



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 05

Место проведения г. Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Роботест  
наименование олимпиады

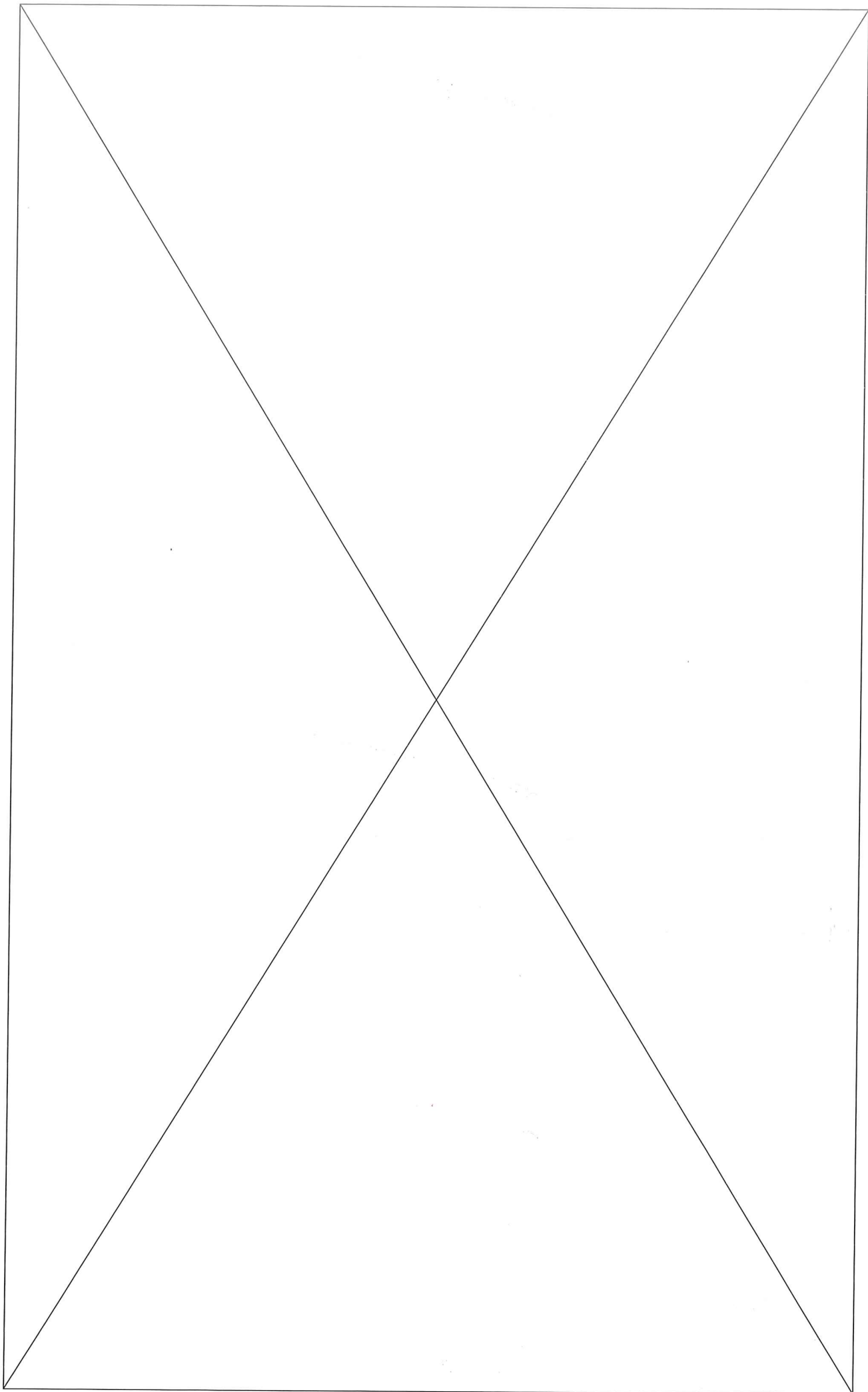
по физике  
профиль олимпиады

Деевой Анастасии Ивановны

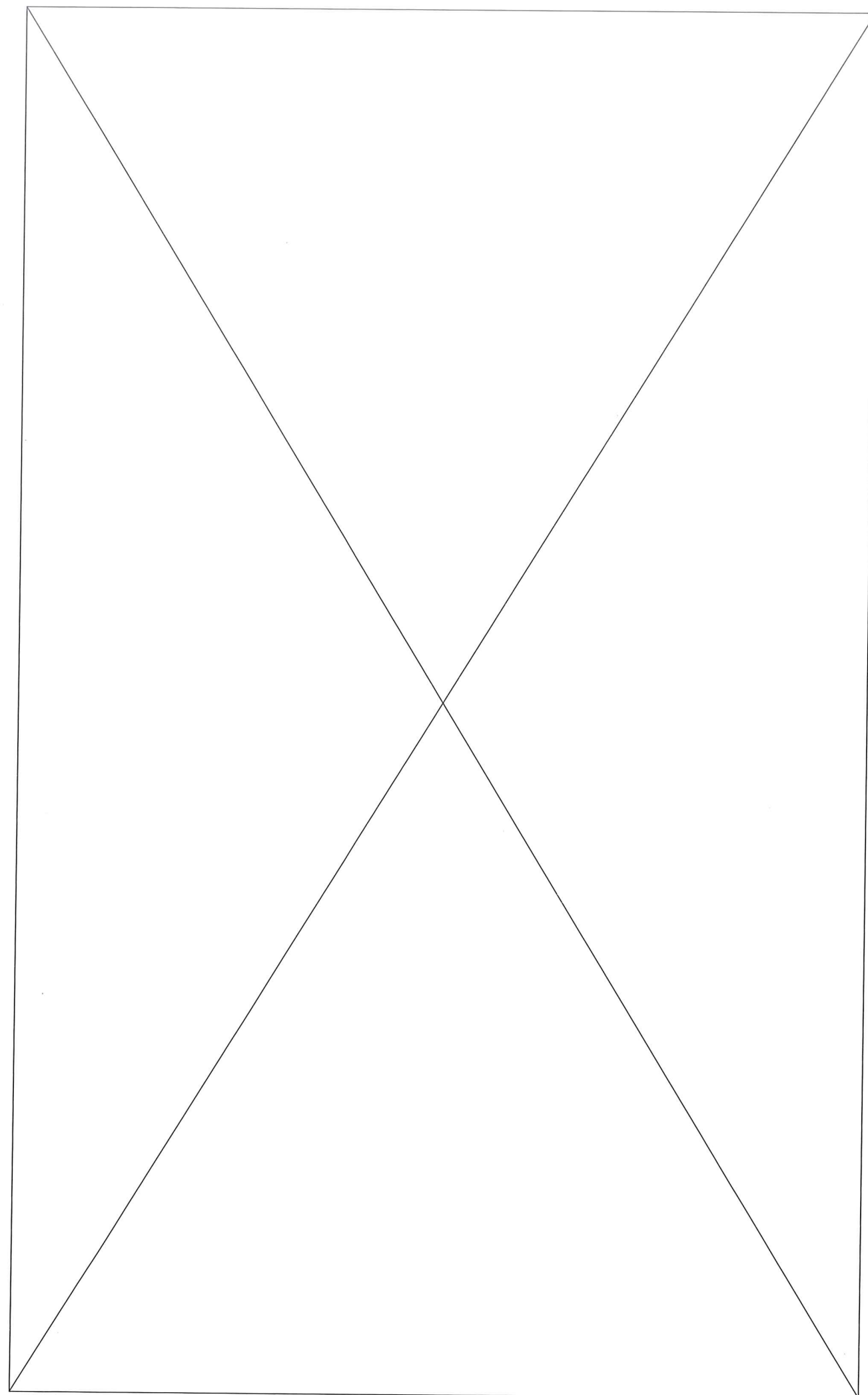
Деевой Анастасии Ивановны  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«04.» июля 2026 года

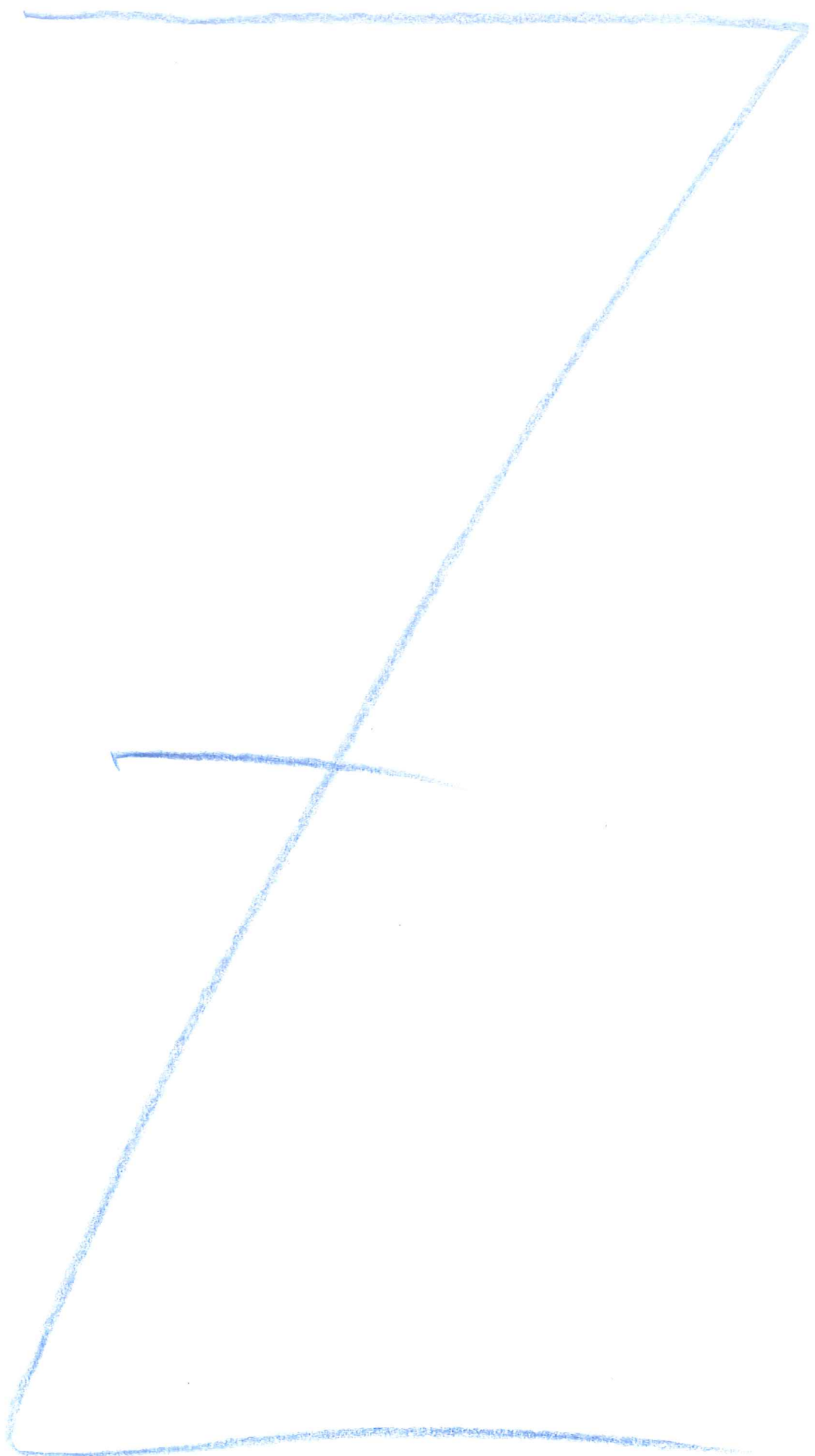
Подпись участника  
[Подпись]



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



46-02-78-36  
(151.3)

65 (мелко делит  
идея)  
оценка по ре. 9: 107 1200  
оценка по ре. 10: 1200

4	10	7	17
3	10	6	16
2	10	15	25
1	4	6	7
	1	3	2

Керавник

В СО связанной с плитой  
нужно найти со скоростью  $\vec{v}_1' = \vec{v}_2' + \vec{u}$



(\*)  $(v_1')^2 = v_0^2 + \frac{v_0^2}{4} + \frac{v_0}{2} \cdot v_0 \cdot 2 \cdot \cos(180^\circ - 40^\circ)$  (1)

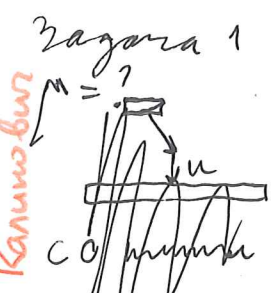
$m v_1' = m v_2'$  (м. к. митта награна, удар упругий)

$v_1' = v_2'$

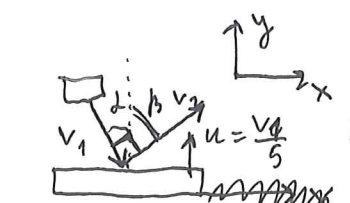
(1):  $(v_1')^2 = \frac{5}{4} v_0^2 + v_0^2 \cos(140^\circ) = v_0^2 (\frac{5}{4} + (-0,771))$

$v_1' \approx 0,48 v_0 \Rightarrow v_2' = 0,48 v_0$ ;  $v_2' \approx 0,85 v_0 + u$

(3):  $v_0^2 = (0,48 v_0)^2 + \frac{v_0^2}{4} + (\frac{v_0}{2} \cdot 0,96 v_0 \cdot \cos \beta)$



Канонич



$l = \arcsin(\frac{4}{5})$

$l + \beta = 90^\circ \Rightarrow \sin \beta = \frac{3}{5}$

$\beta < l$



матрица:  $\begin{cases} m v_1' \sin l - \mu \cdot N t' = m v_2' \sin \beta \\ m v_1' \cos l + N t' = m v_2' \cos \beta \end{cases} \Rightarrow m v_1' \sin l - \mu (m v_2' \cos \beta + m v_1' \cos l) = m v_2' \sin \beta$

$\mu (m v_2' \cos \beta + m v_1' \cos l) = m v_1' \sin l - m v_2' \sin \beta$

$\mu = \frac{v_1' \sin l - v_2' \sin \beta}{v_2' \cos \beta + v_1' \cos l}$  (при  $v_2' \sin \beta > 0$ )

$(v_1')^2 = (v_1')^2 + \frac{v_1^2}{25} + 2 \cdot \frac{v_1}{5} \cdot v_1' \cdot \cos l$ ;  $\cos l = \frac{3}{5}$

$v_1'^2 + \frac{2 \cdot 3}{25} v_1 \cdot v_1' - v_1^2 = 0$   $v_1' = \frac{-6/25 \cdot v_1 + \sqrt{36/625 v_1^2 + 4 v_1^2}}{2} = 0,88 v_1$

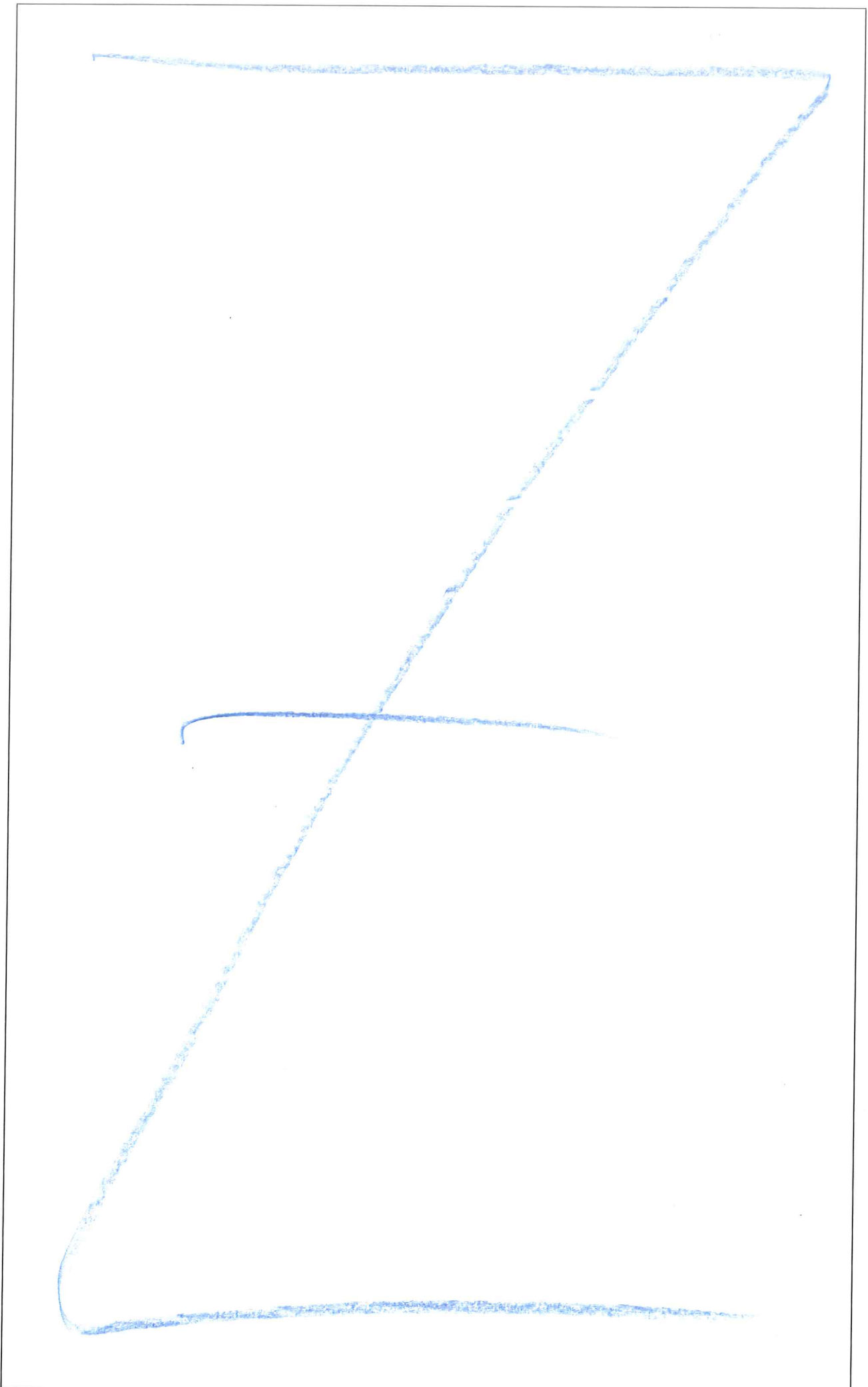
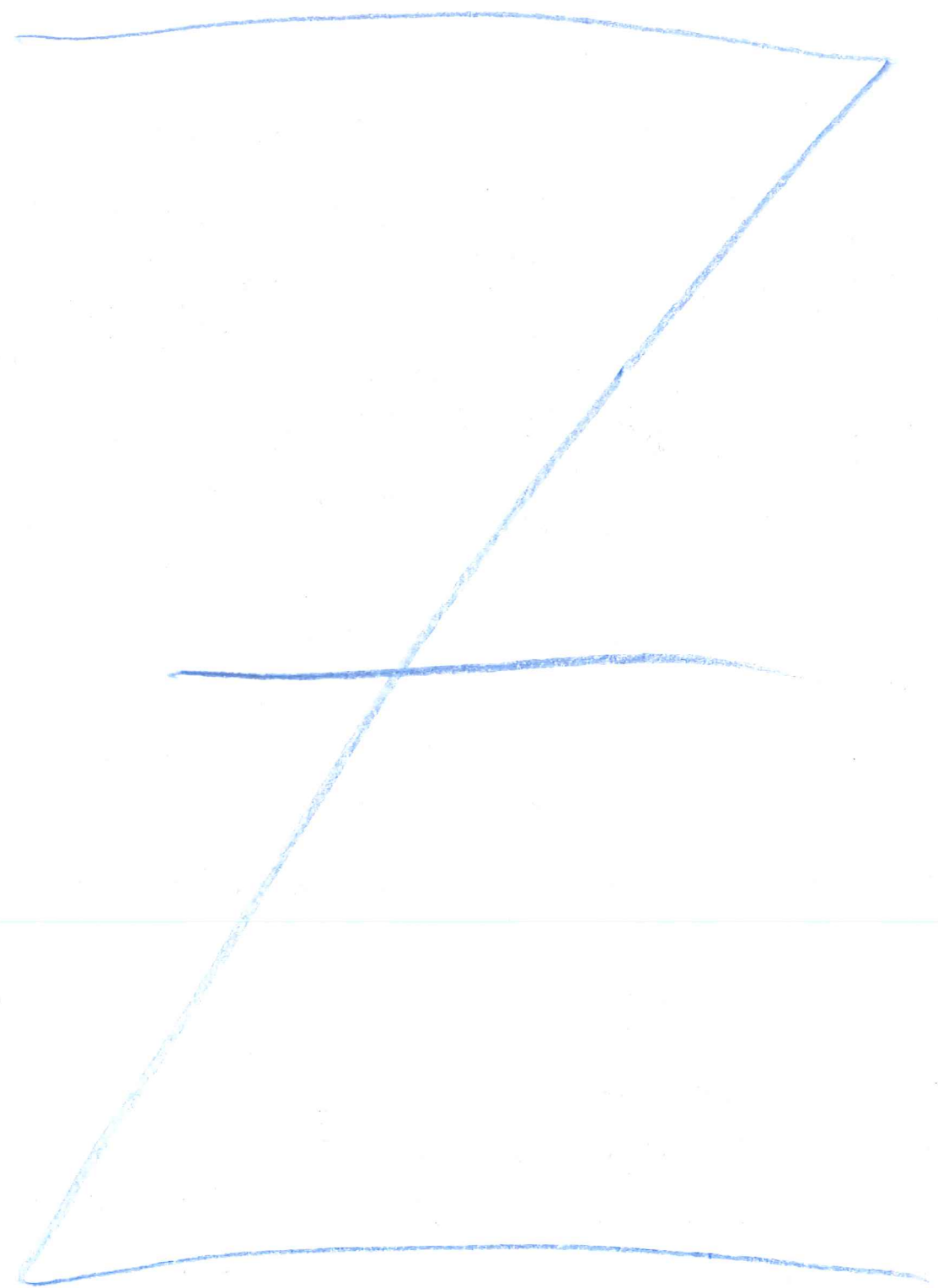
Оценка за теор. тур - 39 (45) Семейский метод

$v_1' \sin \alpha = v_2' \sin \beta$  (т.к. N прямо катетоме неувенне  
катетоме скорости по ось y)

$\Downarrow$   
 $v_2' = 0,88 v_1 \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 0,88 v_1 \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{5}{4} = 0,66 v_1$

Формула:  $\eta = \frac{v_1 (0,88 \cdot \frac{4}{5} - 0,66 \cdot \frac{3}{5})}{v_1 (\frac{3}{5} + \frac{4}{5})} = \frac{0,22}{1} = 0,22$

Корневик



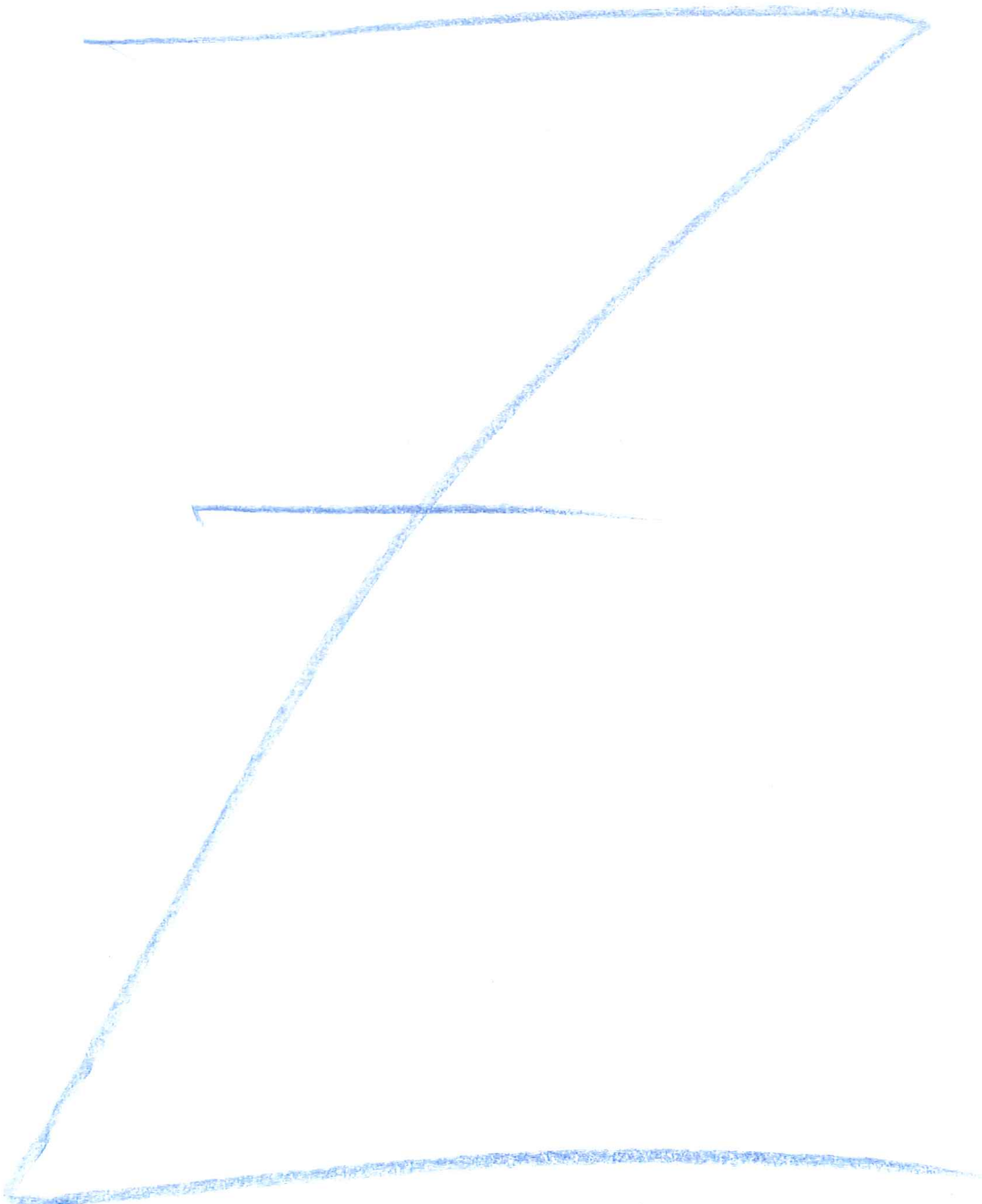
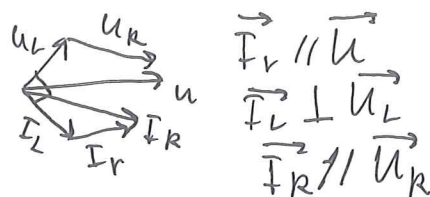
Задача 3  
резонансе

$U_r$  совпадает с  $I_r \Rightarrow \varphi = 0; \cos \varphi = 1$

$P = I_{gr} \cdot U_{gr}$

$U_{gr} = I_{gr} \cdot r = U_{gL} = \omega L \cdot I_{gL}$

$I_R = \frac{U_{gR}}{R}$

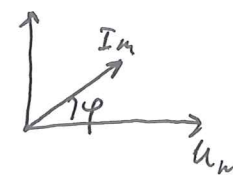


~~Азбука~~

Цытовик

$U_0^2 = 0,2304 U_0^2 + 0,25 U_0^2 + 0,48 U_0^2 \cdot \cos \beta$

3  $I_m, U_m, \varphi$



~~$P_{cp} = U_m I_m \cos \varphi$~~

Можно считать максимальной при  $\varphi = 0$ , т.е. при явлении резонанса; в случае когда есть сдвиг фаз, она уже меньше, т.к. свой вектор в поперечном направлении лишь компонента  $I_m$  по оси  $U_m$ , т.е.  $I_m \cos \varphi$

Тогда:  $P_{cp} = U_g \cdot I_g \cdot \cos \varphi$ ;  $U_g$  и  $I_g$  - действующие значения  $U$  и  $I$  в цепи:  $U_g = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ ;  $I_g = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \Rightarrow$

$\Rightarrow P_{cp} = \frac{1}{2} I_m \cdot U_m \cdot \cos \varphi$

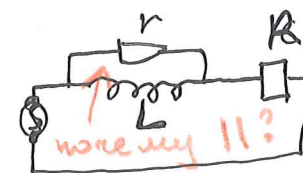
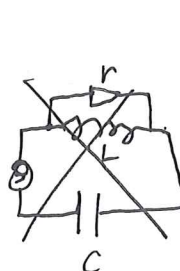
Задача 3

$U_g = 220 В$

$U_{gR} = 120 В$

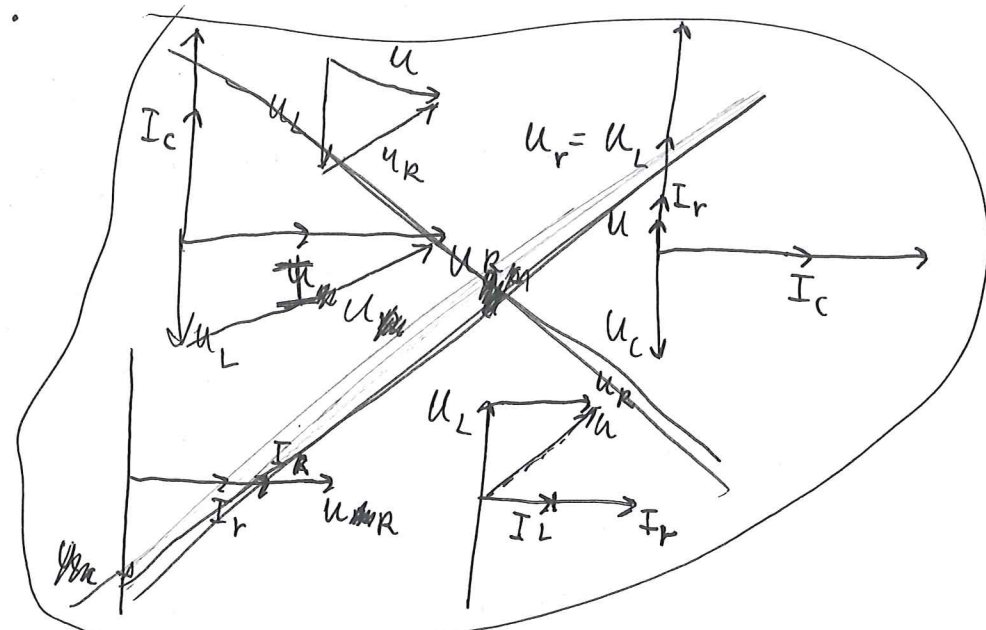
$U_{Lr} = U_{gr} = 160 В$

$R = 21 \Omega$   
 $P_{gr} = ?$



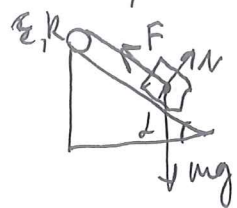
$\vec{U}_g = \vec{U}_L + \vec{U}_R$   
 $\vec{I}_r + \vec{I}_L = \vec{I}_R$

$P_{gr} = P_{pr} = I_{gr} \cdot U_{gr} \cdot \cos \varphi$



(см. далее)

Число 2  
 ~ 2 Пропуск:  $\epsilon I = I^2 R + F \cdot v$ ;  $F \cdot v$  - полезная мощность  $P_{\text{пол}}$



$F = mg \cos \alpha$  (если нет трения)  $= k \cdot I$ ,  $k = \text{const}$

$P_{\text{пол}} = F \cdot v = mg \cos \alpha \cdot v$

~~$P_{\text{пол}}(m) = \dots$~~    
 неопределенно   
 $g \cos \alpha \cdot v$    
 неопределенно через начало координат

$\epsilon I = I^2 R + k \cdot I \cdot v \Rightarrow \epsilon = IR + k \cdot v = \text{const}$

$F = k \cdot I$    
 $mg \cos \alpha = k \cdot I \Rightarrow I = \frac{mg \cos \alpha}{k}$  (1)

$P_{\text{пол}} = F \cdot v = \epsilon I - I^2 R = -m^2 \cdot \left(\frac{g \cos \alpha}{k}\right)^2 R + m \cdot \frac{g \cos \alpha}{k} \epsilon$

+ График  $P_{\text{пол}}(m)$  - парабола ветви вниз, со своим максимумом  $m_{\text{max}}$    
 максимум через начало координат



$\ominus + \frac{g \cos \alpha \cdot \epsilon}{k} \cdot \frac{k^2}{2R g^2 \cos^2 \alpha}$

$m_{\text{max}} = \frac{\epsilon k}{2R g \cos \alpha}$

иногда из графика для вершины:  $P_{\text{пол}}(m)$

$P(m_{\text{max}}) = 0$

$0 = -m_{\text{max}}^2 \cdot R \frac{g^2 \cos^2 \alpha}{k^2} + m_{\text{max}} \cdot \frac{g \cos \alpha}{k} \cdot \epsilon$

$0 = \cos^2 \alpha \cdot \frac{m_{\text{max}}^2 R g^2}{k^2} - \frac{m_{\text{max}} g \epsilon \cdot \cos \alpha}{k}$

$\frac{m_{\text{max}} R g}{k} \cdot \cos \alpha = \epsilon \Rightarrow \cos \alpha = \frac{\epsilon k}{m_{\text{max}} R g}$

$\cos \alpha = \frac{200 \cdot k}{500 \cdot 4 \cdot 10} = 0,01 k$

$P_{\text{пол}}(m) = -m^2 \cdot g^2 \cdot 0,01^2 R + m \cdot g \cdot 0,01 \epsilon$

$P_{\text{пол}}'(m) = -g^2 \cdot 0,01^2 R \cdot 2m + 0,01 \epsilon g = 0$

$\epsilon = 2m_1 \cdot R \cdot 0,01 g \Rightarrow m_1 = \frac{\epsilon}{0,02 g R} = \frac{200}{0,2 \cdot 4} = 250 \text{ кг}$

$P_{\text{пол}}(m_1) = -\frac{250^2 \cdot 10^2 \cdot 0,01^2 \cdot 4}{-2500} + 250 \cdot 10 \cdot 0,01 \cdot 200 = 2500 \text{ Вт}$

$I: Nt = m v_2' \cos \beta + m v_1' \cos \alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow m v_1' \sin \alpha - \mu (m v_2' \cos \beta + m v_1' \cos \alpha) = m v_2' \sin \beta$

$v_1' \sin \alpha - \mu (v_2' \cos \beta + v_1' \cos \alpha) = v_2' \sin \beta$

$\mu = \frac{v_1' \sin \alpha - v_2' \sin \beta}{v_2' \cos \beta + v_1' \cos \alpha}$  (при  $v_2' \sin \beta > 0$ )

$v_1' \cos \alpha = v_2' \cos \beta$  (м.к. N меньше или равно нулю у-направлению  $v_2' \sin \beta > 0$ )   
 можно на изобразительном  $\oplus$

$v_1' \cdot \frac{3}{5} = v_2' \cdot \frac{4}{5}$

$v_2' = \frac{3v_1'}{4} \Rightarrow \mu = \frac{v_1' \sin \alpha - \frac{3}{4} v_1' \sin \beta}{\frac{3}{4} v_1' \cos \beta + v_1' \cos \alpha} = \frac{\sin \alpha - \frac{3}{4} \sin \beta}{\frac{3}{4} \cos \beta + \cos \alpha}$   $\ominus$

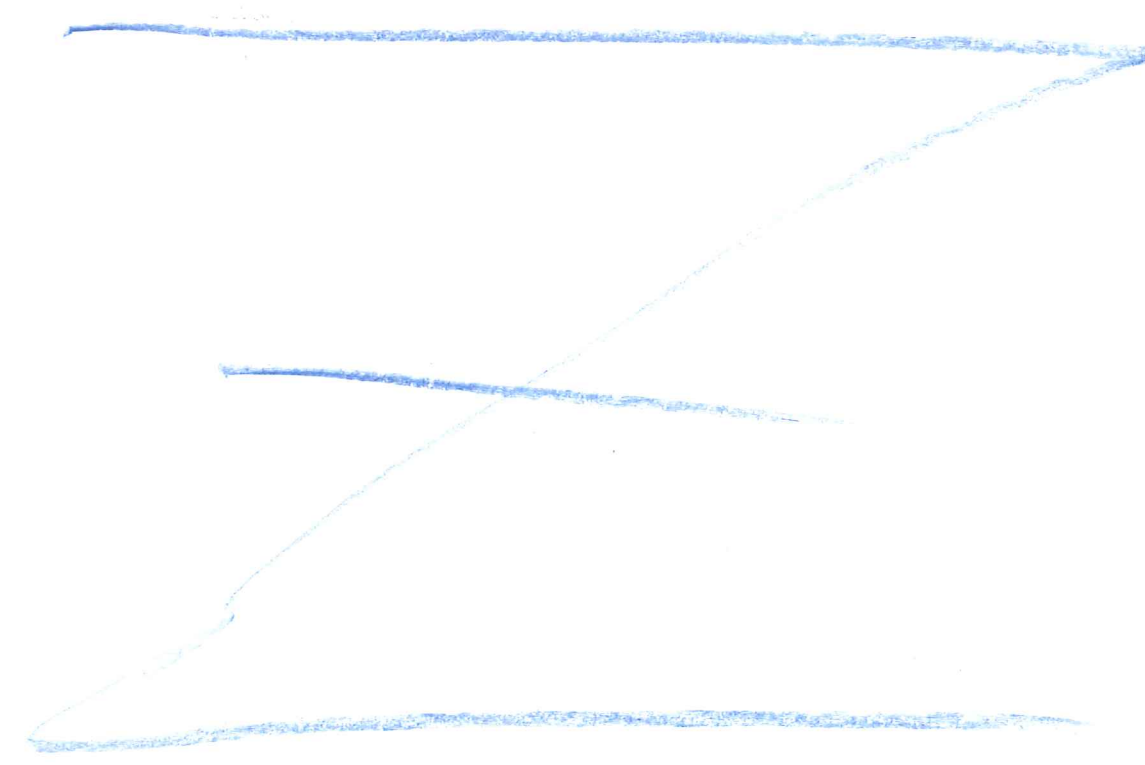
$\ominus \frac{\frac{4}{5} - \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5}}{\frac{3}{4} \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{5}} = \frac{0,35}{1,2} \approx 0,3$

$\beta = 0: \mu = \frac{v_1' \sin \alpha - v_2' \sin(0)}{v_2' \cos(0) + v_1' \cos \alpha} = \frac{v_1' \sin \alpha - 0}{v_2' + v_1' \cos \alpha}$

$v_2' = v_1' \cdot \frac{3}{5}$

$\mu = \frac{v_1' \sin \alpha - \frac{3}{5} v_1' \sin(0)}{v_1' \cdot \frac{3}{5} \cdot \cos(0) + v_1' \cos \alpha} = \frac{\frac{4}{5} - 0}{\frac{3}{5} + \frac{3}{5}} \approx 0,67$

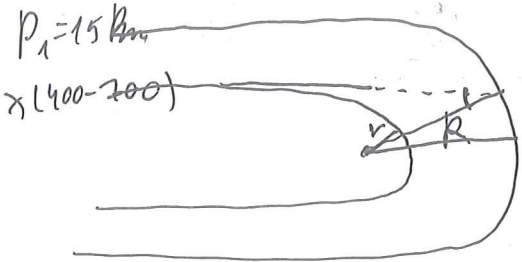
Ответ:  $\mu = 0,3$ ;  $\mu$  при  $\beta = 0 \mu = 0,67 \ominus$





Черновики

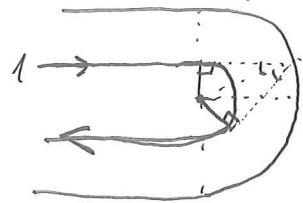
$$n(\lambda) = \frac{a}{\lambda} = \frac{1000 \text{ мм}}{\lambda}$$



$$\sin \alpha = \frac{r}{R} = \frac{1}{2}$$

$$\text{и.е. } \alpha_{\text{н.р.о}} = 30^\circ$$

$$R = 2r$$



лучи при 1 ступени отражения уходят по углам

$30^\circ$ , потом попадет на выпуклую часть

и по углу выйдет

Вспомогательный луч: диаметр?

$$\Rightarrow \alpha_{\text{н.р.о. max}} = 30^\circ \text{ (и.е. } n=2)$$



лучи будут отражаться

лучи  $n \geq 2$  для данной длины волны, и.е.

$$n(\lambda) = \frac{1000 \text{ мм}}{\lambda} \geq 2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \lambda \leq 500 \text{ мм.} \Rightarrow \lambda \in [400; 500] \text{ мм.}$$

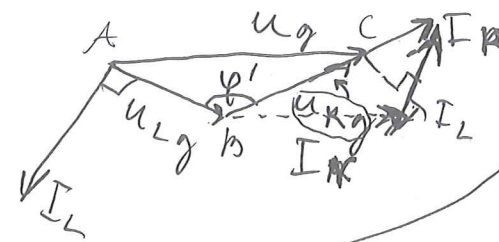
придут

и.е. при 1 ступ. придет  $\frac{1}{2}$  всего луча

Угол в плоскости зеркала

Задача 3 (продолжение)

Векторная диаграмма  
вероятно, и.е.  $I_m = 52 \cdot I_g$ ,  $U_m = 38 \cdot U_g$   
и.е. геометрически



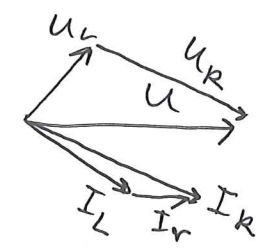
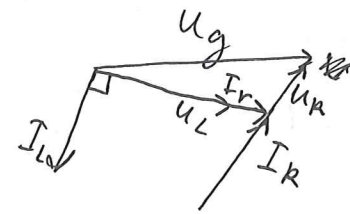
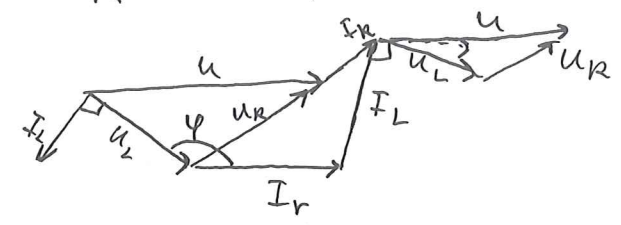
$$U_g^2 = U_L^2 + U_R^2 + 2U_L \cdot U_R \cdot \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{U_g^2 - U_L^2 - U_R^2}{2U_L \cdot U_R}$$

$$\cos \varphi = \frac{220^2 - 160^2 - 120^2}{2 \cdot 160 \cdot 120} \approx 0,292$$

$$\varphi \approx 73^\circ$$

$$I_{gr} = \frac{U_{gr}}{R}$$



Деда  
Деда Анастасия Ивановна

11 класс

Класс 11

Прошу пересмотреть оценку за задачу 1 в соответствии со следующими критериями:

Критерий 1: указано в решении (первое фото)

Критерий 2: в решении указан закон сохранения импульса из которого  $Nt'$  было выражено и, хоть не явно выписано, но подставлено во второе уравнение системы

Критерий 3: указано что  $\sin(\beta) > 0$ , а также словами сказано в пояснении (фото 2)

Критерий 4 и критерий 8: также объяснены в пояснении (фото 2)

Решение НН:

повысить оценку тех баллов  
на 3 балла; и также указать  
65 баллов

Зам. декана

(Тарфенев И.В.)