



+1 лист Макс

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

Вариант Билет № 05

Место проведения г. Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

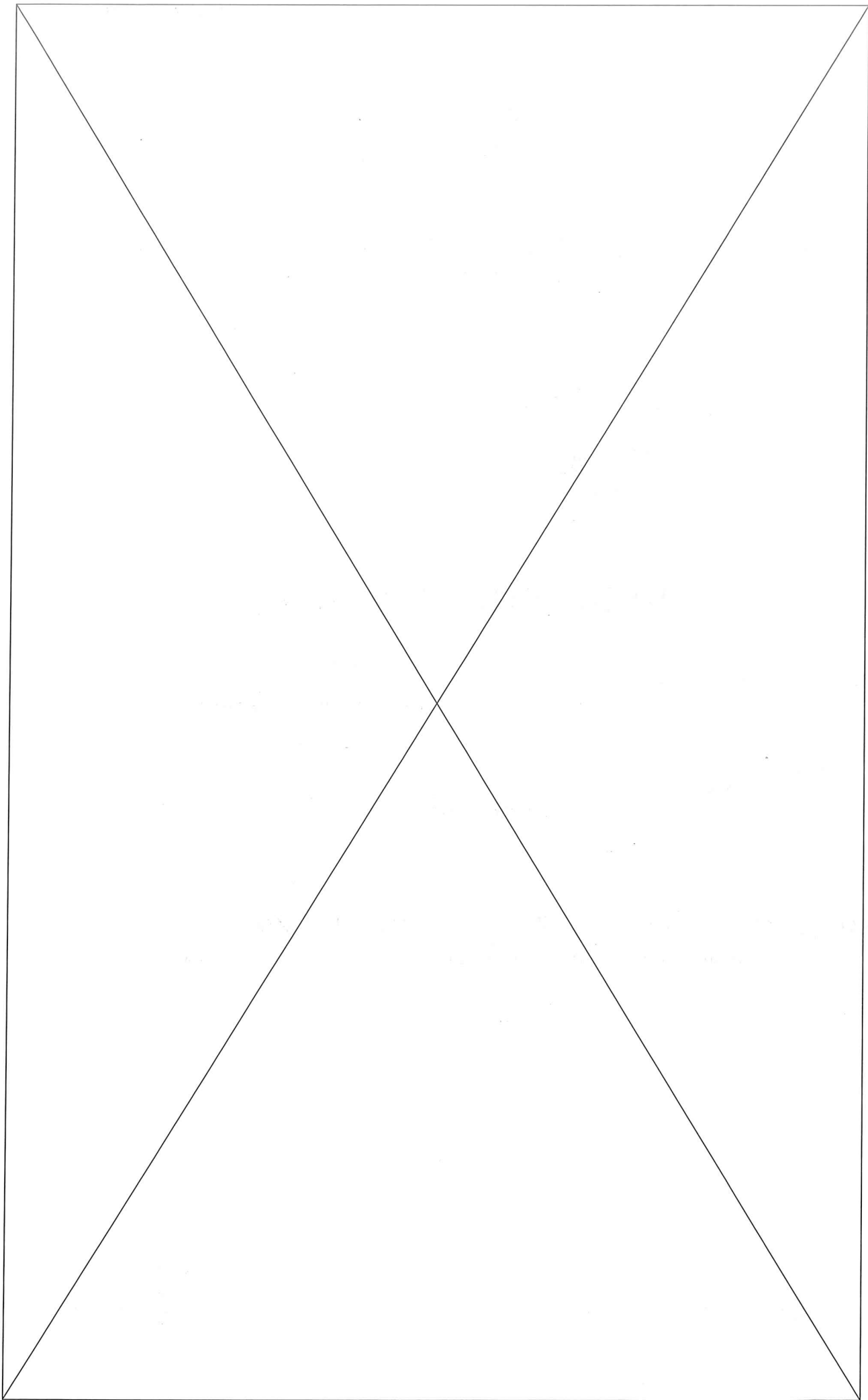
Олимпиада школьников РОБОФЕСТ
наименование олимпиады

по ФИЗИКЕ
профиль олимпиады

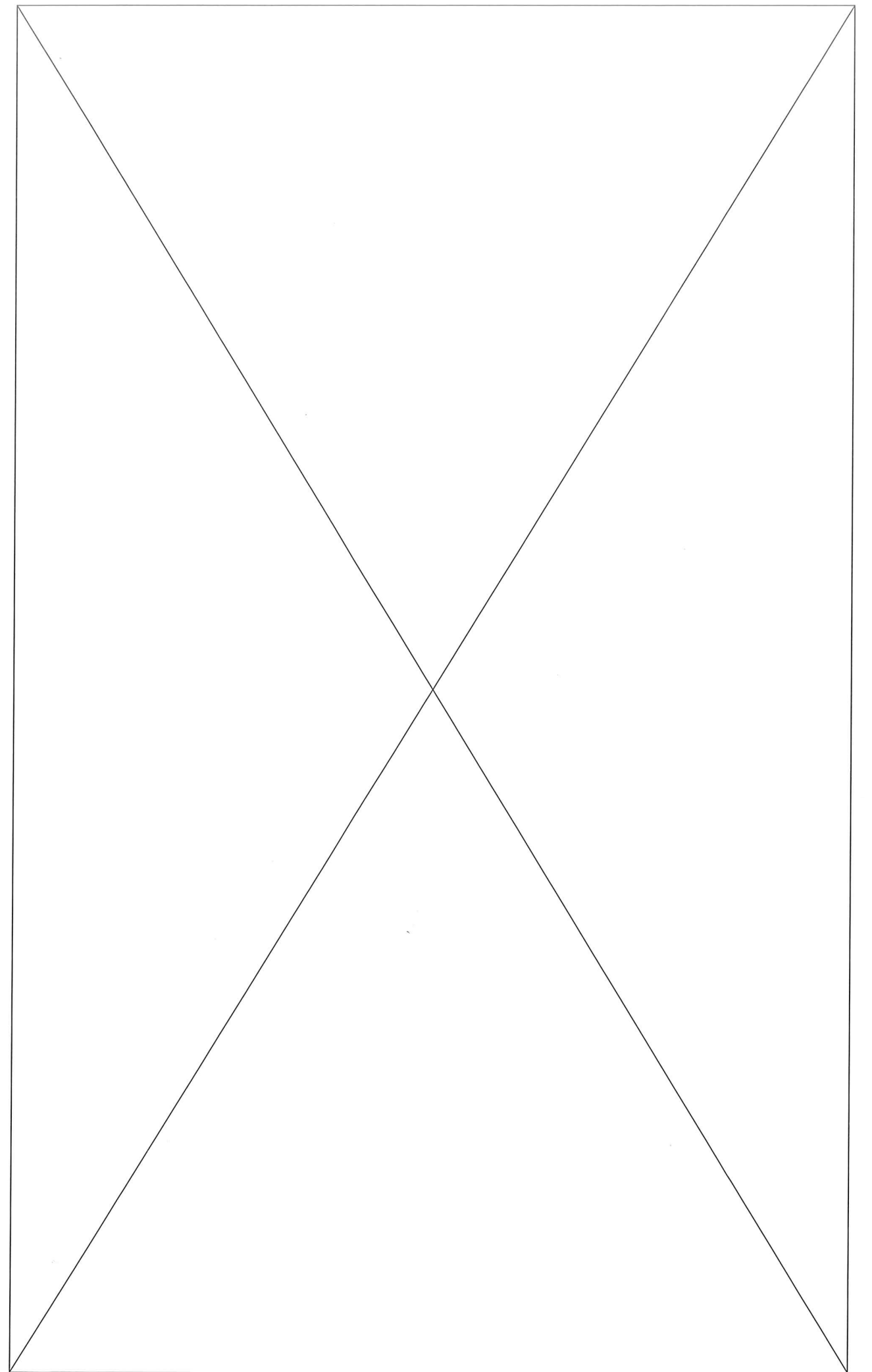
Музыченко Тимотей Сергеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
« 4 » апреля 2026 года

Подпись участника
Музыченко

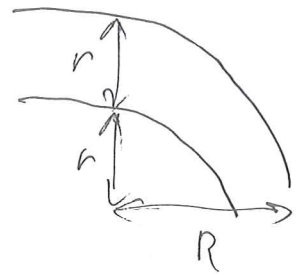


Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

и 4 заданы проходим. *шмовик*



n минимальное достигается когда луч идет максимально близко к нижней стенке:

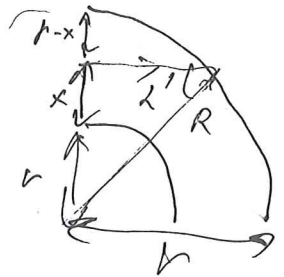
$R=2r \rightarrow n_{pp} = \frac{1}{\sin(\alpha)} = 2$

когда ~~луч~~
 когда луч с длиной волны от 400 нм до 500 нм $n \geq 2$

полностью проходим

$\left(\frac{1000}{500} = 2\right) \quad \frac{1000}{(2) \cdot 1} = (n)$

и волн начиная с 500 нм до 700 нм интенсивность проходящих лучей уменьшается



$\sin(\alpha') = \frac{x+r}{R} \approx \frac{1}{n}$

$\frac{d(x+r)}{R} = \frac{dx}{1000}$

~~$\frac{dx}{R} = \frac{1}{1000} dx$~~

~~$\frac{dx}{R} = \frac{1}{1500} dx$~~

Когда ответите что можно прямо-пропорционально количеству проходящих лучей

79-99-61-19 (1512)

68

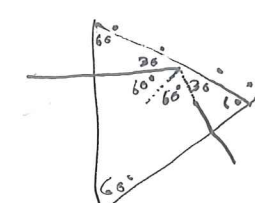
4	10	16
3	6	8
2	10	16
1	13	23
N	B	3
		15

Оценка за теор. тур - 41
Итоговая оценка - 81
(Восьмидесяти один)

гермовик

и 4 волнос

~~$n_1 \sin(\alpha) = n_2 \sin(\beta)$~~
 ~~$n_1 \sin(\alpha) = 1 \cdot \sin(\beta)$~~



прег = ~~1,4~~
для полного отражения

$n_1 \sin(\alpha) = \sin(\beta) \cdot n_2$

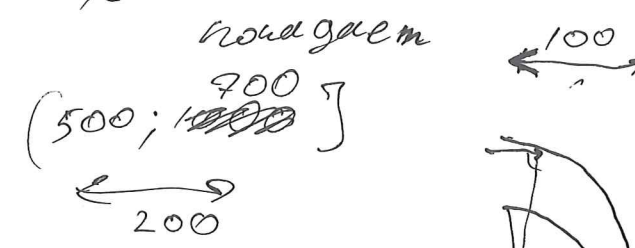
$\sin(\alpha) = \frac{1}{n_1}$
 $\alpha_{прег} = \arcsin\left(\frac{1}{n_1}\right)$

луч ~~при~~ $\alpha > 45,58^\circ$
контроль оптики.



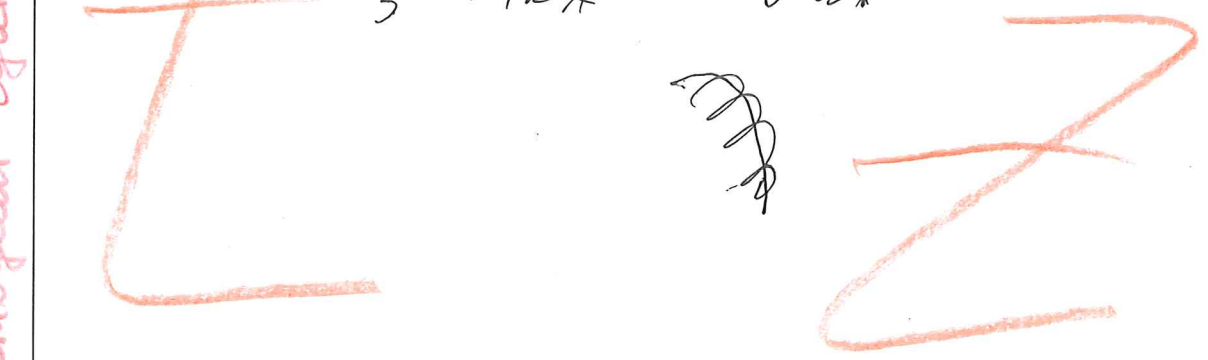
$2 \alpha_{pp} = 30^\circ \rightarrow \frac{1}{2} \cdot n = 1$
 $n \geq 2$

$2 \leq \frac{1000}{R} \rightarrow R \in [400; 500]$



1/3 ПУЧКА 5 БИТ

Курочки
Калина Вик
Абушова
Иванов К.А.



Шимовик

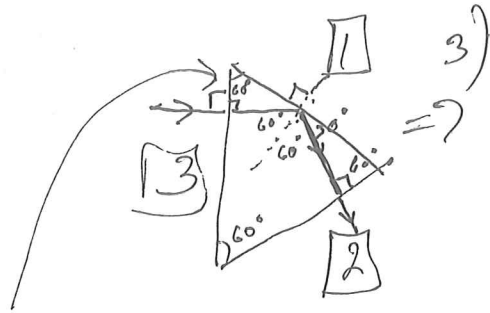
N4 Вопрос:

мы знаем из условия:

призма - равнобедренная \rightarrow углы при основании $= 60^\circ$

$n = 1,4$

$n_2 \approx 1$



лучи после отражения от стенки 1 падают под прямым углом на стенку 2 \Rightarrow выйдут

1) $\alpha = 30^\circ \Rightarrow \beta = 90 - 30 = 60^\circ$ - угол падения на стенку 1

найдем предельный угол преломления

2) $n \cdot \sin(\alpha_{пр}) = n_2 \cdot \sin(90^\circ)$
 $\alpha_{пр} = \arcsin(\frac{1}{n}) = \arcsin(\frac{1}{1,4}) \approx 45,58^\circ$

$60^\circ > 45,58^\circ \Rightarrow$ произойдет полн. Внутр. отражение

Ответ: 2

N4 задача

Дано: $R = 2r$

$n(\lambda) = \frac{1000 \text{ нм}}{2}$



Рвых. = ?

какая часть энергии выделит?

~~какая часть~~



???

Шимовик

N2 зад.

$\epsilon = 200 \text{ В}$

$R = 4 \text{ Ом}$

$m_{\text{max}} = 500 \text{ кг}$

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

из вопроса возьмем формулу:

$P = \frac{m \cdot \epsilon \cdot A}{k} - \frac{m^2 R A^2}{k^2}$

пусть $\frac{A}{k} = Q$, тогда:

$P(m) = m \cdot \epsilon \cdot Q - m^2 R Q^2$

$P(m) = m Q (\epsilon - m R Q)$

$m = 500 \text{ кг} \rightarrow P = 0$

$0 = m \cdot 500 \cdot Q (200 - 500 \cdot 4 \cdot Q) \quad (/ : 500 Q)$

$200 - 500 \cdot 4 \cdot Q = 0$

$Q = \frac{200}{500 \cdot 4} = 0,1$

тогда:

$P = m \cdot 200 - m^2 \cdot 0,04$

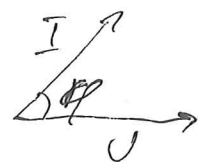
P_{max} достигается при $m = \frac{-20}{-0,04 \cdot 2} =$

$= \frac{1000}{4} = 250 \text{ кг. } \oplus$

Ответ: 250 кг. \oplus

N3 вопрос:

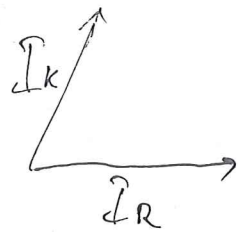
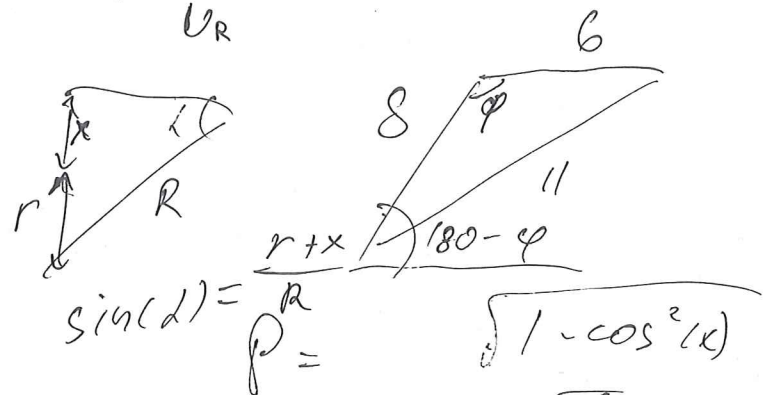
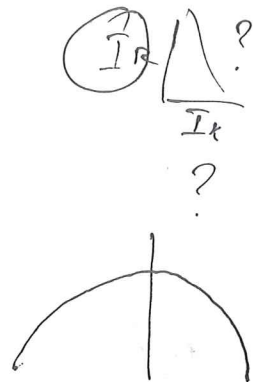
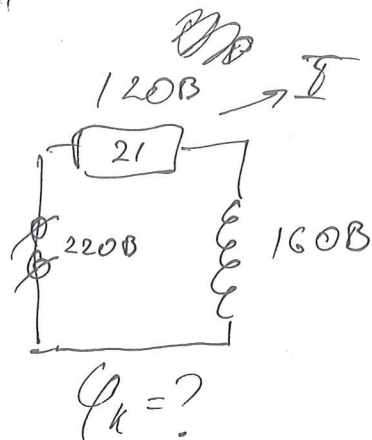
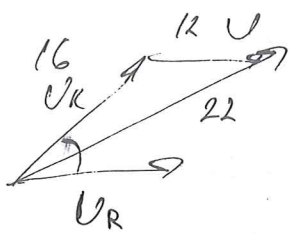
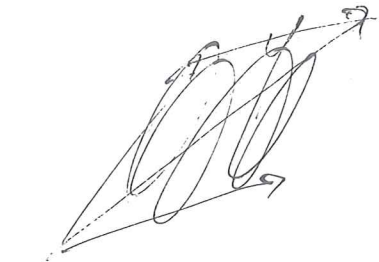
$P = I_{\text{действ.}} \cdot U_{\text{действ.}} \cdot \cos \phi$



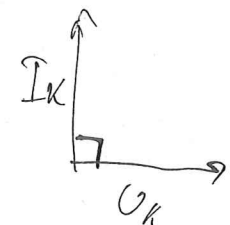
из одного определ. можно
 что $P = \langle \vec{I} \cdot \vec{U} \rangle = \frac{I_{\text{max}} \cdot U_{\text{max}} \cdot \sin(\phi) \cos \phi}{2}$
 Как получилось?

чертовик

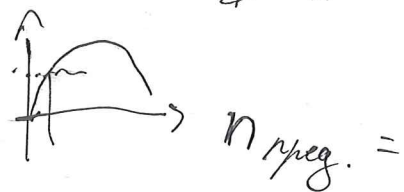
$$\frac{P_k}{A} = \epsilon \cdot m - m^2 R \quad \left(\frac{A}{k} \right) \quad \left(\frac{35}{50 \text{ мм}^2} \right)$$



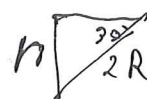
$$\frac{R}{r+x} = \frac{1}{n} \quad \sin \alpha = x$$



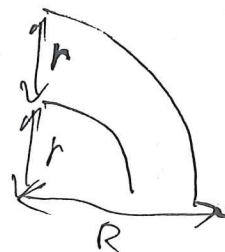
1 0,5



n =



0 ↔ 30°

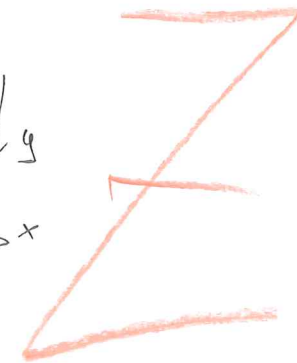
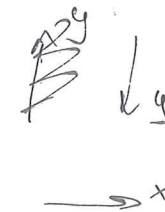
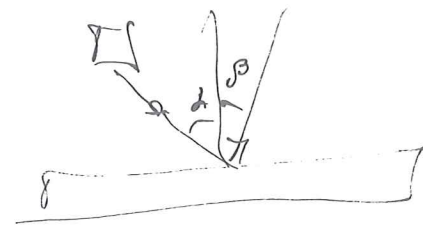


0 ↔ 30°
сред
sin(α) зная

79-99-61-19
(1512)

чертовик

$$V_{osc} = V_{снм} + V_{сд}$$



в мсм. описан. нмнв:

$$O_y : V_{y0} = V_0 \cos(\alpha) + U = V_0 \left(\cos(\alpha) + \frac{1}{2} \right)$$

$$O_x : V_{x0} = V_0 \sin(\alpha) = V_{c0}$$

$$O_B V_{y0}' = -V_0 \left(\cos(\alpha) + \frac{1}{2} \right)$$

о. спрм. хсд :

$$V_y = V_0 \left(\cos(\alpha) + \frac{1}{2} \right) + V_0 \frac{1}{2}$$

$$V_x = V_0 \sin(\alpha)$$

$$V_{01} = V_0 \sqrt{\sin^2(\alpha) + \left(\cos(\alpha) + 1 \right)^2}$$

$$\sqrt{\sin^2(\alpha) + \left(\cos(\alpha) + 1 \right)^2} \cdot \sin(\beta) = V_0 \sin(\alpha)$$

$$\sin(\alpha) = 0,8$$

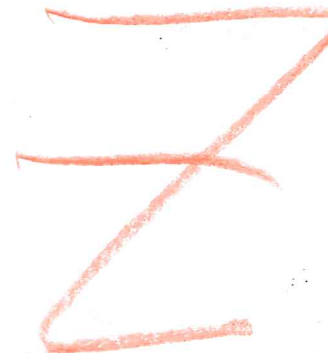
$$\cos(\alpha) = 0,6$$

$$-\sin(\alpha) = \cos\left(\alpha + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\alpha + \beta = 90^\circ$$

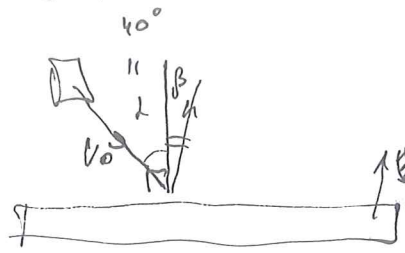
$$\beta = 90 - \alpha$$

$$\sin(90 - \alpha) = 1 \cdot \cos(\alpha) - 0 \cdot \sin(\alpha)$$



№1 Вопрос

Гисшовик



$V = \frac{1}{2} V_0$ → x

до соударения тело имеет скорости:

$O_y : V_y = V_0 \cos(\alpha)$

$O_x : V_x = V_0 \sin(\alpha)$

перейдем в сист. отсчета груза т.к. она очень массивна и не будет менять ~~своей~~ своей скорости при взаимодействии и $a=0$ (ускорение)

$O_y : V_{y \text{ отн}} = V_0 \cos(\alpha) + V = V_0 (\cos(\alpha) + \frac{1}{2})$

$O_x : V_{x \text{ отн}} = V_0 \sin(\alpha) = V_x$

после соударения тело отскочит с тем же импульсом, т.к. масса тела постоянна, то

и скорости перед и после удар. равны по модулю но разные по знаку

$O_y : V_{y \text{ отн}} = -V_0 (\cos(\alpha) + \frac{1}{2})$

$O_x : V_{x \text{ отн}} = V_{x \text{ отн}} = V_0 \sin(\alpha)$

перейдем обратно в систему отсчета отскоит. тогда =?

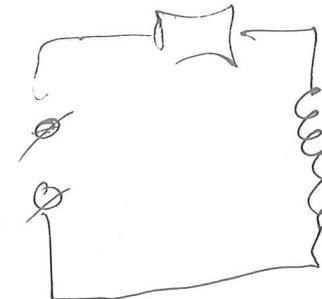
$O_y : V_y' = -V_0 (\cos(\alpha) + \frac{1}{2}) + (-V) = -V_0 (\cos(\alpha) + 1)$

$O_x : V_x' = V_{x \text{ отн}} = V_0 \sin(\alpha)$

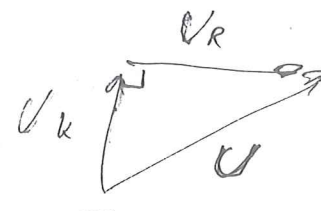
скорость тела после соударения: $V' = \sqrt{(V_y')^2 + (V_x')^2}$

Черновик

$U_g = 220 \text{ В}$



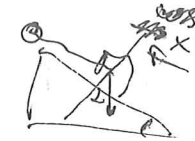
$R = 210 \Omega$



$P = \frac{dq}{dt} + q$

$R \quad F = k \cdot I$

$P(m)$



$E = 200 \text{ В}$
 $R = 4$

$P_{01} = \epsilon \cdot I = RI^2 + k \cdot I \cdot V$

$0,25 \quad 0,5 \quad \epsilon I = RI^2 + F \cdot V = V (\mu \cos(\alpha) mg + \sin(\alpha) mg) + RI^2$

$-x^2 + x = \rho = k \cdot I \cdot V \quad V = \frac{\epsilon - RI}{k}$

$P = V \cdot (\mu \cos(\alpha) mg + \sin(\alpha) mg)$

$P = m \cdot \left(\frac{\epsilon - RI}{k} \right) (\mu \cos(\alpha) g + \sin(\alpha) g) \rightarrow \frac{F}{m} = g$

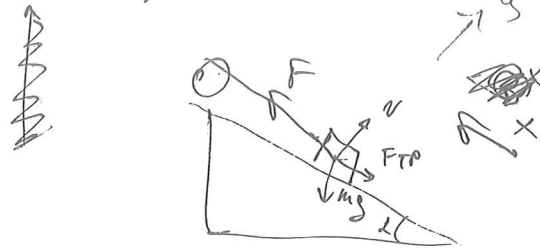
$I = kF$

$E - R$

$\frac{Pk}{A} = \epsilon \cdot m -$

$F \cdot V = F \left(\epsilon - m \cdot \frac{RkF}{m} \right)$
 $P = \frac{m \cdot g \epsilon - m Rk g}{k}$

№ 2 Вопрос. Чистовик



$\{ \epsilon, R, k \} = const$
 $\{ M, d \}$

$P_{mot.} = \epsilon I = RI^2 + FV$

$P = \epsilon I - RI^2$

мы знаем что $V = \cos \alpha$

$F = k \cdot I \rightarrow I = \frac{F}{k}$

$P = \frac{\epsilon F}{k} - \frac{RF^2}{k^2}$

по 2 зак. Ньютона:

$\vec{m} \vec{a} = \vec{F}_{tr}$

$F_{tr} = \mu \cdot N$

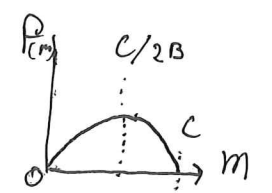
$O_x: 0 = -F_{tr} - mg \cdot \sin(\alpha) + F$

$O_y: 0 = -N - mg \cdot \cos(\alpha)$

$F = m(\mu g \cos(\alpha) + g \sin(\alpha))$

$P = \frac{\epsilon \cdot m \cdot A}{k} - \frac{m^2 R \cdot A^2}{k^2} = const$

$P(m) = -m^2 \cdot B + m \cdot C$



тогда график будет выглядеть так:
 Т.к. 1) $C > B$



Чистовик

и продолж. вопроса:

$V' = V_0 \sqrt{\sin^2(\alpha) + (\cos(\alpha) + 1)^2}$

составляющая по оси x не меняется

$V'_x = V_x$
 тогда: $V_0 \cos(\alpha) = V' \cos(\beta)$

$\cos(\beta) = \frac{\sin(\alpha)}{\sqrt{\sin^2(\alpha) + (\cos(\alpha) + 1)^2}}$

$\approx 0,34202$

$\beta = \arcsin(0,34202) \approx 19,889^\circ$

Ответ: $19,889^\circ$

и, задание:

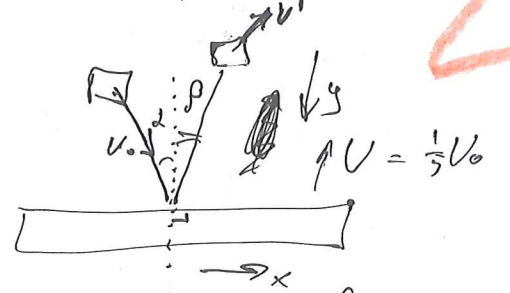
Дано: $\alpha + \beta = 90^\circ$

$\alpha = \arcsin(0,8)$

$U = V_0/5$

$M(v_x = 0) = ?$

$M = ?$



$O_x: V_0 \cdot \sin(\alpha) = V_x$
 $O_y: V_0 \cdot \cos(\alpha) = V_y$

после соударения

$O_x: V'_x = V' \cdot \sin(\beta)$

$O_y: V'_y = -V' \cdot \cos(\beta)$

перейдем в систему отсчета плиты (она не имеет ускорения и из-за того что она очень массивна при соударении можно считать что у неё нет изм. скорости)



79-99-61-19 (151.2)

продолж. № 39.

числовик:

после соудар.

перед соудар.

$$O_x: V_{x \text{ относ.}} = V_x$$

$$O_x: V_x \text{ относ.} = V_x$$

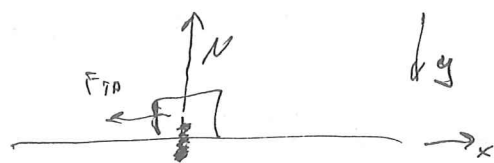
$$O_y: V_y \text{ относ.} = V_y + U =$$

$$O_y: V_y \text{ относ.} = V_y - (-U) =$$

$$= V_0 \left(\cos(\alpha) + \frac{1}{5} \right)$$

$$= \frac{V_0}{5} - V' \cdot \cos(\beta)$$

распишем момент соударения
по кубика о пшму:



по 2 закону Ньютона в угловой форме:

$$\Delta P = F \cdot r \rightarrow F = \frac{\Delta P}{r} = \frac{m \cdot (v_k - v_{k'})}{r}$$

$$O_y: -N = \frac{m_k \left(\frac{V_0}{5} - V' \cdot \cos(\beta) - V_0 \left(\cos(\alpha) + \frac{1}{5} \right) \right)}{r}$$

$$O_x: -F_{TP} = \frac{m_k (V' \sin(\beta) - V_0 \sin(\alpha))}{r} = -N \cdot \mu$$

$$\cancel{V' \sin(\beta) - V_0 \sin(\alpha)} = \cancel{V' \sin(\beta) - V_0 \sin(\alpha)}$$

$$\mu \cdot \left(\frac{V_0}{5} - V' \cdot \cos(\beta) - V_0 \left(\cos(\alpha) + \frac{1}{5} \right) \right) = V' \sin(\beta) - V_0 \sin(\alpha)$$

$$\mu = \frac{V' \sin(\beta) - V_0 \sin(\alpha)}{V' \cdot \cos(\beta) + V_0 \cdot \cos(\alpha)} = \frac{V_0 \sin(\alpha) - V' \sin(\beta)}{V' \cos(\beta) + V_0 \cos(\alpha)}$$

мы знаем что соудар. упругое, когда $|V_y \text{ относ.}| = |V_y \text{ относ.}| \rightarrow V_y \text{ относ.} = -V_y \text{ относ.}$

тогда:

$$V_0 \left(\cos(\alpha) + \frac{1}{5} \right) = V' \cdot \cos(\beta) - \frac{V_0}{5}$$

числовик

$$V' = \frac{V_0 \left(\cos(\alpha) + \frac{2}{5} \right)}{\cos(\beta)}$$

$$\mu = \frac{\sin(\alpha) - \left(\cos(\alpha) + \frac{2}{5} \right) \cdot \sin(\beta)}{\cos(\alpha) + \cos(\alpha) + \frac{2}{5}} =$$

$$= \frac{\sin(\alpha) \cdot \cos(\beta) - \left(\cos(\alpha) + \frac{2}{5} \right) \cdot \sin(\beta)}{2 \left(\cos(\alpha) + \frac{1}{5} \right) \cdot \cos(\beta)} = \frac{0,8 \cdot 0,8 - 1 \cdot 0,6}{2 \cdot 0,8 \cdot 0,8} =$$

$$\frac{0,04}{1,28} = 0,03125$$

$\sin(\alpha) = 0,8$
 $\cos(\alpha) = 0,6$
 $\sin(\beta) = (90^\circ - \alpha) = \cos(\alpha) = 0,6$
 $\cos(\beta) = 0,8$

Ответ $\mu = 0,03125$ (+)

2) $\mu(v_k = 0) - ?$

$$v_k = 0 \Rightarrow \begin{cases} \sin(\beta) = 0 \\ \cos(\beta) = 1 \end{cases} \text{ тогда:}$$

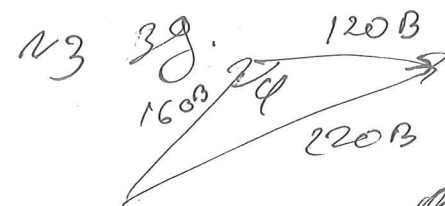
$$\mu(v_k = 0) = \frac{0,8 \cdot 1 - 1 \cdot 0}{2 \cdot 0,8 \cdot 1} = \frac{0,8}{1,6} = 0,5$$

тело прекратит движение, но оси x после соударения при $\mu \in [0,5; 1)$ откуда?

Ответ: $\mu \in [0,5; 1)$

числовик
продолжение к 4 з.з.

Применяем закон Ома. Т.е. рассчитываем
в-х и в итоге берем интеграл
от $\varphi: \frac{1}{R} \int (v-x) dx$



$$220^2 = 120^2 + 160^2 - 2 \cdot 160 \cdot 120 \cdot \cos(\varphi)$$

$$\varphi = \arccos\left(-\frac{220^2 - 120^2 - 160^2}{2 \cdot 160 \cdot 120}\right) \approx$$

$$\approx 102,64^\circ$$

$$P_{\text{рез}} = \frac{220^2}{R} = I_{\text{действ.}}^2 \cdot R$$

$$I_{\text{действ.}} = \frac{220}{21} \quad \pm$$

тогда $P_{\text{кар.}} = I_{\text{действ.}} \cdot U_{\text{действ.}} \cdot \cos \varphi$

$$= \frac{220}{21} \cdot 160 \cdot \sin(22,64^\circ) \approx$$

$$\approx 645,23 \text{ Вт}$$

Ответ: 645,23 Вт.

