



выход 16:04 - 16⁰⁸ Аку
+ имеет Удмурт

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 03

Место проведения г. Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

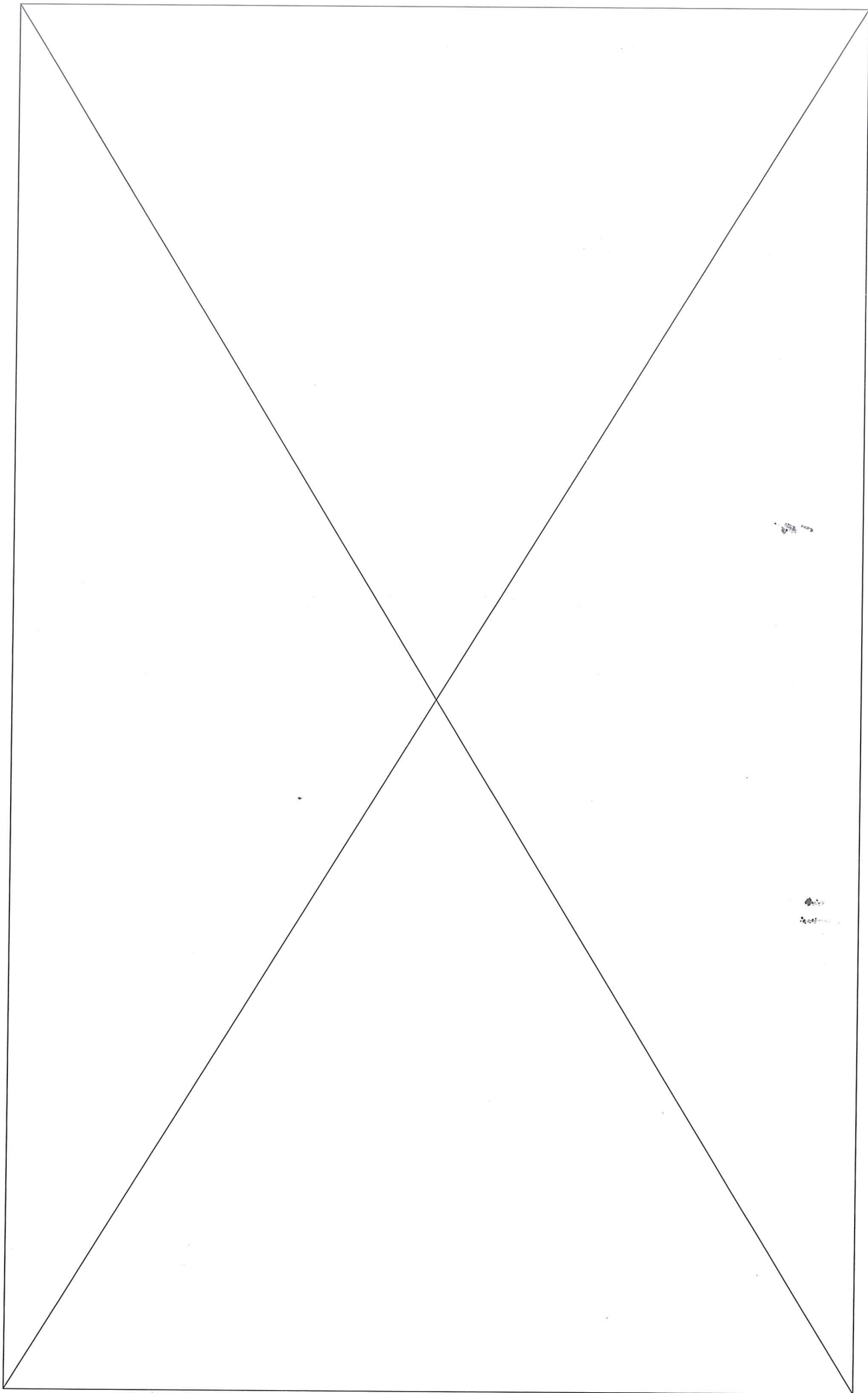
Олимпиада школьников Роборес ~~на физике~~
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

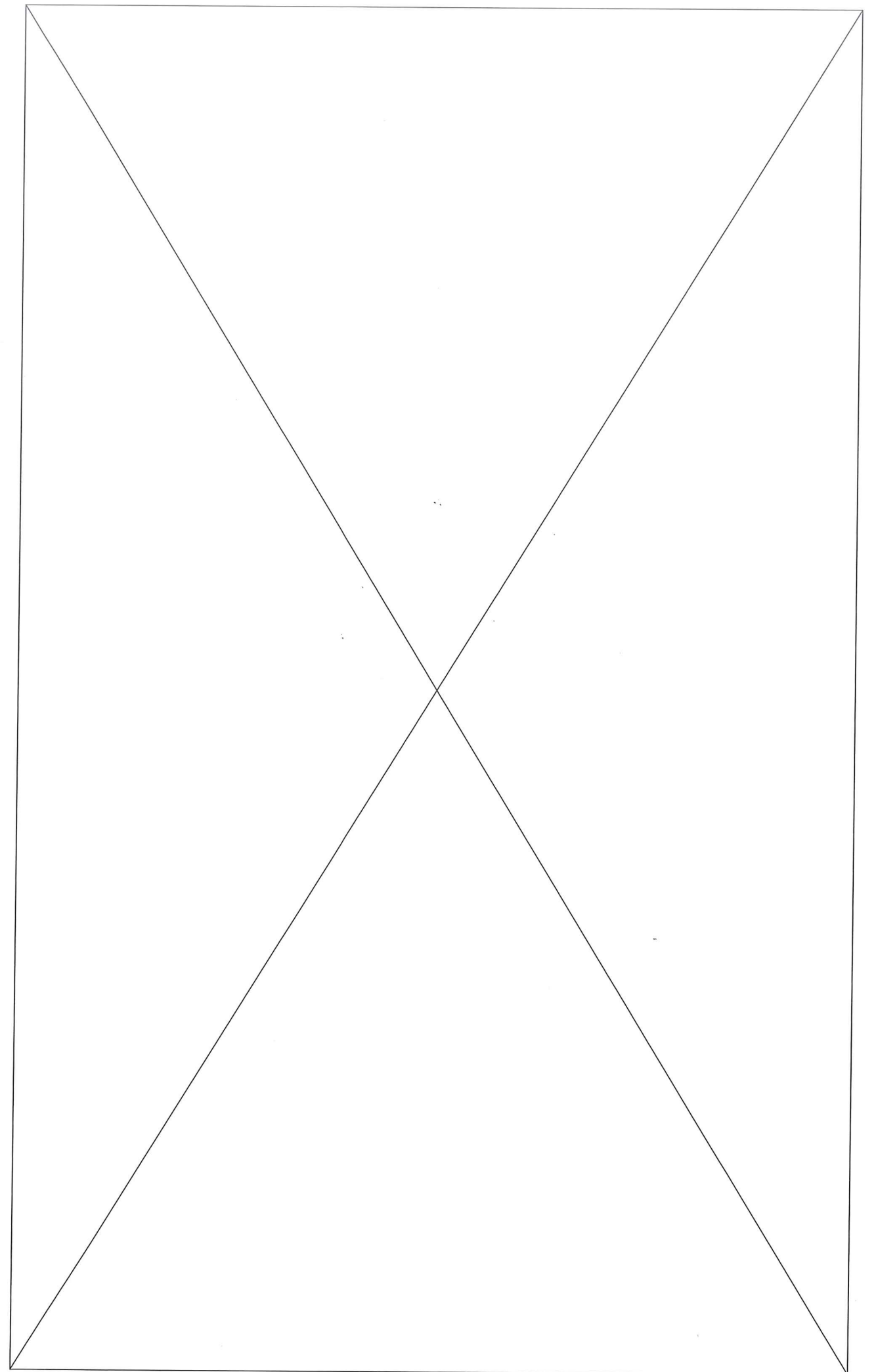
Шенга Иван Ильич
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«04» апрель 2026 года

Подпись участника
Шенга



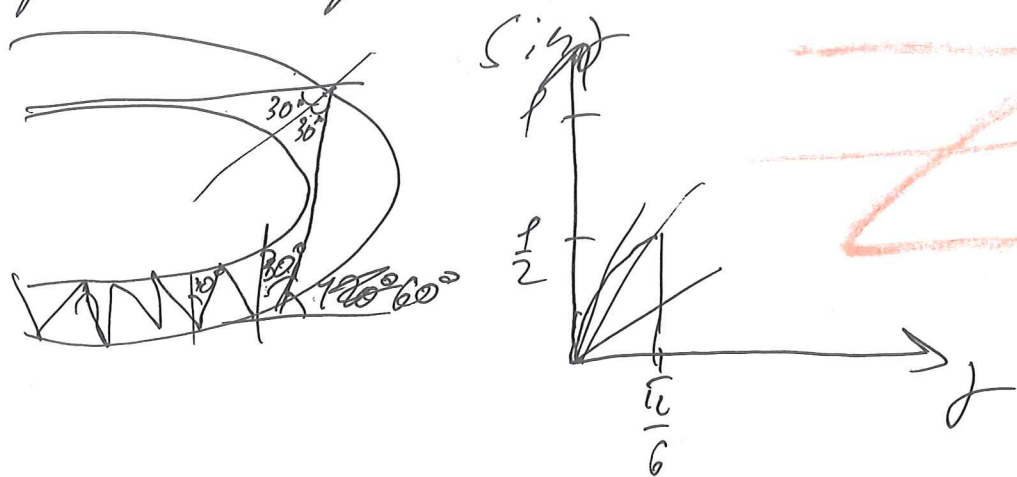
Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

~~$\frac{1}{3} = \frac{0,786}{0,786}$~~ $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 0,8$ Чистовик

Для того, чтобы увидеть какая часть мощности дошла до приемника, надо посмотреть мощность луча сохранившегося после отражений без учета больших углов падения или если луч не падает.



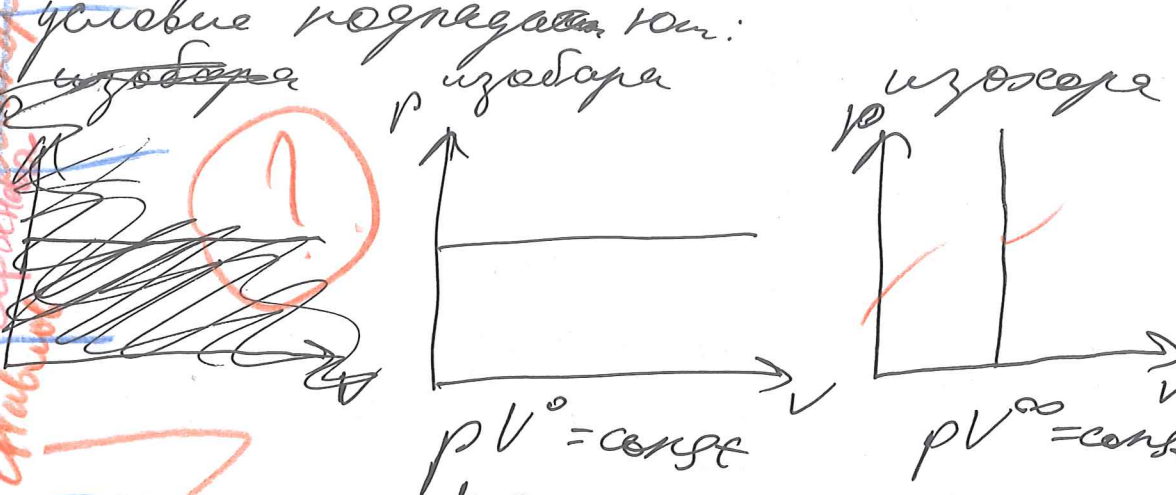
87-64-74-45 (150.3)

Чистовик n (вопрос)
 Г.к. квадратичная - прямая линия
 ее уравнение $p = kV + b$
 Г.к. с-const $pV^n = const = B$

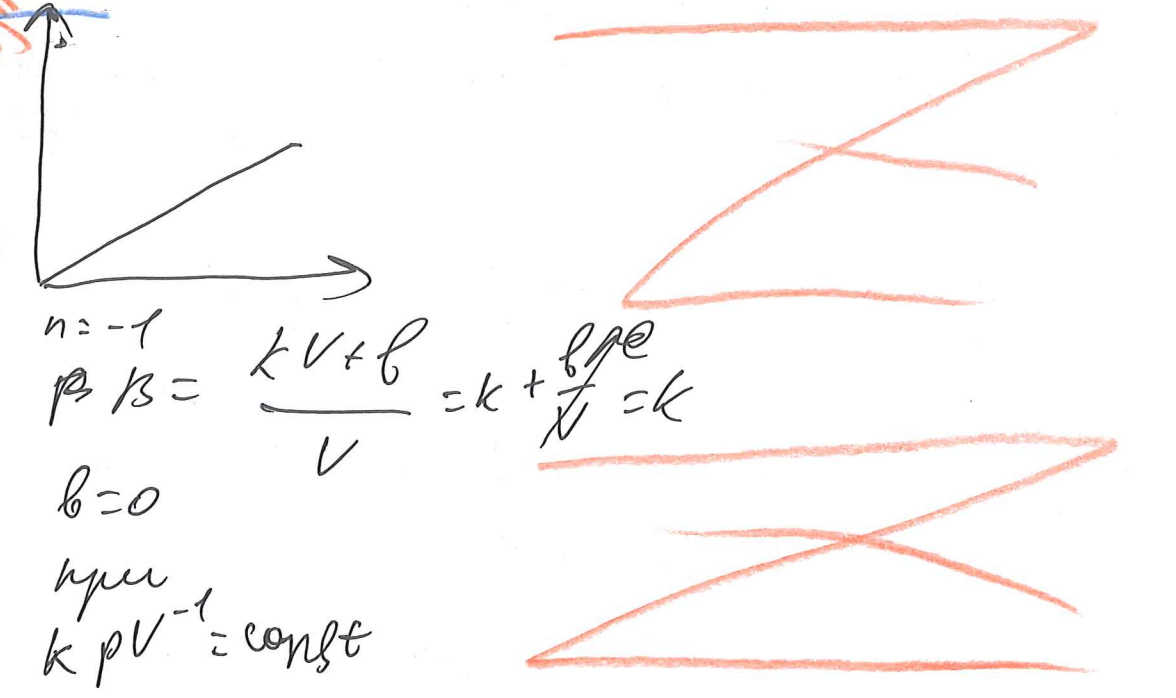
$p = \frac{B}{V^n} = kV + b$

$B = V^n (kV + b) = const$

~~ног отсюда~~ Например под это условие подходит кон:



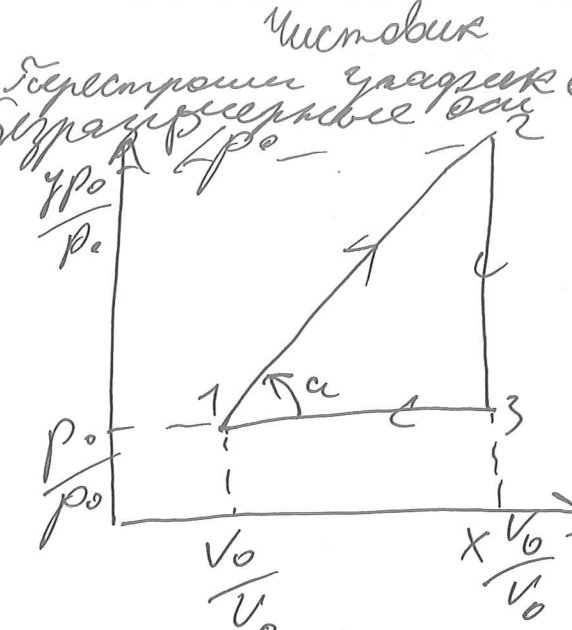
$B = 1 \cdot (0 \cdot V + b)$



Оценка теор. тура - 60
 Угловые оценки - 97
 / Девианого саль - 39,5

Числовик №1 (задача)

Берем строки квадратов в диагональ первого диагонального элемента



$x_1 = 2,25 \quad y_1 = 0,45$
 $x_2 = 6 \quad y_2 = 0,2$
 $x_3 = 2 \quad y_3 = ?$
 $x_4 = 8 \quad y_4 = ?$
 $L = ?$

$P_0 V_0 = 2RT_1$
 $x P_0 V_0 = 2RT_3$
 $xy P_0 V_0 = 2RT_2$

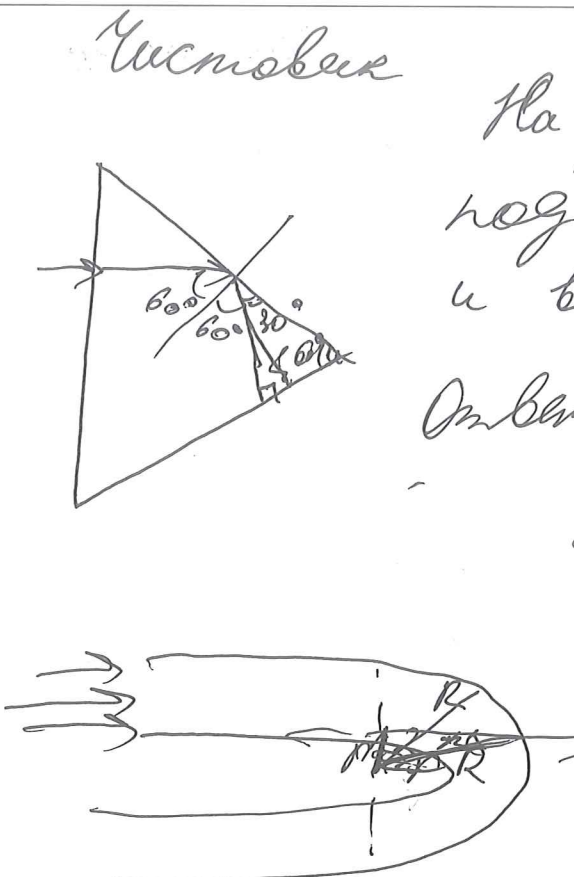
$\text{tg} L = \frac{x-y}{y-x-1}$
 $y = \text{tg} L (x-1) + 1$

$\zeta = \frac{A}{Q_H} = \frac{P_0 V_0 (x-1)(y-1)}{2 \left(\frac{1}{2} P_0 V_0 (y+1)(x-1) + \frac{i}{2} (xy-1) P_0 V_0 \right)}$
 $Q_H = A + \Delta K = \frac{1}{2} P_0 (y+1)(x-1) V_0 + \frac{i}{2} (xy-1) P_0 V_0$
 $\zeta = \frac{(x-1)(y-1)}{(y+1)(x-1) + i(xy-1)}$
 $\frac{1}{\zeta} = \frac{(y+1)(x-1) + i(xy-1)}{(x-1)(y-1)} = \frac{xy+x-y-1+i(xy-1)}{\text{tg} L (x-1)^2}$
 $\frac{1}{\zeta} = \frac{xy(1+i) + x-y-1-i}{(x-1)(y-1)} = \frac{y(x(i+1)-1) + x-1-i}{\text{tg} L (x-1)^2}$
 $\frac{1}{\zeta} = \frac{(\text{tg} L \cdot (x-1) + 1)(xi + x-1) + x-1-i}{\text{tg} L (x-1)^2}$

(см. гон. блок)

Числовик №4 (задача)

На угол α отсрадет под углом β и войдет в трубу.



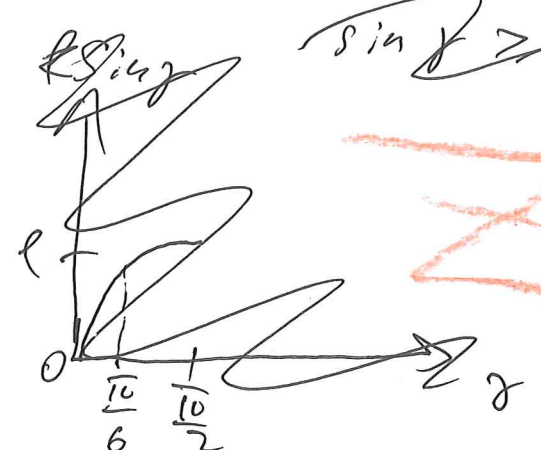
$n(1) \approx \frac{a}{l} \quad P = 15 \text{ dB}$
 $a = 100 \text{ мм}$

$\cos L = \frac{1}{2} = \frac{l}{R}$
 $L = 60^\circ$
 $\beta = 90 - L = 30^\circ$ - максимальный угол под которым луч падает на первую отражающую

$0 \leq \beta \leq \beta_{\text{max}} \Rightarrow n \sin \gamma \geq 1$
 $\frac{a}{l} \sin \gamma \geq 1$
 $\sin \gamma \geq \frac{l}{a}$

Если при угле γ при котором $\frac{a}{l} \sin \gamma = 1$ все свет отразится.

$\frac{a}{l} \sin \gamma = 1$
 $\sin \gamma = 0,4$
 $\gamma = 23,5^\circ$
 $\beta_{\text{max}} = 66,5$



$$P_{об} = P_{л} = u \cdot I$$

$$R = ? \quad \Delta \varphi = \frac{I}{2}$$

Чистовое
Г.К. ~~длина~~ ~~длина~~ ~~длина~~
 $I = \frac{I}{2}$

~~$E = \Delta(r+R)$~~ ток и напряжение лампы и диода равны \Rightarrow решение в т. пересечения двух ВТХ об

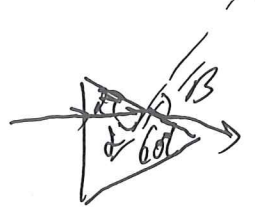
$$u = 5,5 \text{ В} \quad I = 0,55 \text{ А}$$

$$E - u = I(r+R)$$

$$R = \frac{E - u}{I} - r = \frac{20 - 5,5}{0,55} - 1 = 25,36 \text{ Ом}$$

нч.

$n = 1,4$ в среде внутри перекрестия
без параллельных Г.К. падает под углом 90° .



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

$\alpha = 30^\circ \quad \beta = 60^\circ$

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{\frac{1}{2}}{1,4} = \frac{1}{2,8} \approx 0,357$$

$\sin \beta > 0 \Rightarrow +$
свет отражается, если войдет.

87-64-74-45 (150.3)

~~Чистовое~~
 ~~$\frac{1}{2} = \frac{(tg \alpha \cdot x - tg \alpha + 1)(x_1 + x - 1) + x_1 - 1 - i}{tg \alpha (x - 1)^2}$~~
 ~~$\frac{1}{2} = \frac{i (tg \alpha \cdot x^2 - x + tg \alpha + x) + (x - 1)(tg \alpha \cdot x - tg \alpha + 1)}{tg \alpha (x - 1)^2}$~~
 ~~$\frac{1}{2} = \frac{i (tg \alpha \cdot x^2 - x + tg \alpha + x - 1) + (x - 1)(tg \alpha \cdot x - tg \alpha + 1)}{tg \alpha (x - 1)^2}$~~
 ~~$tg \alpha (x - 1)^2 = i (tg \alpha \cdot x^2 - x + tg \alpha + x - 1) + (x - 1)(tg \alpha \cdot x - tg \alpha + 1)$~~
 ~~$tg \alpha (x - 1)^2 - i (tg \alpha \cdot x^2 - x + tg \alpha + x - 1) - (x - 1)(tg \alpha \cdot x - tg \alpha + 1) = 0$~~
 ~~$i = \frac{tg \alpha (x - 1)^2 - (x - 1)(tg \alpha \cdot x - tg \alpha + 1)}{tg \alpha (x^2 - x + tg \alpha + x - 1)}$~~
 ~~$i = \frac{tg \alpha (x_1 - 1)^2 - i_1 (x_1 - 1)(tg \alpha \cdot x_1 - tg \alpha + 1)}{i_1 (tg \alpha \cdot x_1^2 - x_1 + tg \alpha + x_1 - 1)}$~~
 ~~$= \frac{x_1 tg \alpha (-2x_1 tg \alpha + tg \alpha)}{i_1 (tg \alpha \cdot x_1^2 - x_1 + tg \alpha + x_1 - 1)}$~~

Числовые $\sqrt{2}$ (вопрос)



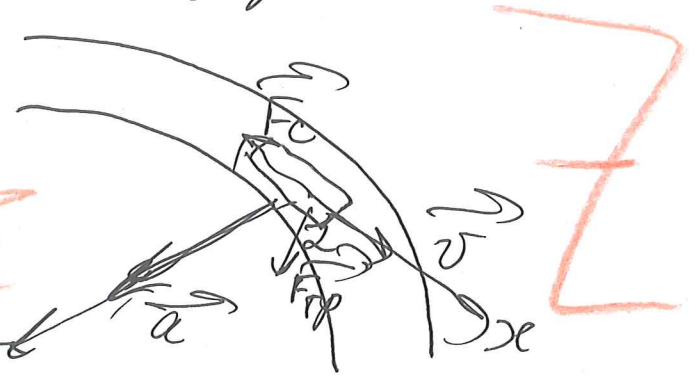
$L-?$ $F_c = -\gamma m v^2$
 по II з. Ньютона:
 ось: $F_{cp} \cos \alpha - F_c = m a_x$
 $F_{cp} \cos \alpha = \frac{1}{2} m v^2$
 $F_{cp} \sin \alpha = m a_y$

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

$F_{cp} \sin \alpha = \frac{m v^2}{R}$
 $\tan \alpha = \frac{R}{\frac{1}{2} m v^2} = \frac{1}{\gamma R}$

$\sqrt{2}$ (гадка)

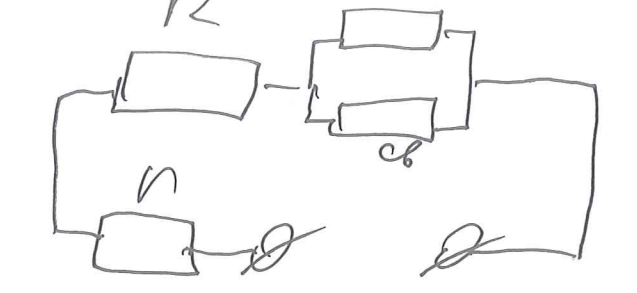
$R = 300 \text{ м}$
 $v_m = 94 \text{ км/ч}$
 $\gamma = \frac{1}{R}$
 $R' = 100 \text{ м}$



$v_m' - ?$
 $F_{cp} \sim v^2$
 $F_{cp} = 925 \text{ мг}$
 при $v = v_m$
 $v_m'' - ?$

по II з. Ньютона:
 ось: $F_{cp} \cos \alpha - F_c = 0$ ось: $F_{cp} \sin \alpha = m a$
 $F_{cp} \cos \alpha = F_c$ $F_{cp} \sin \alpha = \frac{m v^2}{R}$
 $F_{cp} = \sqrt{F_c^2 + (m a)^2}$
 $F_{cp} = \sqrt{F_c^2 + \frac{m^2 v^4}{R^2}}$
 $F_{cp} = \sqrt{F_c^2 + \frac{m^2 v^4}{R^2}}$

Числовые $\sqrt{2}$



$P_{a'} - ?$
 $P_{cb'} - ?$

$\mathcal{E} = I R + I r + u$
 $u = \mathcal{E} - I(R+r) = R I + r I + u$
 напряжение урезка $I(R+r) + I(u)$
 $I = \frac{\mathcal{E} - u}{R+r} = 1 - \frac{u}{20}$

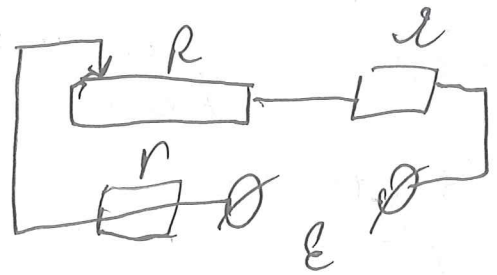
оно пересечение с ВЛХ светодорога и
 гора и вблизи ее ~~можно~~ ~~можно~~
 при θ

теперь каждая точка в которой
 срезка троек обеих ВЛХ совпадает с
 точкой на прямой $I(u)$.

Решение только одно т.к. ВЛХ
 возрастанием и приемом убывает

$u_{cb'} = 3 \text{ В}$ $u_{a'} = 3 \text{ В}$
 $I_{cb'} = 0,2 \text{ А}$ $I_{a'} = 0,5 \text{ А}$
 $P_{a'} = 1,5 \text{ Вт}$
 $P_{cb'} = 0,6 \text{ Вт}$

$\epsilon = I_1 R + I_2 R + u_{cb} + I_1 r$ Чистовик



$\epsilon = I_2 R + u_{cb} + I_2 r$

$r = \frac{\epsilon - I_2 R - u_{cb}}{I_2} = \frac{\epsilon - I_1 R - u_{cb}}{I_1}$

$\frac{\epsilon}{I_2} - \frac{u_{cb}}{I_2} = \frac{\epsilon}{I_1} - \frac{u_{cb}}{I_1}$

$\epsilon \left(\frac{1}{I_2} - \frac{1}{I_1} \right) = \frac{u_{cb}}{I_2} - \frac{u_{cb}}{I_1}$

$\epsilon = \frac{\frac{8}{0,6} - \frac{6}{0,7}}{\frac{1}{0,6} - \frac{1}{0,7}} = \frac{0,7 \cdot 8 - 6 \cdot 0,6}{0,7 - 0,6} = 20 \text{ В}$

$r = \frac{\epsilon - I_2 R - u_{cb}}{I_2} = \frac{20 - 0,6 \cdot 19 - 8}{0,6}$

$r = 10 \text{ Ом.}$

87-64-74-45
(150.3)

Чистовик
 $\gamma \frac{2v^4}{R^2} + \frac{2v^4}{R^2} = \gamma \frac{2v^4}{R^2} + \frac{v^4}{R^2}$

$\frac{2v^4}{R^2} = \frac{v^4}{R^2} + \frac{v^4}{R^2}$

$\frac{2v^4}{R^2} = v^4 \left(\frac{1}{R^2} + \frac{1}{R^2} \right)$

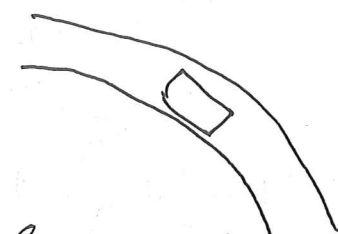
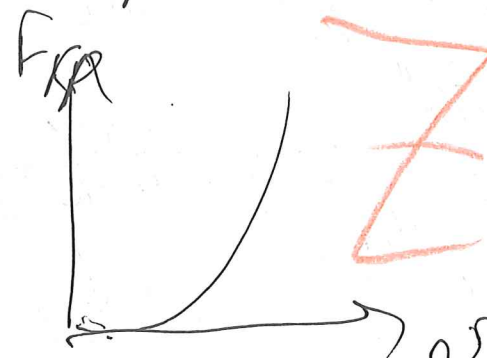
$v^4 = \frac{2v^4}{R^2 \left(\frac{1}{R^2} + \frac{1}{R^2} \right)}$

$v = \sqrt[4]{\frac{2v^4}{R^2 \left(\frac{1}{R^2} + \frac{1}{R^2} \right)}} = 6 \sqrt[4]{\frac{2v^4}{R^2 \left(\frac{1}{R^2} + \frac{1}{R^2} \right)}} = 26,1 \text{ мкс} + 17,46 \text{ мкс}$

Получим зависимость добавочной приращенной силы амперметра от v .

$F_{кр} = 0,25 \text{ мг}$ при $v = v_m$
 $F_{кр} \sim v^2$ $0,25 \text{ мг} = v_m^2 k$

$k = \frac{0,25 \text{ мг}}{v_m^2}$



В трехмиллиметровой шкале все увеличено от 0 до 0,2 и 0,4 верно, так как от 0,2 силы измерения.

$\Sigma \vec{F} = 0$. Ньютона 2з; Чистовик

~~$N - mg - F_{кр} = 0$~~

$F_{кр}^{II} = \mu N = \mu (mg + F_{кр})$

найдем μ

$F_{кр} = \sqrt{(4m v_m^2)^2 + \left(\frac{m v_m^2}{R}\right)^2} = \sqrt{\frac{2 v_m^4 m^2}{R^2}}$

$\mu = \sqrt{\frac{2 v_m^4 m^2}{R^2}} = \sqrt{\frac{2 v_m^4}{R^2 g^2}}$

$\mu = \frac{3,214}{g}$

$F_{кр}^{max} = (\mu(mg + F_{кр})) = \mu^2 (mg + \frac{0,25 m \cdot v_m^2}{v_m^2})^2$

$F_{кр}^{max} = F_{c3} + \frac{m^2 v_m^4}{R^2}$
 $\mu^2 mg^2 (1 + \frac{0,25 v_m^2}{v_m^2})^2 R^2 = \frac{m^2 v_m^4}{R^2} + \frac{m^2 v_m^4}{R^2}$

$10,33 (1 + \frac{0,25 v_m^2}{v_m^2})^2 = \frac{v_m^4}{R^2} + \frac{v_m^4}{R^2}$

~~$10,33 + 3,19 \cdot 10^{-3} v_m^2 = v_m^4 (\frac{1}{R^2} + \frac{1}{R^2})$~~
 $10,33 (1 + 0,5 \frac{v_m^2}{v_m^2} + \frac{0,0625 v_m^4}{v_m^4}) = v_m^4 (\frac{1}{R^2} + \frac{1}{R^2})$

$10,33 + \frac{5,165 v_m^2}{v_m^2} + \frac{0,646 v_m^4}{v_m^4} = v_m^4 \cdot 0,00011$

$x = v_m^2$

$10,33 + 0,0076 x - 0,0001086 x^2 = 0$

Чистовик

~~$D = 0,0076 + 4 \cdot 0,0001086 \cdot 10,33 = 0,004545$~~

~~$x_{1,2} = \frac{-0,0076 \pm \sqrt{0,004545}}{2 \cdot (-0,0001086)}$~~

$2 \cdot (-0,0001086)$ с. ген
диск.

$\sqrt{3}$ (вопрос)

$P_a = 4,8 \text{ Вт}$ $P_c = 4,2 \text{ Вт}$

$u_a = ?$ $u_c = ?$

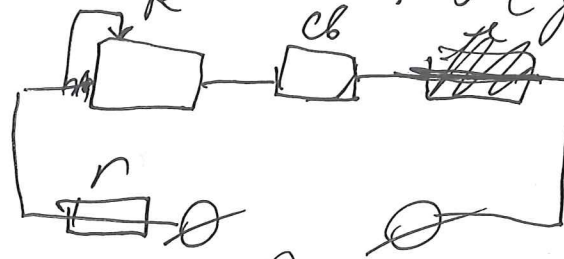
$P = uI$ $I = \frac{P}{u}$ т.к. сопротивление увеличивается, а ВАХ возрастает - лучше решение $P = uI$ по полю сего. для лампы

$u_c = 8 \text{ В}$ $I_c = 0,6 \text{ А}$
 $P = uI = 8 \cdot 0,6 = 4,8 \text{ Вт}$

для лампы $u_a = 6 \text{ В}$ $I_c = 0,6 \text{ А}$
 $P_c = uI = 6 \cdot 0,7 = 4,2 \text{ Вт}$

$u_a = 8 \text{ В} +$ $u_c = 6 \text{ В} +$

$\sqrt{3}$ (задача)



$R = 100 \text{ Ом}$
 $E = ?$

87-64-74-45
(150.3)



Числовое η_1 (треугольное)

$$\frac{1}{\eta} = \frac{\operatorname{tg} \alpha (x-1)(xi+x-1) + i(x+2x-2) - i}{\operatorname{tg} \alpha (x-1)^2}$$

$$\frac{1}{\eta} = \frac{xi+x-1}{x-1} + \frac{i(x-1) + 2(x-1)}{\operatorname{tg} \alpha (x-1)^2}$$

$$\frac{1}{\eta} = \frac{xi+x+1}{x-1} + \frac{(i+2)(x-1)}{\operatorname{tg} \alpha (x-1)^2}$$

$$\frac{1}{\eta} = \frac{xi+x+1}{x-1} + \frac{i+2}{\operatorname{tg} \alpha (x-1)}$$

$$\frac{1}{\eta} - \frac{xi+x+1}{x-1} = \frac{i+2}{\operatorname{tg} \alpha (x-1)}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{i+2}{(x-1) \left(\frac{1}{\eta} - \frac{xi+x+1}{x-1} \right)}$$

$$\frac{i+2}{(x_1-1) \left(\frac{1}{\eta_1} - \frac{xi+x+1}{x_1-1} \right)} = \frac{i+2}{(x_2-1) \left(\frac{1}{\eta_2} - \frac{i(x_2+x_2+1)}{x_2-1} \right)}$$

$$\frac{x_1-1}{\eta_1} - xi \bar{x}_1 \bar{x}_1 = \frac{x_2-1}{\eta_2} - i(x_2 \bar{x}_2 \bar{x}_2)$$

$$\frac{x_1-1}{\eta_1} - \frac{x_2-1}{\eta_2} - x_1 + x_2 = i(x_1 - x_2)$$

$i = \dots$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{i+2}{(x_1-1) \left(\frac{1}{\eta_1} - \frac{x_{1i}+x_{1+1}}{x_1-1} \right)}$$

Числовик

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{5}{1,25 \left(\frac{1}{0,125} - \frac{3 \cdot 2,25 + 2,25 + 1}{1,25} \right)}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{8-8} = \infty$$

$$\alpha \rightarrow 90$$

$$\frac{i+2}{(x_1-1) \left(\frac{1}{\eta_1} - \frac{x_{1i}+x_{1+1}}{x_1-1} \right)} = \frac{i+2}{(x_3-1) \left(\frac{1}{\eta_3} - \frac{x_{3i}+x_{3+1}}{x_3-1} \right)}$$

$$\frac{x_1-1}{\eta_1} - x_{1i} - x_{1+1} = \frac{x_3-1}{\eta_3} - x_{3i} - x_{3+1}$$

$$\frac{x_1-1}{\eta_1} - x_{1i} - x_{1+1} + x_{3i} + x_{3+1} = \frac{x_3-1}{\eta_3}$$

$$\eta_3 = \frac{2-1}{\frac{2,25-1}{0,125} - 3 \cdot 2,25 - 2,25 + 2 + 3 \cdot 2} = 0,19$$

$$\eta_4 = \frac{7}{10 - 8 \cdot 2,25 + 4 \cdot 8} = 0,21$$

$$D = 0,0076^2 + 4 \cdot 0,0001086 \cdot 10,33 = 0,004545$$

$$x_{18} = \frac{0,0076 + \sqrt{0,004545}}{2 \cdot 0,0001086} = 346,38$$

$$v_m'' = \sqrt{x} = 18,58 \text{ м/с}$$