_{тр} \sin \alpha \leq \mu N \sin \alpha$
 Равенство \Rightarrow скользит
 меньше \Rightarrow не движется вдоль ox $\Rightarrow \beta = 0$

$\mu \geq \frac{F_{тр}}{N}$
 $N \sin \alpha = m(v_0' \cos \alpha - v_1' \cos \beta)$
 $F_{тр} \sin \alpha = m(v_0' \sin \alpha - v_1' \cos \beta)$
 $\mu \geq \frac{v_0' \sin \alpha - v_1' \cos \beta}{v_0' \cos \alpha - v_1' \cos \beta}$



ЧЕРКОВА ВМК



$$I = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$P = I\mathcal{E} = I^2 R + Fv$$

$$P = I\mathcal{E} = I^2 R + Fv = I^2 R + kIv$$

$$\mathcal{E} = IR + kv$$

$$v = \frac{\mathcal{E} - IR}{k}$$

Fv - полезная мощность

$$F = T = F_{fr} + mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = mg (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

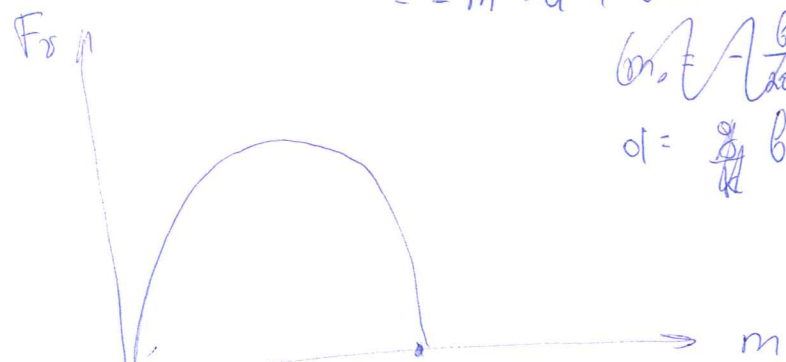
$$I = m \frac{g}{k} (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) \quad m \cdot A$$

Чем больше m , тем больше F надо приложить, чтобы переместить груз.

$$Ik = mA \Rightarrow I \sim m$$

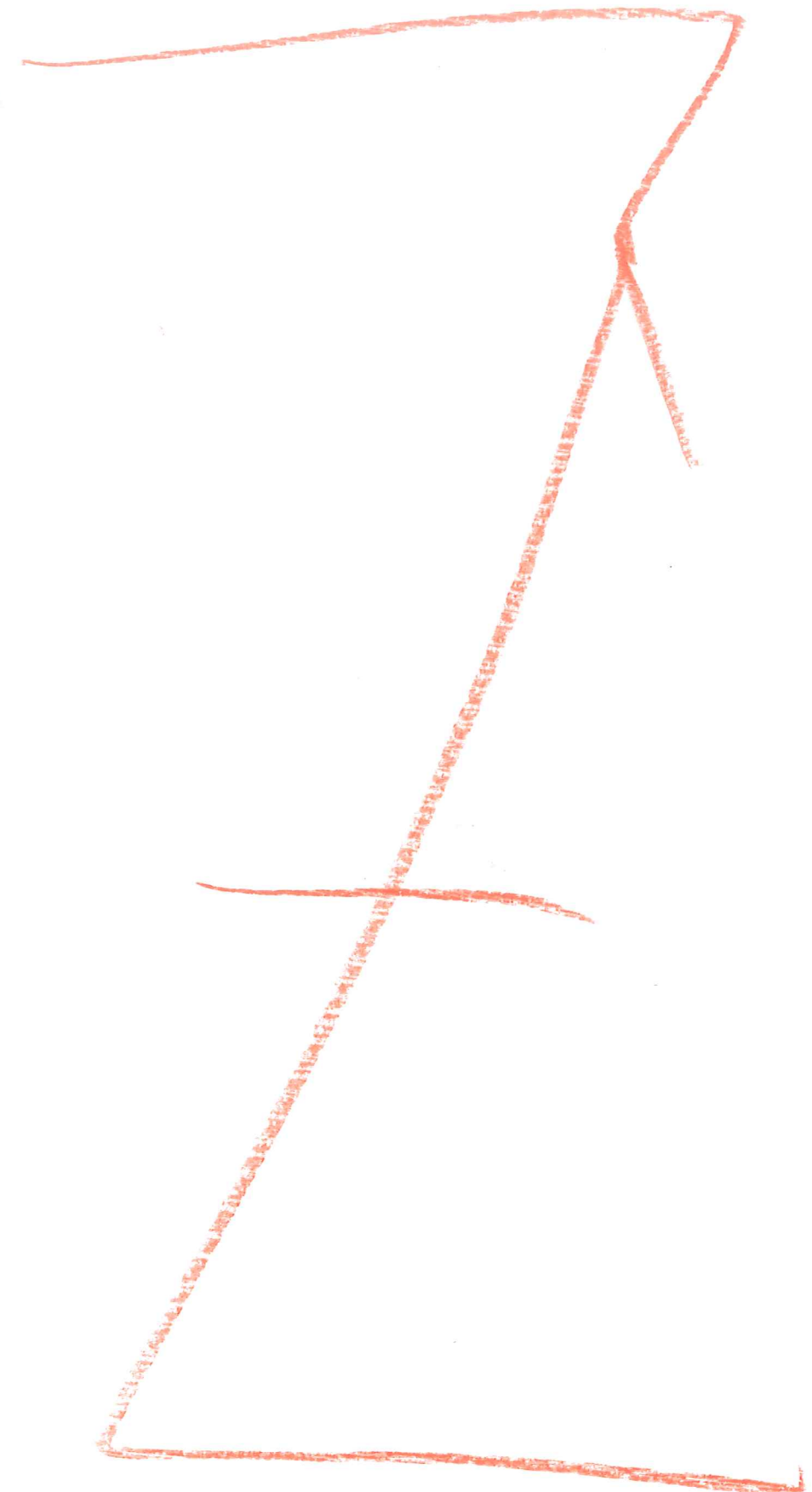
$$Fv = Ik \cdot \frac{\mathcal{E} - IR}{k} = -I^2 R + I\mathcal{E} = -\frac{m^2 g^2}{k^2} (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)^2 + m g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

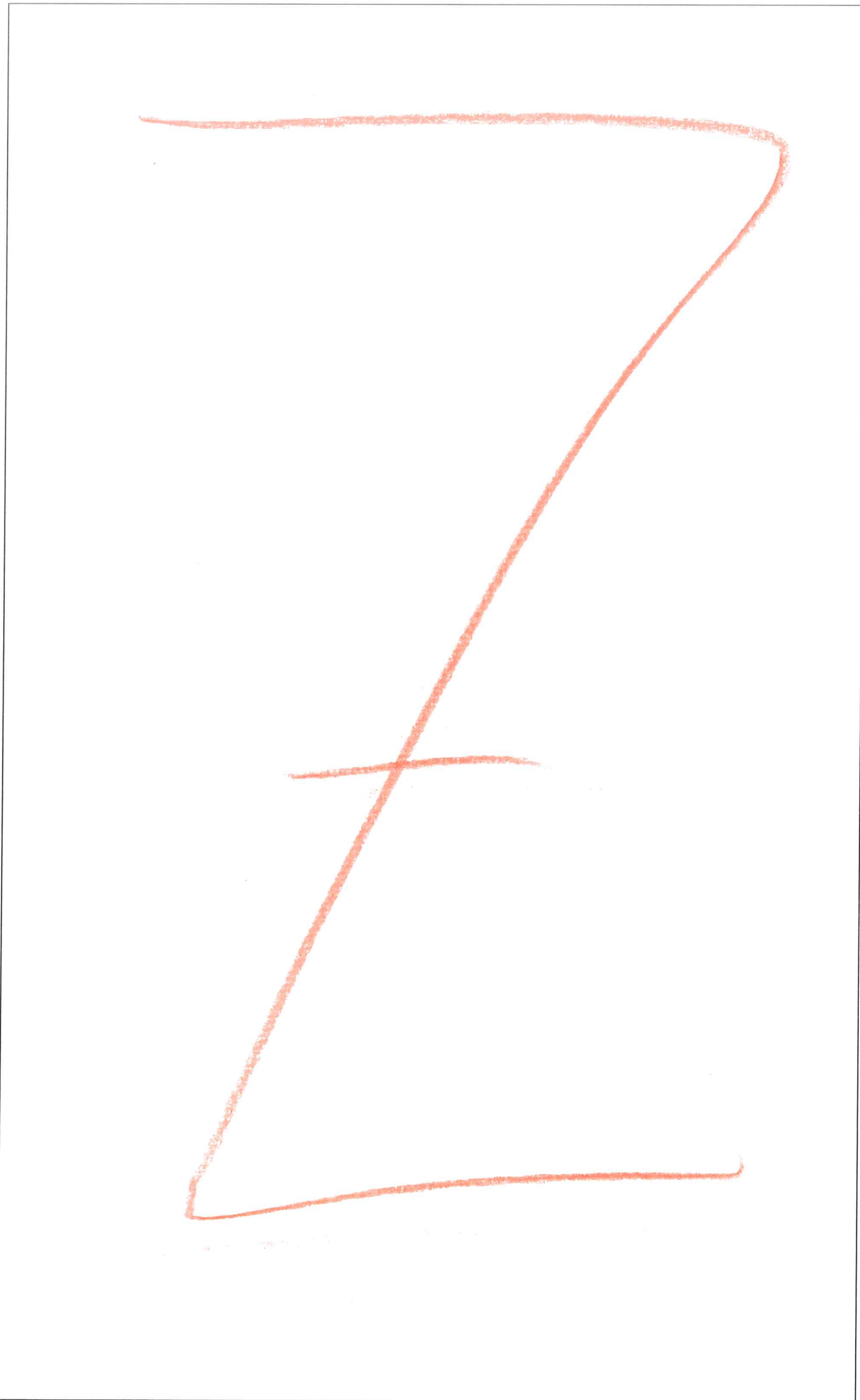
$$= -m^2 \cdot a + b \cdot m$$



$$d = \frac{g}{k} b^2 = \left(\frac{g}{k} (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) \right)^2$$

$$-\frac{AE}{k} \cdot \frac{k^2}{2R^2 A^2} = \frac{AE \cdot k^2}{k \cdot 2R^2 A^2} = \frac{\mathcal{E}k}{2R^2 A}$$



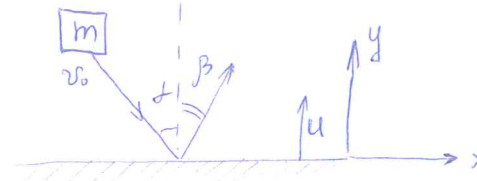


22-87-52-79
(151,2)

ЧИСТОВИК

Задача 1. Вопрос.

$\alpha = 40^\circ$
 В с.о. плиты:
 $u' = 0$
 $v_0' = v_0 + u = 1,5 v_0$



Плита гладкая \Rightarrow Атрения = 0

оx: $v_0' \sin \alpha = v_1' \sin \beta$
 Удар упругий $\Rightarrow \frac{m v_0'^2}{2} = \frac{m v_1'^2}{2} \Rightarrow v_0' = v_1'$

$\Rightarrow \sin \alpha = \sin \beta$; $\beta \leq 90^\circ \Rightarrow \alpha = \beta = 40^\circ$

Задача.

$\alpha = \arcsin(0,8) \approx 53,13^\circ$

$\sin \alpha = 0,8$

$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,64} = 0,6$

$\beta = 90^\circ - \alpha \approx 36,87^\circ$

$\sin \beta = \cos \alpha = 0,6$

$\cos \beta = 0,8$

В. с.о. плиты:

$u' = 0$

$v_0' = v_0 + u = 1,2 v_0$

оx: $m v_0' \sin \alpha - F_{тр} \Delta t = m v_1' \sin \beta$

оy: $m v_0' \cos \alpha - N \Delta t = -m v_1' \cos \beta$

Удар упругий $\Rightarrow \frac{m v_0'^2}{2} = \frac{m v_1'^2}{2} \Rightarrow v_0' = v_1'$

$F_{тр} \leq \mu N$ [равенство \rightarrow кубик скользит по плите
 трение меньше максимальной \rightarrow кубик не движется вдоль оx $\Rightarrow \beta = 0$]

$\mu \geq \frac{F_{тр}}{N}$

$N \Delta t = m v_0' (\cos \alpha + \cos \beta)$

$F_{тр} \Delta t = m v_0' (\sin \alpha - \sin \beta)$

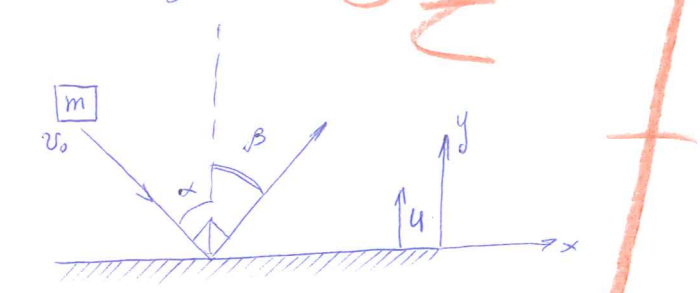
$\mu \geq \frac{\sin \alpha - \sin \beta}{\cos \alpha + \cos \beta}$

1. Кубик отразился; $\beta \neq 0 \Rightarrow \mu = \frac{\sin \alpha - \sin \beta}{\cos \alpha + \cos \beta} = \frac{0,8 - 0,6}{0,6 + 0,8} = \frac{1}{7} \approx$

$\approx 0,14$

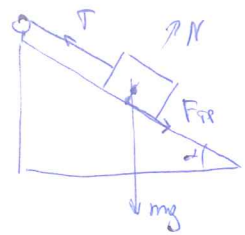
2. $\beta = 0$

$\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{0,8}{0,6} \approx 1,33$



Задача 2. Вопрос:

Чистовик



$$F = T \propto I$$

$$P = I \mathcal{E} = I^2 R + F v = I^2 R + I k v$$

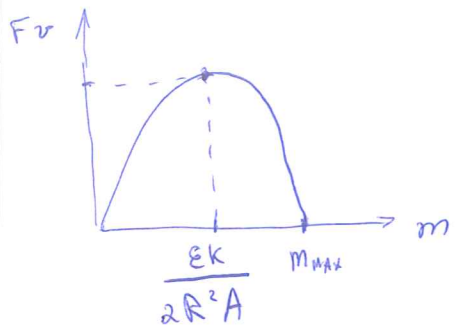
$F v$ - полезная мощность

$$F = T = F_{тр} + mg \sin \alpha = mg (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = m \cdot A$$

$$A = g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$I = \frac{A}{k} m$$

$$F v = I \mathcal{E} - I^2 R = -m^2 \left(\frac{AR}{k}\right)^2 + m \frac{AE}{k}$$



Задача.

$$U = \mathcal{E} = 200 \text{ В}$$

$$R = 4 \text{ Ом}$$

$$m_{\max} = 500 \text{ кг}$$

$$v_1 = 1,25 \text{ м/с}$$

$$m_1 = ? \quad P_{\max} = ?$$

$$m_2 = 1,2 m_1$$

$$v_2 = ?$$

$$v = \frac{U - IR}{k}$$

Максимально возможная мощность находится из симметрии графика $F v$ от m :

$$m_1 = \frac{m_{\max}}{2} = 250 \text{ кг} \oplus$$

При m_{\max} : $F v = 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow 0 = -500^2 \left(\frac{A}{k} R\right)^2 + 500 \frac{AE}{k}$

$$\frac{A}{k} = x$$

$$8000 x^2 - 200 x = 0$$

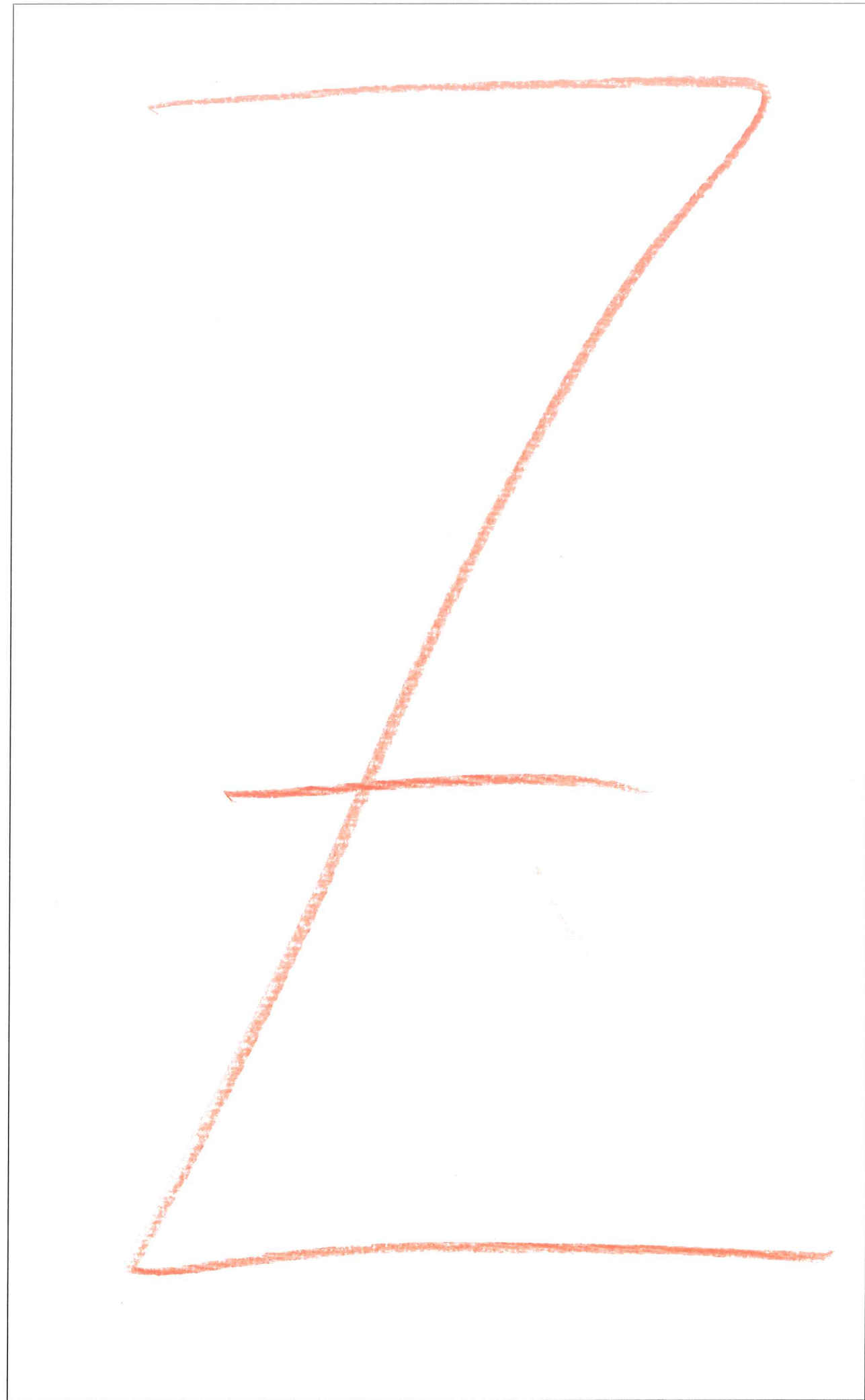
$$x_1 = 0; \quad x_2 = \frac{200}{8000} = \frac{1}{40} = x^*$$

$$I_1 = x^* m_1 = 6,25 \text{ А}$$

$$P_{\max} = I^2 R = 250^2 \left(4 \frac{1}{40}\right)^2 + 250 \frac{200}{4} = 625 \text{ Вт} \ominus$$

$$v_1 = \frac{U - I_1 R}{k} \Rightarrow k = \frac{U - I_1 R}{v_1} = \frac{200 - 6,25 \cdot 4}{1,25} = 140$$

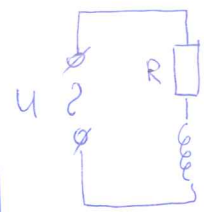
$$v_2 = \frac{U - I_2 R}{k} = \frac{200 - x^* m_2 \cdot 4}{140} = \frac{175}{140} = 1,25 \text{ м/с}$$



метовик.

Задана.

- $U = 220 \text{ В}$
- $R = 21 \text{ Ом}$
- $U_R = 120 \text{ В}$
- $U_L = 160 \text{ В}$
- $\langle P \rangle = ?$

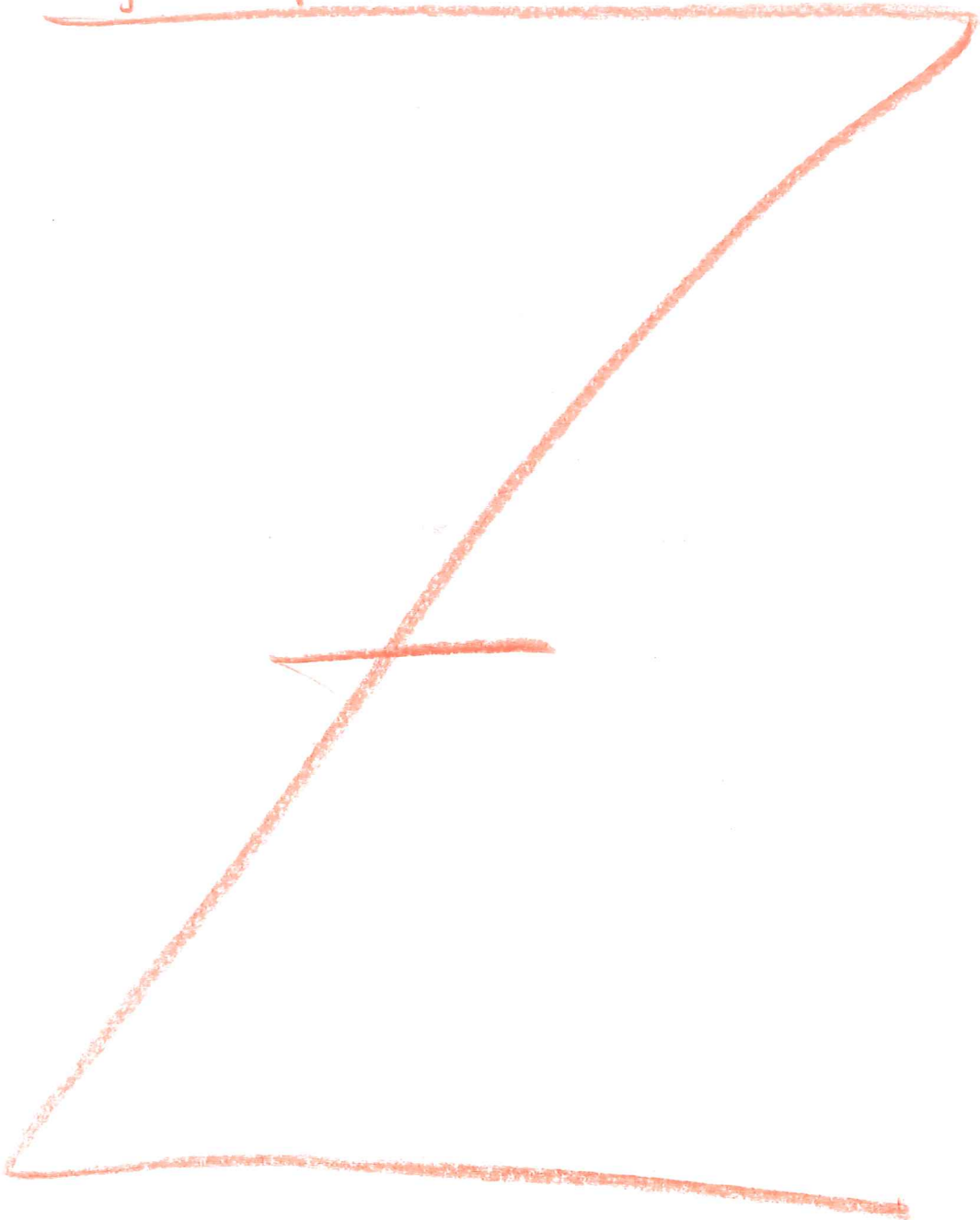


$$I = \frac{U_R}{R} \approx 5,7 \text{ А}$$

$$\langle P \rangle = I U_L = \frac{U_R}{R} \cdot U_L = 914,3 \text{ Вт}$$

Z

Связь графы не учтен!



22-87-52-79
(151.2)

ЧЕРТОВИК

$$U = 200 \text{ В} = \mathcal{E}$$

$$R = 4 \text{ Ом}$$

$$m_{\text{max}} = 500 \text{ кг}$$

$$v_1 = 1,25 \text{ м/с}$$

$$m_1 = ?$$

$$m_2 = 1,2 \text{ м}$$

$$v_2 = ?$$

$$v = \frac{U - IR}{k}$$

$$v_k = U - IR$$

$$1,25 \text{ к} = 200 - I \cdot 4$$

$$\frac{200 - 1,25 \text{ к}}{4} = I$$

$$\frac{A}{k} m = I$$

$$0 = -500^2 \left(\frac{A}{k} R\right)^2 + 500 \frac{A}{k} U$$

$$0 = 500 \left(\frac{A}{k} \cdot 4\right)^2 - \frac{A}{k} \cdot 200$$

$$\frac{A}{k} = x$$

$$x(x \cdot 8000 - 200) = 0$$

$$500 \cdot 16x^2 - 200x = 0$$

$$x_1 = 0 \quad x_2 = \frac{200}{8000} = x^*$$

$$m_1 = \frac{I_1}{x^*}$$

$$P_{\text{max}} = y = -m_1^2 (x^* R)^2 + m_1 x^* \mathcal{E}$$

$$I_1^2 R + I_1 k v_1 = \frac{U^2}{R} \Rightarrow I_1^2 U$$

$$m_1 = \frac{\mathcal{E} k}{2R^2 A} = \frac{\mathcal{E}}{2R^2 x^*} = \frac{200}{2 \cdot 16 \cdot \frac{200}{8000}}$$

$$I_1 R + k v_1 = U$$

$$x^* = \frac{\mathcal{E}}{2R^2 m_1} = \frac{200}{2 \cdot 16 \cdot 250} = \frac{1}{4}$$

$$P_{\text{max}} = -250^2 \left(\frac{200}{8000} \cdot 4\right)^2 + 250 \cdot \frac{200}{8000} \cdot 200 = 625 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{max}} = I_{\text{max}} U \Rightarrow I_{\text{max}} = \frac{P_{\text{max}}}{U} = \frac{625}{200} = 3,125 \text{ А}$$

$$v_1 = \frac{U - I_{\text{max}} R}{k} \Rightarrow v_1 k = U - I_{\text{max}} R$$

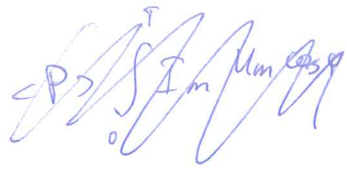
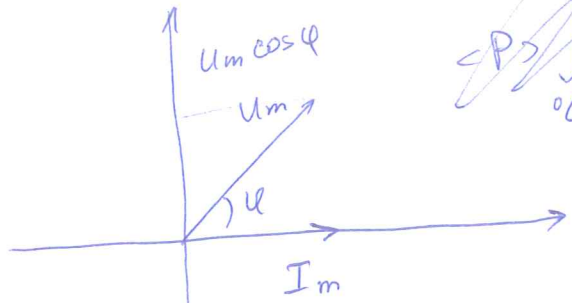
$$k = \frac{U - I_{\text{max}} R}{v_1} = \frac{200 - 3,125 \cdot 4}{1,25} = 150$$

$$x^* m_2 = I_2 \Rightarrow v_2 = \frac{U - I_2 R}{k} = \frac{200 - x^* m_2 \cdot 4}{150} = \frac{175}{150} \approx 1,13$$

ЧЕРКОВИК

I_m, U_m, φ

$\langle P \rangle = ?$



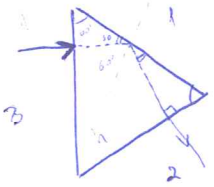
$I(t) = I_m \cos(\omega t)$
 $U(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$

$\langle P \rangle = \int U(t)I(t) = I_m U_m \int \cos(\omega t) \cos(\omega t + \varphi)$

$T = 2\pi \sqrt{LC}$

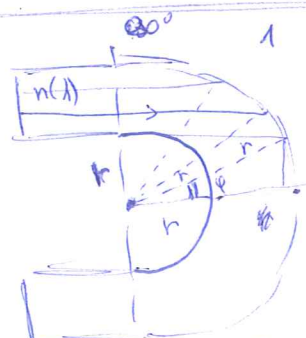
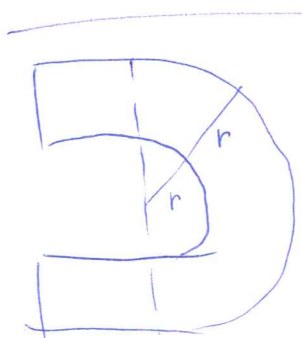
$\cos(2\omega t + \varphi) = \cos \omega t \cos(\omega t + \varphi) - \sin(\omega t) \sin(\omega t + \varphi)$

$n = 1,4$



$n \sin \alpha = \sin \beta$
 $\alpha = \arcsin(\frac{1}{1,4}) \approx 45,6^\circ$

$n \sin \alpha = \sin \beta$
 $\sin \alpha = \frac{\sin \beta}{n} = \frac{1}{1,4}$
 $\alpha = \arcsin(\frac{1}{1,4}) \approx 45,58469^\circ$



$P = 15 \text{ Вт}$
 $\lim_{h \rightarrow 0} 0,2 - \frac{0,2}{h}$
 $\sin \varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = 30^\circ$

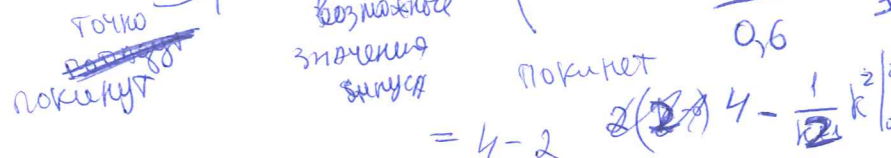
$n(\lambda) \sin \varphi(\lambda) \geq 1$
 $\frac{1000}{1} \sin \varphi(\lambda) \geq 1$

$\sin \varphi \in [1; \frac{1}{2}] \Rightarrow [1; 0,5]$

$\frac{1}{1000} \in [0,4; 0,7]$

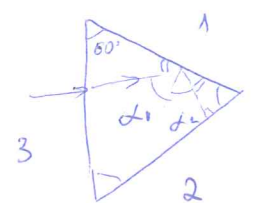


$201 \cdot \frac{200}{2} = 20100$



ЧИСТОВИК

Задача 4. Вопрос.



$n \sin \alpha = \sin \beta$
 $\sin \alpha = \frac{\sin \beta}{n} = \frac{1}{n}$

$\alpha = \arcsin(\frac{1}{1,4}) \approx 45,6^\circ$

$\alpha_1 = 60^\circ \Rightarrow$ ПВО
 $\alpha_2 = 0^\circ \Rightarrow$ Пусток

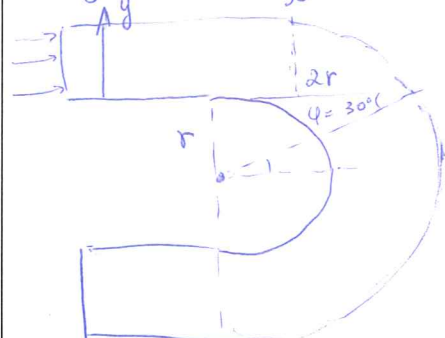
Внешнее поле идет через

ГРАНЬ $\sqrt{2} \oplus 106$



угол полного внутреннего отражения отфазсированя перпендикуляр отразения

Задача.



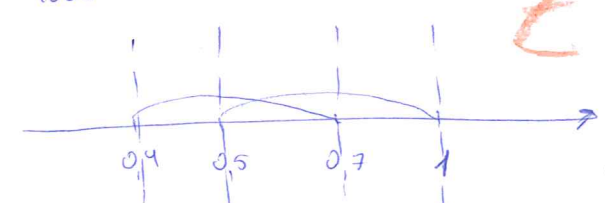
$\sin \varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = 30^\circ$

$\Rightarrow \sin \in [0,5; 1]$

$n(\lambda) \sin \varphi(\lambda) \geq 1$ (Условие для покидания светового)

$\sin \varphi \geq \frac{1}{1000}$

$\frac{1}{1000} \in [0,4; 0,7]$



$m = \frac{0,1 + 0,3}{0,6} + \frac{20,1}{125,25} \approx 0,83$

точка покинут, покинет, точка покинут



m - часть пучка, испускаемая ПВО при 1-м повороте. В общем виде решения нет.

$0,201 \cdot \frac{200}{2} \approx 20,1$

В приемник попадет 2,6 Вт

Задача 3. Вопрос.

$I(t) = I_m \cos(\omega t)$
 $U(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$

$\langle P \rangle = \int U(t)I(t) = I_m U_m \int \cos(\omega t) \cos(\omega t + \varphi)$

$\frac{1}{2} \cdot \cos \varphi = \dots$

