



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 05

Место проведения г. Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

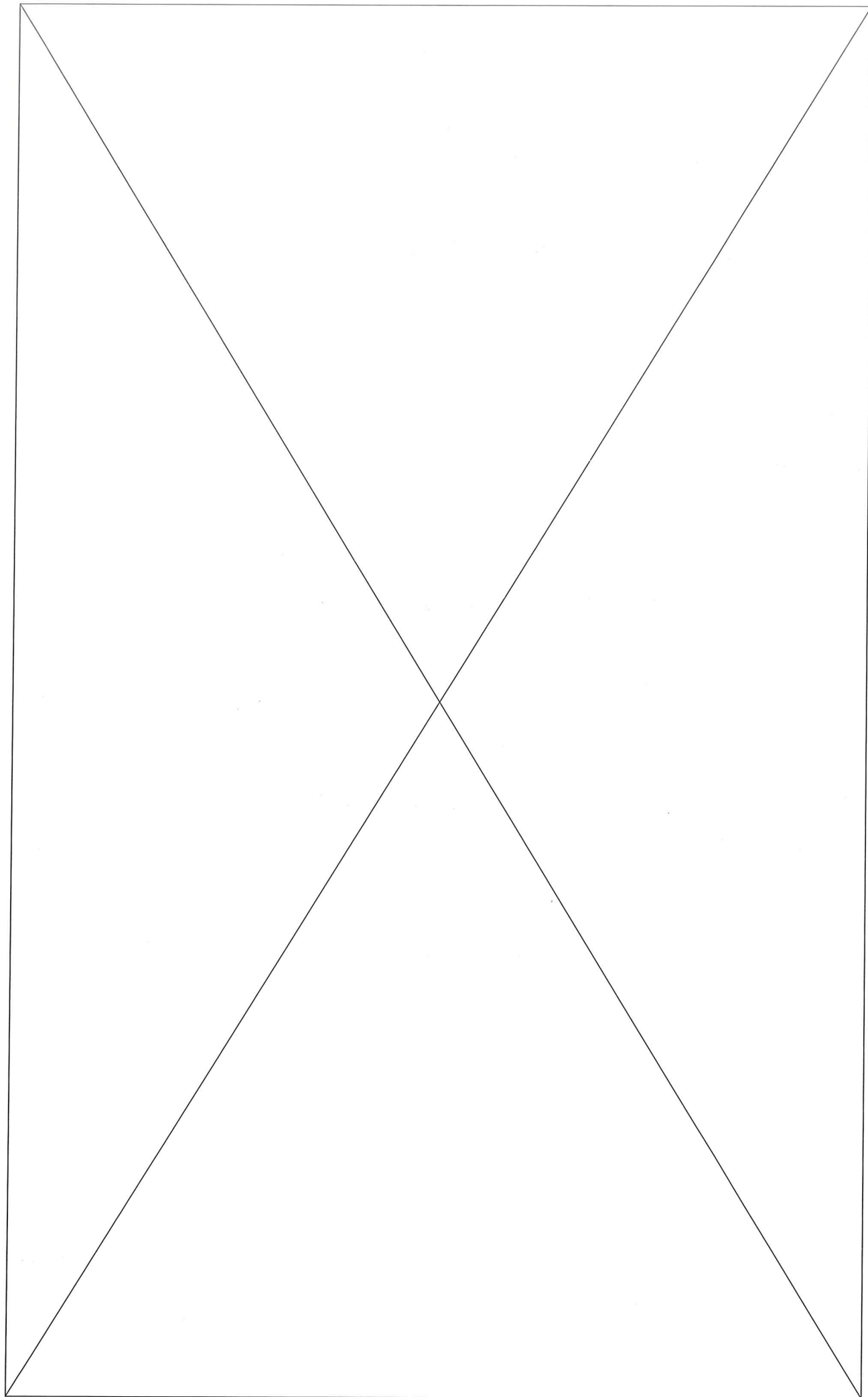
Олимпиада школьников Роборест
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

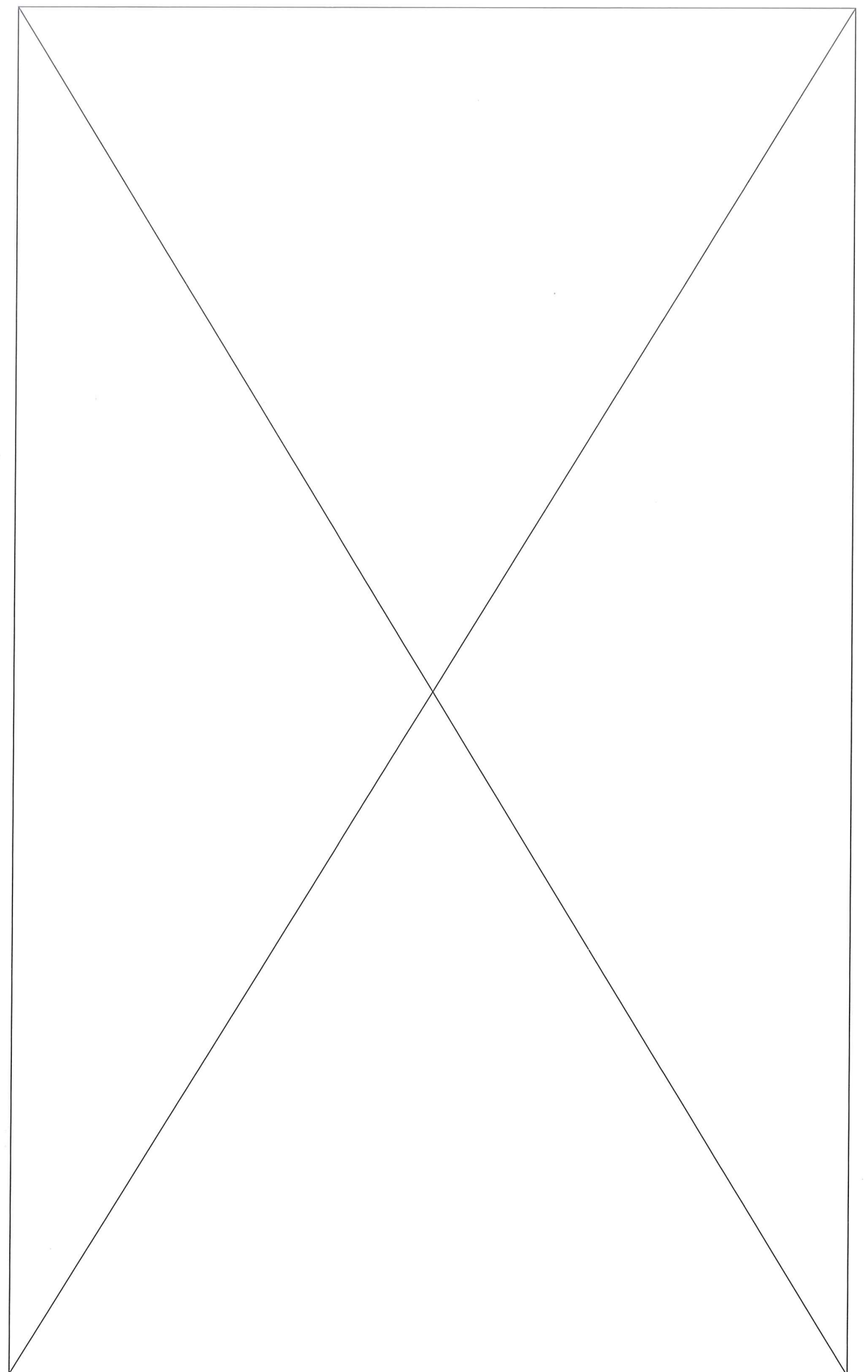
Дачковой Юлии Андреевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«04» апреля 2026 года

Подпись участника
[подпись]



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

59-36-28-26
(151.5)

Черновик

$N \perp$

~~$\beta = \frac{v_x}{v_y}$~~

3CU: $ox: m v_0 \sin d + m v_x = F_{\text{тр}} \cdot \Delta t$

$oy: m v_0 \cos d - m v_y = N \Delta t$

~~$F_{\text{тр}} = \mu N$~~

~~$v_x = v_0 \sin d$~~

$F_{\text{тр}} = \mu N$

$m v_0 \sin d + m v_x = \mu N \Delta t$

$\beta = \frac{\pi}{2} - d = \arccos(0,8)$

$m v_0$

$\begin{cases} m(v_0 \sin d + m v_x) = F_{\text{тр}} \Delta t \\ m(v_0 \cos d + u) + m v_y = N \Delta t \end{cases}$

$F_{\text{тр}} = \mu N$

$v_y = v \cos \beta$
 $v_x = v \sin \beta$

$\begin{cases} m v_0 \sin d + m v_x = \mu N \Delta t \\ m(v_0 \cos d + u) + m v_y = N \Delta t \end{cases}$

$m v_0 \sin d + m v \sin \beta = \mu N \Delta t$

$m(v_0 \cos d + u) + m(v \cos \beta - u) = N \Delta t$

2				
4	10	10	20	69
3	5	8	13	
2	10	6	16	
1	10	10	20	
N	7	3	2	

Вопрос

Актимова к.4.

Внезапно

Шиняков

Оценка за теор. зур - 42
Итоговая оценка - 40
(Семьдесят)

Чистовик

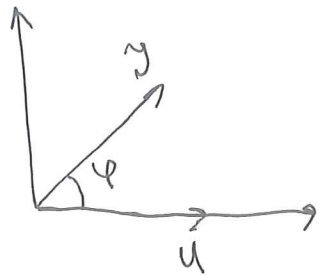
№3

Вопрос:

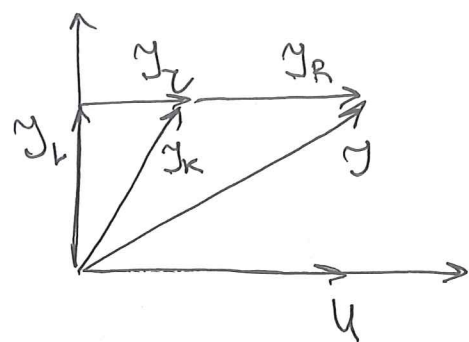
$$P = Y_g \cdot U_g \cos \varphi = \frac{Y_m \cdot U_m \cos \varphi}{2}$$

$$\text{Ответ: } P_{cp} = \frac{Y_m \cdot U_m \cos \varphi}{2} \quad (+)$$

не
обязательно!



Задача:



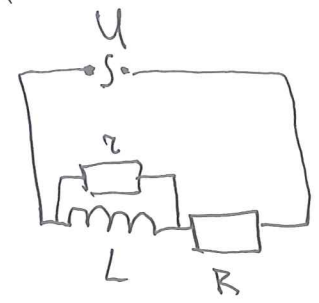
$$P_K = Y_K \cdot U_K$$



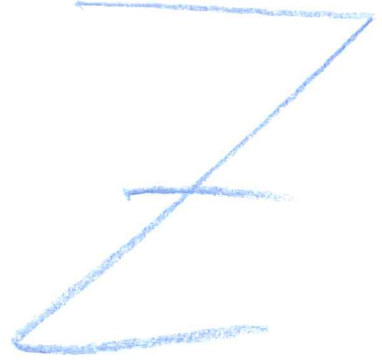
59-36-28-26
(151,5)

Черновик

N3



$U_g = 220 \text{ В}$
 $R = 210 \text{ Ом}$
 $U_R = 120 \text{ В}$
 $U_K = 160 \text{ В}$
 $P_K = ?$



$P_K = U_g \cdot I_g$
 $P_K = \frac{U_K^2}{Z_K}$

$Z_K = \cancel{i\omega L} + r$ $\frac{U_m}{\sqrt{2}}$

$u(t) = U_g \sqrt{2} \sin \omega t$

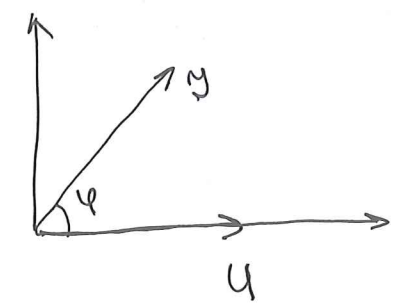
$P_K = I_K U_K$
 $I_K = \frac{U_K}{\sqrt{\omega^2 L^2 + r^2}}$

Вопрос:

I_m, U_m

$i^{(t)} = I_m \sin(\omega t + \varphi)$

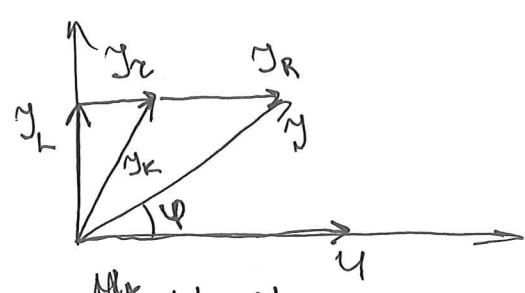
$u(t) = U_m \sin(\omega t)$



$P = I_g \cdot U_g \cos \varphi =$
 $= \frac{I_m U_m}{2} \cos \varphi$

$I_g = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$

Ответ: $P = \frac{I_m U_m \cos \varphi}{2}$



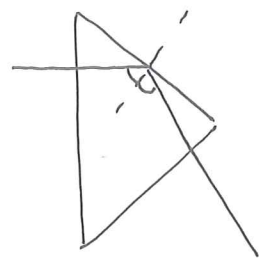
$U = 220 \text{ В}$ $U_K = 160 \text{ В}$
 $U_R = 120 \text{ В}$
 $I_R = \frac{U_R}{R} = \frac{120}{21} = \frac{40}{7} \text{ А}$
 $I_R = I_L + I_r$

$r = \frac{U_K}{I_K}$

Чисто физ

№4

Вопрос: $n=1,4$.



1) $n \sin \alpha = \sin \beta$

$\alpha = 60^\circ$

$1,4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 1,21 \Rightarrow \text{ПВО}$

2) $n \sin \alpha_2 = \sin \beta$

$\alpha_2 = 0 \quad \sin \beta = 0 \Rightarrow \beta = 0 \Rightarrow$

\Rightarrow луч выскочит из 2-ой грани $\oplus 100$

Задача:

$R = 2r$

$P = 15 \text{ Вт}$

$\lambda_{\min} = 400 \text{ нм}$

$\lambda_{\max} = 700 \text{ нм}$

$n(\lambda) = \frac{d}{\lambda}$

$d = 1000 \text{ нм}$

$m = ?$

Решение:

$n \sin \gamma = \sin \beta$

$\gamma \in [\frac{\pi}{6}; \frac{\pi}{2}]$

$n = \frac{\sin \beta}{\sin \gamma}$

$\sin \gamma \in [\frac{1}{2}; 1]$

$\lambda \in [400; 700] \text{ нм}$

$\sin \gamma_{\min} = \frac{r}{R} = \frac{1}{2}$

$\frac{d}{\lambda} \in [1,43; 2,5]$

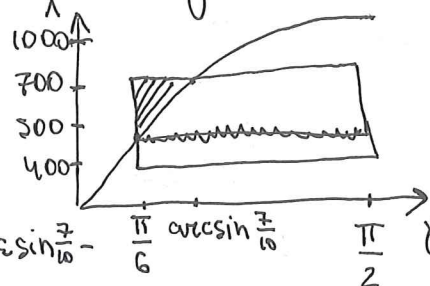
$\gamma_{\min} = \frac{\pi}{6}$

$\sin \beta \in (0; 1)$

$(\frac{\sin \beta}{\sin \gamma})_{\max} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2 = \frac{d}{\lambda} \quad \lambda = 500$

$\lambda < 500$ - ПВО иная может быть все лучи \oplus

$\sin \beta = \frac{d \sin \gamma}{\lambda} < 1 \quad d \sin \gamma < \lambda$



Найдем отношение S_{III} к S

$S = (\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6}) \cdot 300 \quad S_{III} = -\int_{\frac{\pi}{6}}^{\arcsin \frac{7}{10}} \sin x \cdot 1000 + (\arcsin \frac{7}{10} - \frac{\pi}{6}) \cdot 700$

$\frac{S_{III}}{S} \approx 0,977$ столько лучей проходит

$1 - \frac{S_{III}}{S} \approx 0,023$

$P_i = P(1 - \frac{S_{III}}{S}) \approx 13,84 \text{ Вт}$

нет ответа в общем виде прикл. оценка разумная

Ответ: проходит 0,923 часть луча, $P_i = 13,84 \text{ Вт}$

100

Черно физ

№1

Вопрос:

нужна магкоя $\Rightarrow v_{ox} = v_x$

$u = \frac{v_0}{2}$

была $v_{oy} = v_0 \cos \alpha + u$

$\alpha = 60^\circ$

стала $v_y = v \cos \beta + u$

$\beta = ?$

$m(v_0 \cos \alpha + u) = m(v \cos \beta + u)$

$v_0 \sin \alpha = v \sin \beta$

$m(v_0 \cos \alpha + v_0) = m(v \cos \beta)$

$v_0 \sin \alpha = v \sin \beta$

$v_0 (\cos \alpha + 1) = v \cos \beta$

$v = \frac{v_0 \sin \alpha}{\sin \beta}$

$v_0 (\cos \alpha + 1) = \frac{v_0 \sin \alpha \cos \beta}{\sin \beta} = v_0 \sin \alpha \text{ ctg } \beta$

$\text{ctg } \beta = \frac{\cos \alpha + 1}{\sin \alpha} \quad \text{tg } \beta = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha + 1}$

$\beta = 20^\circ$ - ответ

Задача:

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

$u = \frac{v_0}{5}$

$\sin \alpha = \cos \beta$

$\mu = ?$

$\beta = 0 \Rightarrow \mu = ?$

$v_{oy} = v_0 \cos \alpha + u$

Решение: μ, v

$m(v_0 \cos \alpha + u) + m(v \cos \beta - u) = N \Delta t$

$m v_0 \sin \alpha - m v \sin \beta = F_{\text{тр}} \Delta t' = \mu N \Delta t'$

$F_{\text{тр}} = \mu N \quad \frac{m(v_0 \cos \alpha + u) - m(v \cos \beta + u)}{\Delta t} \mu =$

$= \frac{m v_0 \sin \alpha - m v \sin \beta}{\Delta t'}$

$\Delta t = \Delta t'$

$(v_0 \cos \alpha + \frac{v_0}{5} - v \cos \beta + \frac{v_0}{5}) \mu = v_0 \sin \alpha - v \sin \beta$

Чистовик

№1

Вопрос: нитка нагря $\Rightarrow V_{0x} = V_x$

CO нитки: Oy: $V_{0y} = V_0 \cos d + U$ $V_y = V \cos \beta - U$

$$\begin{cases} m(V_0 \cos d + U) = m(V \cos \beta - U) \\ m V_0 \sin d = V \sin \beta \end{cases} \quad V = \frac{V_0 \sin d}{\sin \beta}$$

$$V_0 \cos d + U = V \cos \beta = V_0 \sin d \operatorname{ctg} \beta$$

$$\operatorname{ctg} \beta = \frac{\cos d + 1}{\sin d} \quad \beta = 20^\circ \oplus$$

Ответ: $\beta = 20^\circ \oplus$

Задача: $\sin d = \cos \beta = 0,6$ $\cos d = \sin \beta = 0,6$ $U = \frac{V_0}{5}$

$$\begin{cases} m(V_0 \cos d + U) = m(V \cos \beta - U) \\ m(V_0 \cos d + U) + m(V \cos \beta - U) = N \Delta t \\ m V_0 \sin d - m V \sin \beta = F_{\text{тр}} \Delta t' \end{cases}$$

$$V = \frac{V_0 \cos d + 2U}{\cos \beta} = \frac{V_0 \cos d + \frac{2V_0}{5}}{\sin d} = \frac{V_0 (\cos d + \frac{2}{5})}{\sin d}$$

$$m(V_0 \cos d + U + V_0 \frac{\cos d + \frac{2}{5}}{\sin d} - U) = N \Delta t$$

$$m V_0 (\cos d + \frac{\cos d + \frac{2}{5}}{\sin d}) = N \Delta t \quad F_{\text{тр}} = \mu N \oplus$$

$$m V_0 \sin d - m V_0 (\cos d + \frac{\cos d + \frac{2}{5}}{\sin d}) \cdot \sin \beta = \mu N \Delta t'$$

$$m V_0 (\sin d - \frac{\cos d + \frac{2}{5}}{\sin d} \cos d) = \mu N \Delta t'$$

$$N = \frac{m V_0}{\Delta t} (\cos d + \frac{\cos d + \frac{2}{5}}{\sin d})$$

$$m V_0 (\sin d - \frac{\cos d + \frac{2}{5}}{\sin d} \cos d) = \frac{\mu m V_0}{\Delta t} \Delta t' (\cos d + \frac{\cos d + \frac{2}{5}}{\sin d})$$

$$\mu = \frac{\Delta t}{\Delta t'} \frac{\sin d - \frac{\cos d + \frac{2}{5}}{\sin d} \cos d}{\cos d + \frac{\cos d + \frac{2}{5}}{\sin d}} = \frac{0,8 - \frac{0,6 + 0,4}{0,8} \cdot 0,6}{0,6 + \frac{0,6 + 0,4}{0,8}} = \frac{0,05}{1,85} \approx 0,027$$

$\approx 0,027$

Ответ: $\mu \approx 0,027 \ominus$

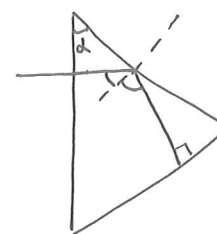
59-36-28-26
(151.5)

Чистовик

№4

Вопрос:

$n = 1,4$ $d = 60^\circ$



$$1) n \sin d = \sin \beta$$

$$1,4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 1,21 > 1 \Rightarrow \text{ПБО}$$

$$2) n \sin d = \sin \beta \quad d \neq 0$$

$$1,4 \leq 1 \Rightarrow \text{ПБО}$$

$\sin \beta = 0 \Rightarrow$ луч идет из 2-ой грани

Задача:

$$R = 2r$$

$$P = 15 \text{ Вт}$$

$$\lambda_{\min} = 400 \text{ нм}$$

$$\lambda_{\max} = 700 \text{ нм}$$

$$n(\lambda) = \frac{d}{\lambda}$$

$$d = 1000 \text{ нм}$$

$m = ?$

$\frac{P}{1-m} = ?$

Решение:

$$n \sin d = \sin \beta$$

$$n = \frac{\sin \beta}{\sin d}$$

$$\frac{\sin \beta}{\sin d} = \frac{d}{\lambda}$$

$$d \in [\frac{\pi}{6}; \frac{\pi}{2}]$$

$$\sin d \in [\frac{1}{2}; 1]$$

$$\lambda \in [400; 700] \text{ нм}$$

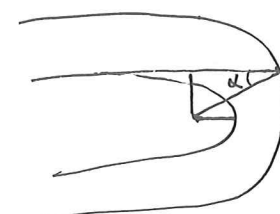
$$\frac{d}{\lambda} \in [2,15; 2,5]$$

$$\sin \beta \in (0; 1)$$

$$\frac{\sin \beta}{\sin d} = \frac{7}{10} \quad \frac{\sin \beta}{\sin d} = 2,5$$

$$\left(\frac{d}{\lambda}\right)_{\max} = 2 = \left(\frac{\sin \beta}{\sin d}\right)_{\max}$$

$$\frac{d}{\lambda} = 2 \quad 1000 = 2\lambda \quad \lambda = 500$$

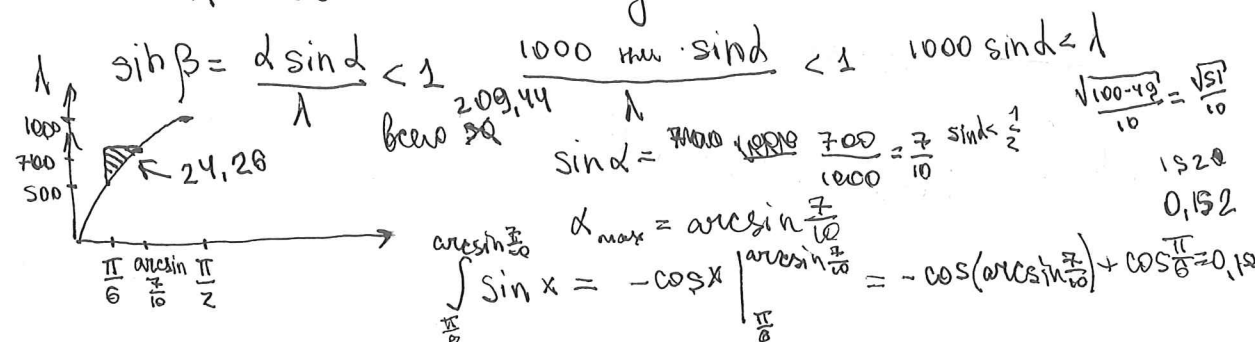


$$\sin \alpha = \frac{r}{R} = \frac{1}{2}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{6}$$

$\lambda > 500$ - ПБО все нм

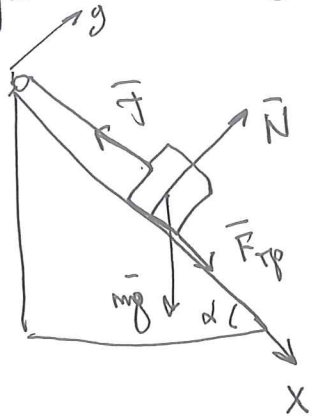
$\lambda < 500$ - ПБО все нм



Чистовик

N2

Вопрос: $T \sim \gamma$ $T = k\gamma$ $+ P = \gamma U = \gamma^2 R + T U$



оу: $N - mg \cos d = 0$ $N = mg \cos d$

$+ T = F_{\text{fr}} + mg \sin d = mg(\mu \cos d + \sin d)$

$P = \gamma^2 R + T U =$

$= k^2 T^2 R + T^2 U =$

$= k^2 m^2 g^2 (\mu \cos d + \sin d)^2 + mg(\mu \cos d + \sin d) U$

$+ P(m)$ - парабола

Задача:

P_{max} - вершина параболы

$P_{\text{max}} = \frac{-g(\mu \cos d + \sin d) U}{2k^2 g^2 (\mu \cos d + \sin d)^2} = \frac{-U}{2k^2 (\mu \cos d + \sin d)}$

при m_{max} $P = 0$

$k^2 m_{\text{max}}^2 g^2 (\mu \cos d + \sin d)^2 = -m_{\text{max}} g (\mu \cos d + \sin d) U$

$k^2 m_{\text{max}} g (\mu \cos d + \sin d) = -U$

$k^2 (\mu \cos d + \sin d) = \frac{-U}{m_{\text{max}} g}$

$+ P_{\text{max}} = \frac{-U}{2k^2 (\mu \cos d + \sin d)} = \frac{-U m_{\text{max}} g}{-2U} = \frac{m_{\text{max}} g}{2}$

$= \frac{500 \cdot 10}{2} = 2500 \text{ Bm}$

Ответ: $P_{\text{max}} = 2500 \text{ Bm}$



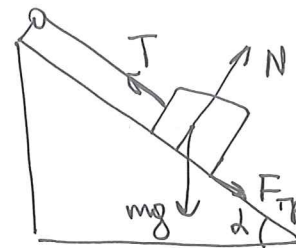
Черновик

N2

Вопрос

$T \sim \gamma$ $P = \gamma^2 R + T U$

$T = k\gamma$



$N - mg \cos d = 0$ $N = mg \cos d$

$T - F_{\text{fr}} - mg \sin d = 0$

$T = \mu mg \cos d + mg \sin d = mg(\mu \cos d + \sin d)$

$P = \gamma^2 R + mg(\mu \cos d + \sin d) \cdot U$

график $P(m)$ - парабола

$b = \gamma^2 R$ $k = g(\mu \cos d + \sin d) U$

$P = km + b$

$mg \sin d = k\gamma \Rightarrow \gamma = \frac{mg \sin d}{k}$

Задача:

$U = 400 \text{ B}$

$R = 4 \text{ Ом}$

$m_{\text{max}} = 500 \text{ кг}$

$m - ? \rightarrow P \rightarrow \text{max}$

$U = 1,25 \text{ м/с}$

Решение:

$P = \gamma U = \gamma^2 R + mg U (\mu \cos d + \sin d)$

$\gamma U = \gamma^2 R + mg U \mu \cos d$

$\gamma U = \gamma^2 R + k \gamma U$

$U = \gamma R + k U$

$\gamma = \frac{U - kU}{R}$

т.к. $P \rightarrow \text{max} \Rightarrow m \rightarrow \text{max} \Rightarrow m_{\text{max}} = 500 \text{ кг}$

$P_{\text{max}} = \gamma^2 R$

$\gamma U = \gamma^2 R + mg \sin d \cdot U$

$U \frac{mg}{k} (\mu \cos d + \sin d) = \frac{mg}{k} (\mu \cos d + \sin d) R + mg U (\mu \cos d + \sin d)$

$\frac{U}{k} = \frac{mg}{k^2} (\mu \cos d + \sin d) + U \cdot \frac{U}{k} = \frac{\gamma}{k} + U \Rightarrow \gamma = \frac{U - U k}{R}$