



выход 15<sup>39</sup>  
вход 15-42  
+1 лист уму

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 5

Место проведения 2 Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

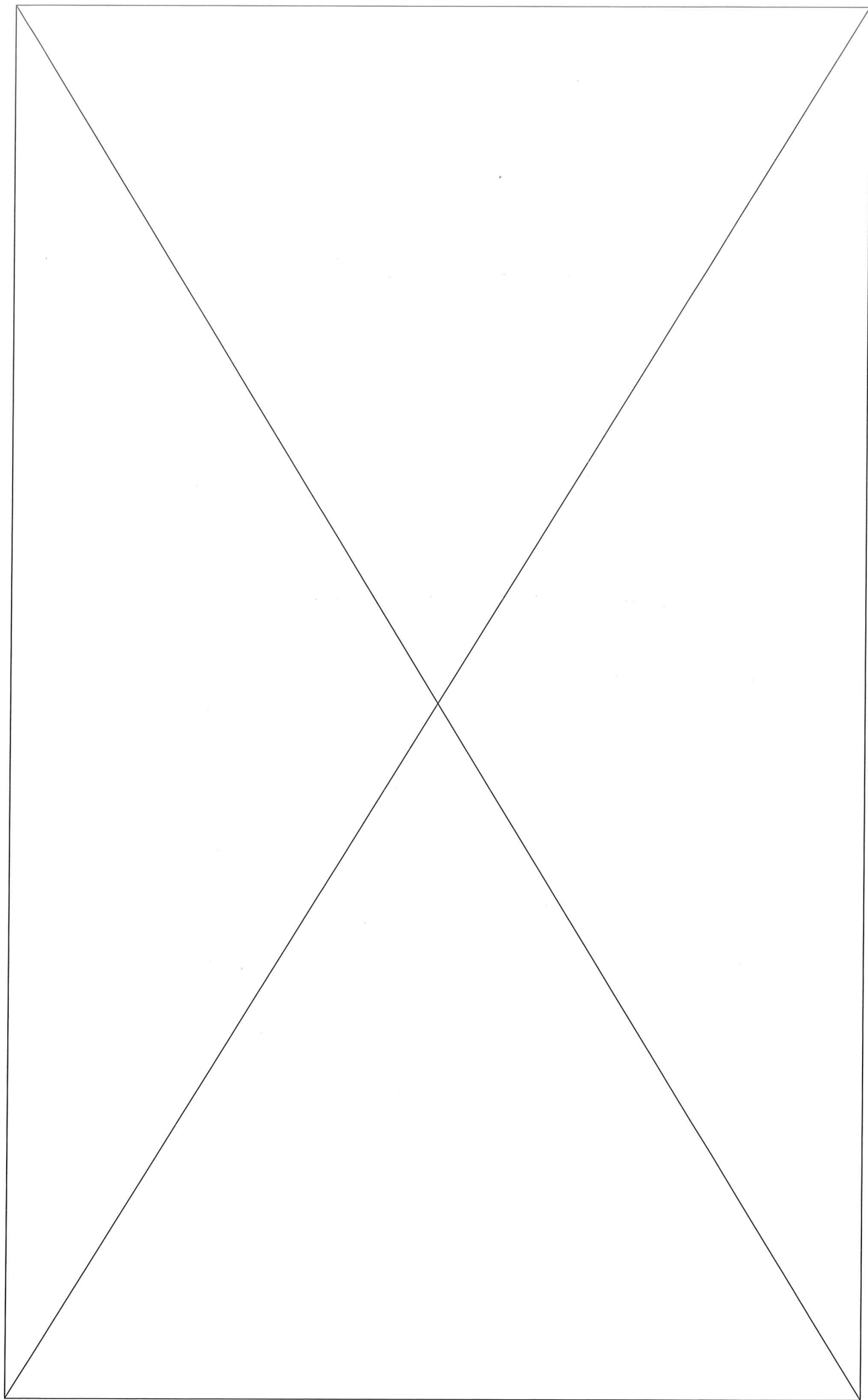
Олимпиада школьников Соболев  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

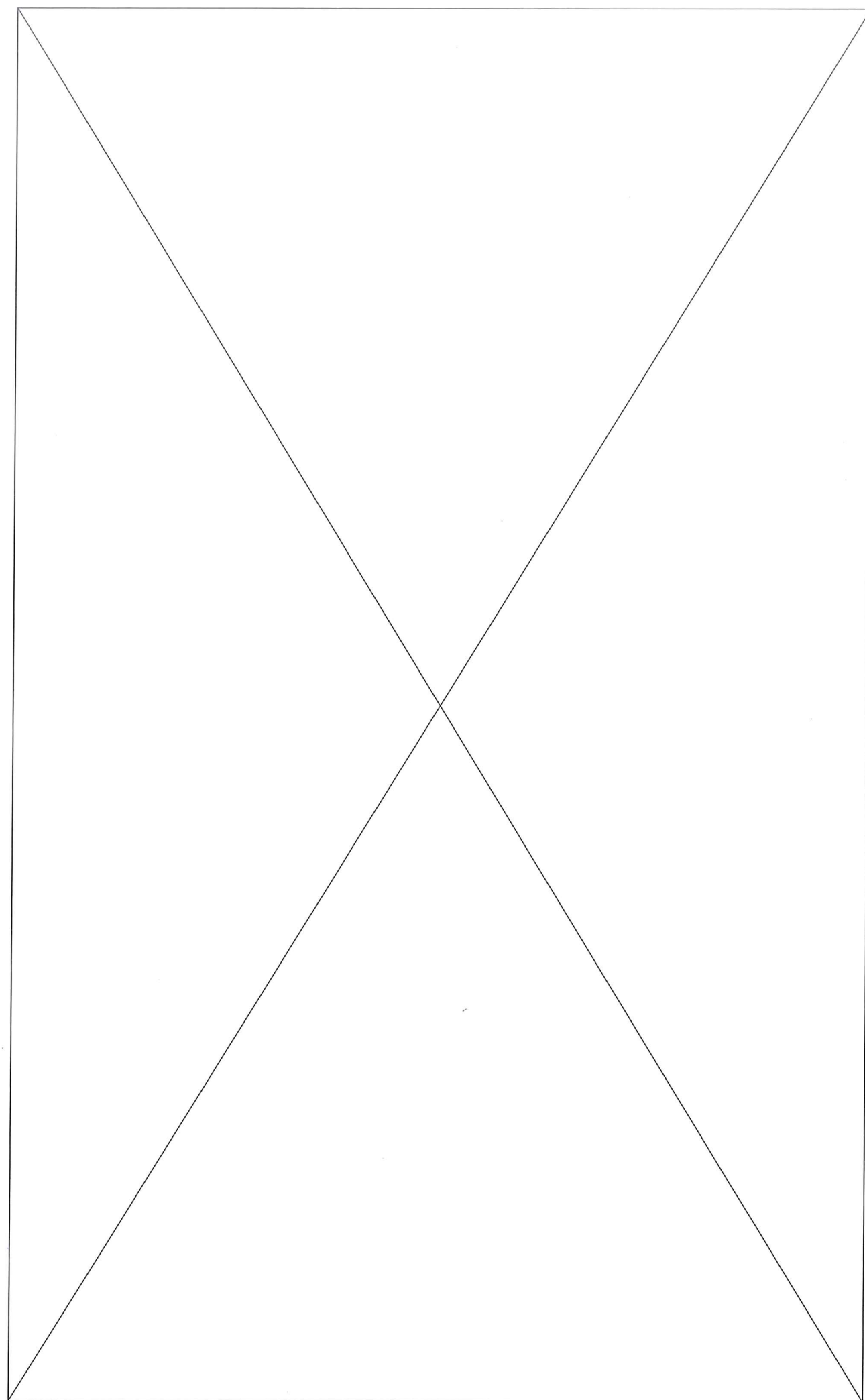
Баркова Вагима Александровича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«11» апреля 2024 года

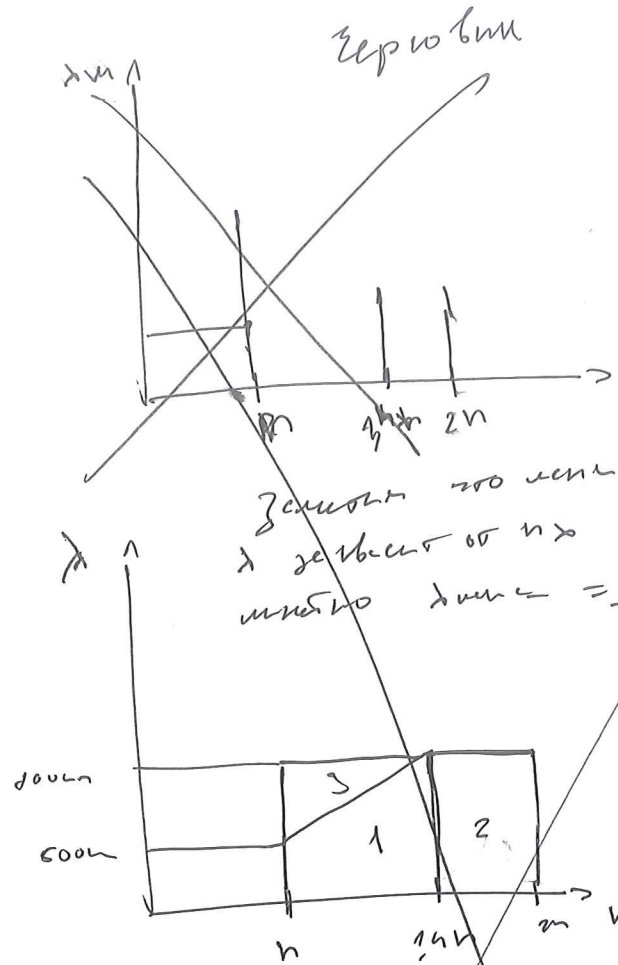
Подпись участника  
В. Барков



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



λ - длина волны  
 которая идет  
 через прр  
 крестик

$$\frac{\lambda \cdot R}{a} = n \cdot \lambda$$

$$200 = 2n$$

$$\frac{2000}{\omega \cdot 0} = -n$$

$n = 1,4$   
 и так как  
 $n_0$  то есть все  
 идет вперед

заменим  $n_0$   
 по формуле  $S_1 + S_2 + S_3$   
 отсюда можно найти  
 длину от нее  $n_0$  и так  
 как  $n_0$  и  $n_0$  и  $n_0$   
 а по формуле  $S_1 + S_2$   
 и  $S_2$  отсюда  
 можно найти  
 $n_0$

$$S_1 + S_2 + S_3 = n \cdot 200n = 400n^2$$

$$\frac{S_1 + S_2}{S_1 + S_2 + S_3} =$$

$$S_1 + S_2 = \frac{500 + 200}{2} \cdot (1,4n - n) + 200 \cdot (1,4n - n)$$

$$S_1 + S_2 = 0,4n \cdot 600 + 200 \cdot 0,6$$

$$S_1 + S_2 = 660 n \cdot n$$

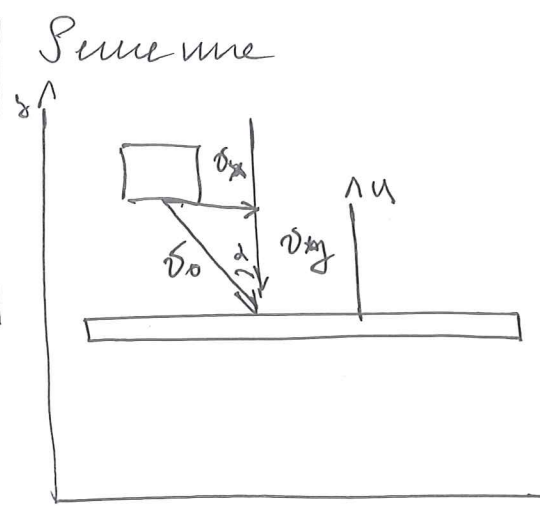
$$\frac{S_1 + S_2}{S_1 + S_2 + S_3} = \frac{660}{400} = 0,545$$

и так как можно найти отрезок  
 при первом  $n_0$

40-23-21-81  
 (151.6)

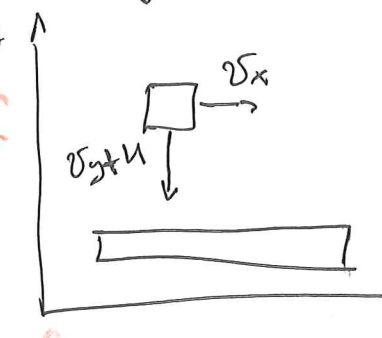
Вопрос:

Дано  
 $v_0$   
 $\frac{v_0}{z} = u$   
 $\lambda = \omega$   
 Р?



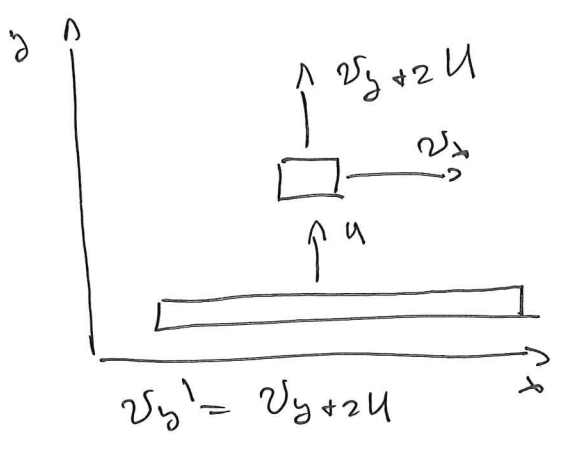
Числовый

Так как масса пружины гораздо больше чем  
 у кубика то она почти не изменяет свою  
 скорость после соударения.  
 $v_{yx} = v_0 \sin \alpha$   
 $v_{yy} = v_0 \cos \alpha$



Так как есть пружина  
 а стенки неподвижны то  
 скорость  $v_0$   
 и после  
 удара в момент  
 отсчета и после  
 удара

Вернемся обратно в исходную систему  
 отсчета  
 Если в момент отсчета и после удара были  
 скорости  $v_y + u$  то в конечном счете они  
 будут  $v_y + 2u$



$$v_y' = v_y + 2u$$

$$v_y' = \frac{v_x}{\cos \alpha}$$

$$v_y' = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha + 1}$$

Оценка за пер. Тир +53  
 Условная оценка: 91  
 (Десятью один)

Условие

M

Вопрос:

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = 0,36337 \quad \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha$$

$$\beta = \arcsin \left( \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right) \quad \beta = \frac{\alpha}{2} \quad \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \frac{\alpha}{2}$$

$$\beta = \arcsin \left( \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right) \quad \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

$$\beta = 20^\circ$$

Объяснение  $20^\circ = \beta$   
или  $\frac{\alpha}{2} = \beta$

$$\frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

Задача:

Дано

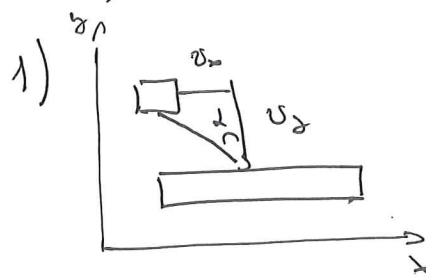
М

Решение

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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

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



из вопроса мы  
знаем что скорость  $v_2$   
по оси y тоже сохранилась

$$v_y^1 = v_0 \cos \alpha + 2U$$

$$v_y^1 = 0,6 v_0 + \frac{2}{5} v_0$$

$$v_y^1 = v_0 \quad v_{Uy} = 0,6 v_0$$

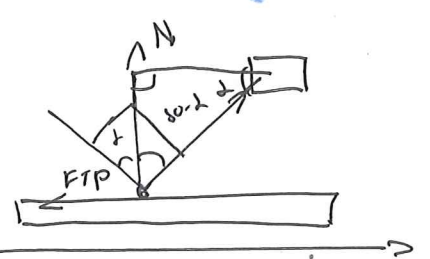
$$v_y = 0,6 v_0 \quad v_{Kx} = v_0$$

По закону сохранения  
импульса по оси y

$$-(v_{Uy} - v_{Kx})M = \int_0^t N(t) dt$$

$$-(0,6 v_0 - v_0)M = \int_0^t N(t) dt$$

$$16 M v_0 = \int_0^t N(t) dt$$



по оси x

$$v_{Ux} = 0,8 v_0$$

$$v_{Kx}$$

$$(v_{Ux} - v_{Kx})M = \int_0^t F_{тр}(t) dt$$



M

Условие

Условие

Задача:

Дано M, g

Решение

$$R = 2h$$

$$W = 15 \text{ Вт}$$

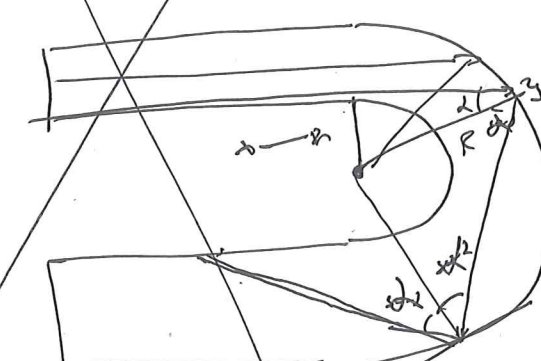
$$\lambda \in [100; 200]$$

$$h = \frac{a}{\lambda}$$

$$a = 1000$$

$\beta$  - угол  
измеряемый  
между направлением  
распространения  
волны и  
W

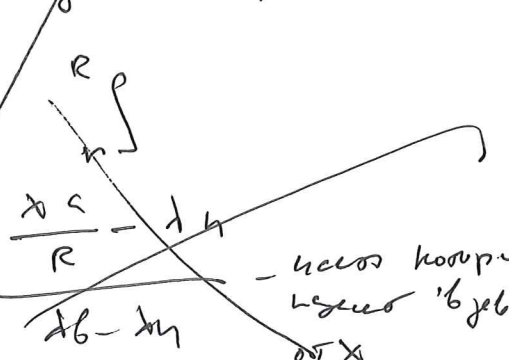
Там как мы знаем  
по ширине угла  $60^\circ$   
каждый элемент волны образует  
своего собственного источника  
 $\Delta b = 100 \text{ мкм}$   
 $\Delta h = 100 \text{ мкм}$   
 $\chi = \frac{W}{\Delta b - \Delta h} = \text{число элементов}$



$\Delta h$  - величина  
измеряемая  
по ширине  
угла  $60^\circ$

угол с направлением  
распространения  $\alpha = \arcsin(\frac{h}{R})$   
при первом излучении  
при всех остальных

$\Delta b - \Delta h$  - ширина  
координат отрезка  
длина волны



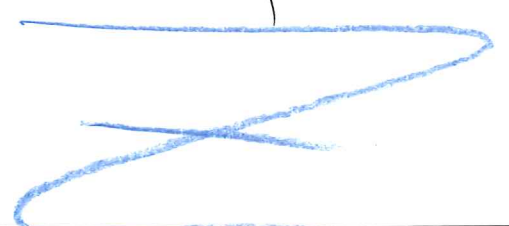
$$\sin \alpha \cdot n = 1 \quad n = 2$$

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

$$n = \frac{R}{h} = \frac{a}{b}$$

$$\lambda = \frac{nc}{R}$$

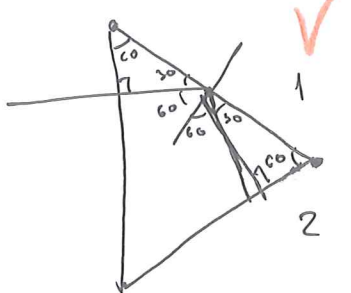


каждый элемент  
используемый  
волны которые  
идут вправо  
при первом  
излучении



Вопрос: ~~Реша~~  $\mu$  и число вм

Решо  $\mu$  и число вм

$n = 1, \mu$

Найдя угол полного внутреннего отражения

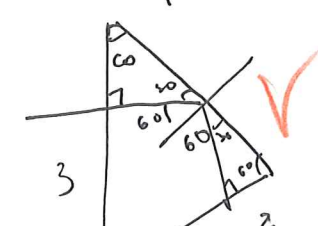
$\sin \alpha = \frac{1}{n} \Rightarrow \alpha = \arcsin\left(\frac{1}{1,4}\right) = \arcsin\left(\frac{1}{1,4}\right) = 45,6^\circ$

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

$\alpha = \arcsin\left(\frac{1}{1,4}\right)$

Рассмотрим угол падения на грань 1

он равен  $60^\circ$



$60 > 45,6^\circ$  следовательно он отразится от грани 1

Рассмотрим угол падения на грань 2

он равен  $0^\circ$

т.к. угол падения равен углу отражения

угол между отраженным лучом и границей 1

равен  $30^\circ$   $180 - 30 - 60 = 90^\circ$

следовательно отраженный луч от грани 1 перпендикулярен 2

$0 < 45,6^\circ$  следовательно он выйдет из грани 2

Обе лучи впервые выйдут из грани 2

40-23-21-81 (151,6)

Задача:  $F_{тр} = \mu N$

по 3 СЧ

по оси  $x$

$1,6 m v_0 = \int_0^t N(t) dt$   $(v_{ик} - v_{кx}) m = \int_0^t F_{тр}(t) dt$

по оси  $y$   $(-0,8 v_0 + v_{кx}) m$

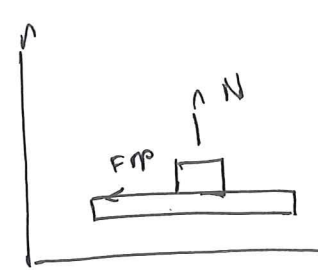
$(v_{кx} - 0,8 v_0) m = \mu \int_0^t N(t) dt$

$\mu = \frac{1,6 m v_0}{1,6 m v_0} = \mu$

$\mu_1$  - коэффициент трения

$\mu_2$  - коэффициент трения  $v_{2x} = 0$

Задача:



по оси  $x$

$v_{2k} = 0,6 v_0$   $v_{2k} = 0,8 v_0$

$v_{2k} = v_0$   $v_{2k}$

по 3 СЧ

по оси  $y$

$(v_{2k} - v_{2k}) m = \int_0^t N(t) dt$

$(v_0 - 0,6 v_0) m = \int_0^t N(t) dt$

$m(v_{2k} - v_{2k}) = - \int_0^t F_{тр}(t) dt$   $1,6 v_0 m = \int_0^t N(t) dt$

$(v_{2k} - 0,8 v_0) m = - \mu \int_0^t N(t) dt$   $\frac{0,8 v_0}{1,6 v_0} = \mu = \frac{1}{2}$

$(v_{2k} - 0,8 v_0) m = -1,6 \mu m v_0$

$v_{2k} = 0,8 v_0 - 1,6 \mu v_0$

$\tan \alpha = \frac{v_{2k}}{v_{2k}}$

$v_{2k} = v_{2k}$

$v_{2k} = \frac{3}{4} \cdot v_0 = 0,75 v_0$

$\mu = \frac{1}{32} = 0,03125$

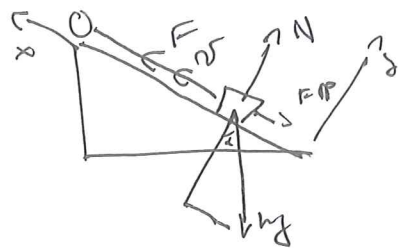
Ответ  $0,03125 = \mu_1$   $\frac{1}{2} = \mu_2$

Вопрос:

Дано	М
$m$	$l$
$\epsilon$	
$R$	

Система

$F = kI$  - сила Лоренца



$W$  - полезная мощность

$W = F \cdot v$

По закону сохранения энергии

$\epsilon I$  - мощность источника

$Q$  - теплота  $= I^2 R$

$\epsilon I = Q + W$

$\epsilon I = I^2 R + kI \cdot v$

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

$\epsilon - \frac{mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{k} \cdot R = v$

$\frac{\epsilon}{k} - \frac{mgR(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{k^2} = v$

По закону Ньютона

по оси  $y$

$mg \cos \alpha = N$

по оси  $x$

$F = mg \sin \alpha + F_{тр}$

$F = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$

$F = mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$

$kI = mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$

$I = \frac{mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{k}$

Горизонтально

$F_{оп} = \mu N$

$F_{оп} = \mu mg \cos \alpha$

Задача:

Земля это коротковолновое излучение и резистор соединен поперек силовых линий или есть другие варианты действующих сил

$P_k = I_n \cdot U_n = I R = \frac{U R}{R} \leftarrow$  действующее значение или

$P_n = I_n \cdot U_n \quad U_n = U_k \cdot \cos \phi$

$P_n = \frac{U R}{R} \cdot U_k \cdot \cos \phi$

$P_n = \frac{U R}{R} \cdot U_k \cdot \frac{U_0^2 - U_k^2 - U_R^2}{U_0^2 - U_k^2 - U_R^2} \geq U_k \cdot U_R$

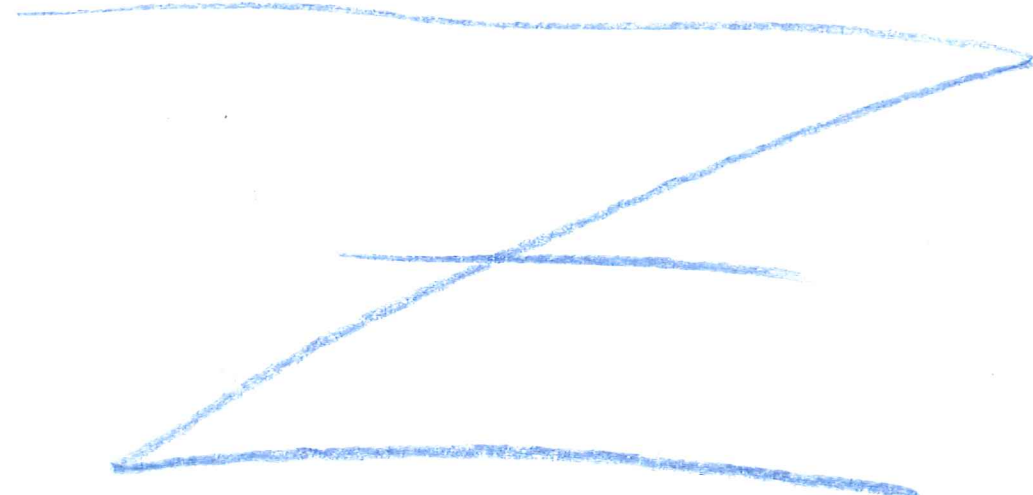
$P_k = \frac{220^2 - 220^2 - 160^2}{2 \cdot 210^2}$

$P_k = 200 \text{ Вт}$

$U_R$  - действующее напряжение резистора

$U_k$  - действующее напряжение катушки

Ответ 200 Вт (+)



N3

Число баллов

Задача:

Дано  
 $U_d = 200 В$   
 $R = 40 \Omega$   
 $U_R = 100 В$   
 $U_k = 160 В$

$P_k = ?$

СИ

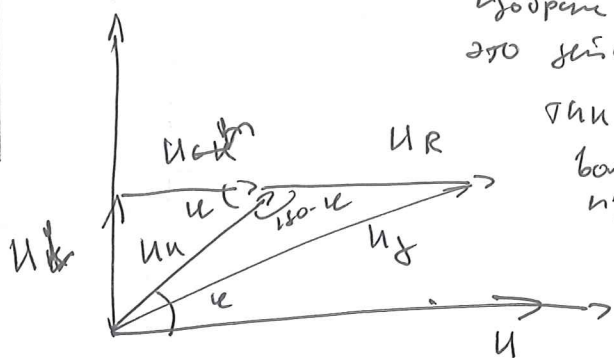
Решение

Изобразим векторную диаграмму

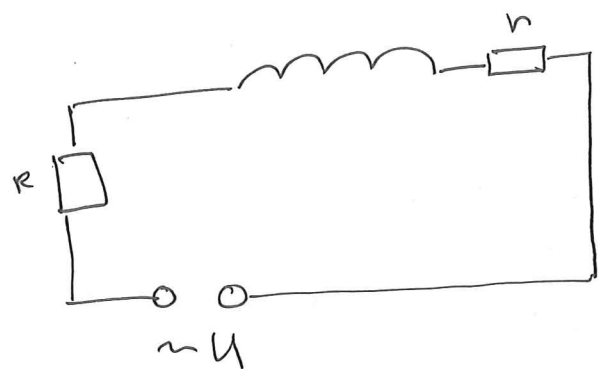
Векторизация

Все векторы построены здесь это габаритные

они как векторы направлены габаритно



Изобразим схему



Мощность которая выделяется на катушке будет равна ее сопротивлению

Напряжение на резисторе и на сопротивлении катушки одинаково

$$P_k = \frac{U_k^2}{r} = I_k \cdot I_k$$

$U$  - сумма по фазе напряжений в катушке

$U_k$  - напряжение на сопротивлении в катушке

$U_L$  - напряжение на индуктивном сопротивлении

$U_R$  - напряжение на сопротивлении

$$U_d^2 = U_k^2 + U_R^2 + 2 U_R U_k \cos \phi$$

$$U_d^2 - U_k^2 - U_R^2 = 2 U_R U_k \cos \phi$$

$$\frac{U_d^2 - U_k^2 - U_R^2}{2 U_R U_k} = \cos \phi$$



40-23-21-81 (151.6)

N2

Число баллов

Вопрос:

$$W = F \cdot v$$

$$W = m g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \cdot \left( \frac{E}{k} - \frac{m g R (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{k^2} \right)$$

$$W = \frac{E}{k} m g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) - \frac{m^2 g^2 (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)^2 R}{k^2}$$

Это парабол ветви вниз с вершиной

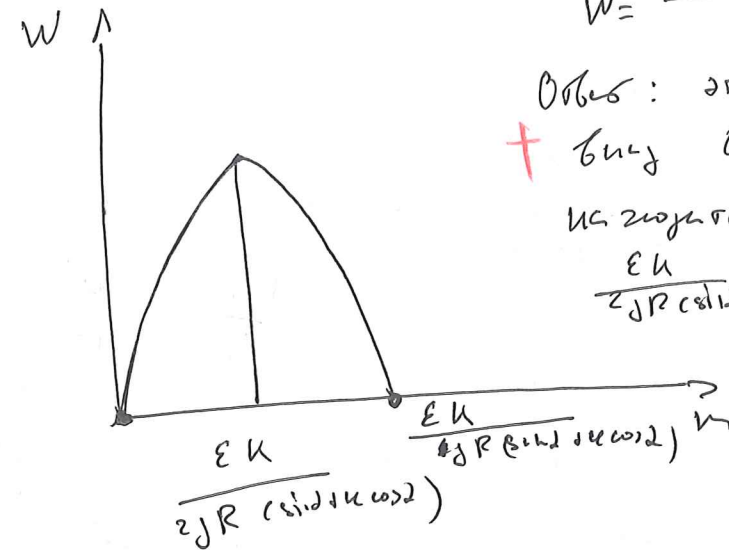
в точке  $-\frac{b}{2a} = m_x = -\frac{E}{k} g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$

$$m_x = \frac{E k}{2 g R (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

$$-2 \frac{m^2 g^2 (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)^2 R}{k^2}$$

$$W = \frac{m g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{k} \left( E - \frac{m g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) R}{k} \right)$$

Ответ: это парабол с ветвью + ветвь ветви которой и находится в точке  $m_x = \frac{E k}{2 g R (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$



Задача:

Дано  
 $U = 200 В$   
 $R = 40 \Omega$   
 $m_{max} = 500 г$

СИ

Решение

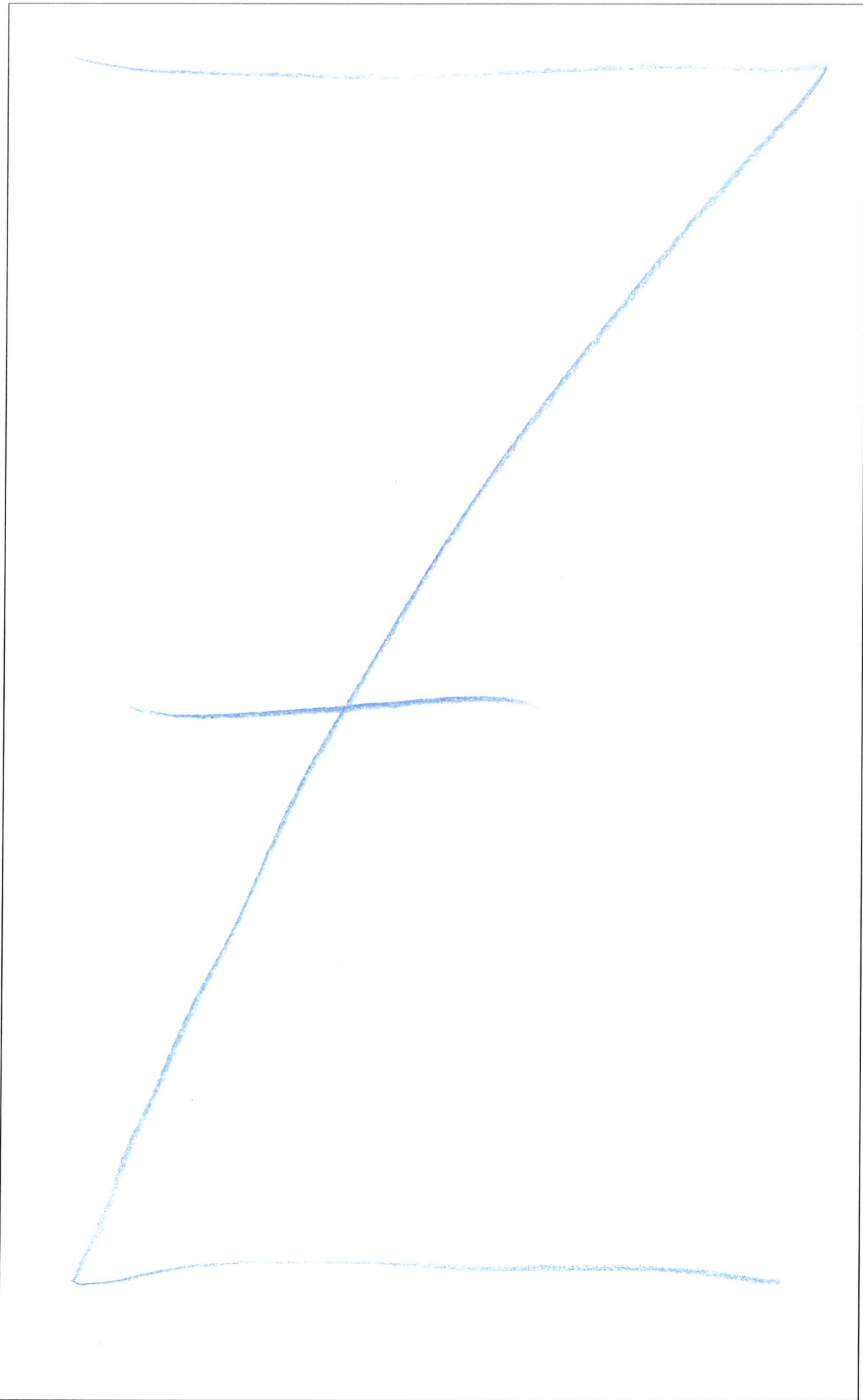
Пространственная скорость минимально будет  $m_{min} = \frac{E k}{g R (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$

А масса груза когд  $W$  будет минимальной это  $m_{min}$  по тому что в этой точке берется парабол

$$m_1 = \frac{m_{max}}{2} = 250 г +$$





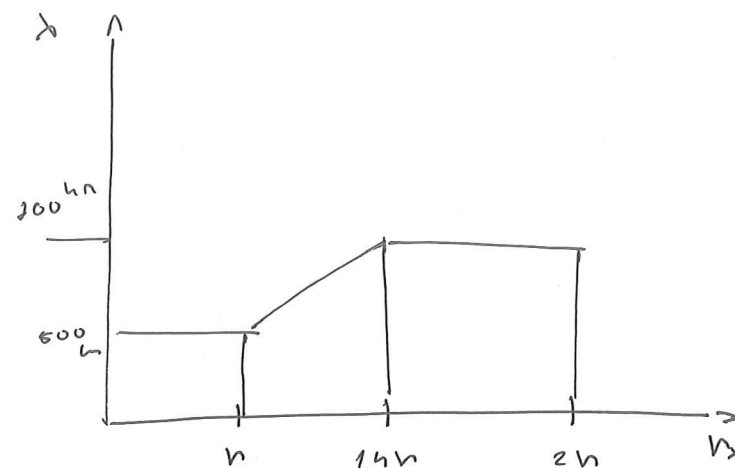


40-23-21-81  
(151.6)

ИИ тисовки

Задача:

Нарисует зависимость минимальной длины  
незакрепленного болта от расстояния  $h$



$$\sin \alpha \cdot h = l \quad \lambda_{min} = a \frac{h_0}{R}$$

$$h = \frac{h_0}{R}$$

$$\frac{a}{\lambda} = \frac{h_0}{R}$$

$$\lambda_{min} = a \frac{h_0}{R}$$

$$h_0 \in [h; 2h]$$

$$\lambda \in [100h; 200h]$$

Заметьте что  
для минимальной  
длины болта при  
различных  
значениях  $R$  и  $h$   
при этом то же  
значение длины  
болта тоже можно  
сделать

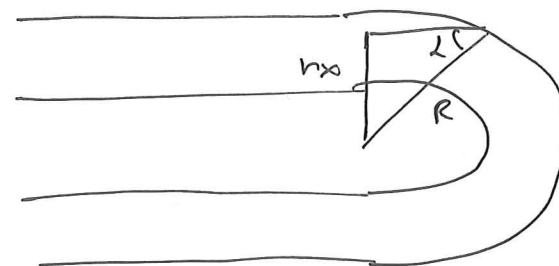
$$\lambda \leq a \frac{h_0}{R}$$

так как при этом  
 $\lambda$  тем больше  $h$

или - как  
необходимое  $h$   
чтобы все длины  
составляли  
болта могли  
пробить

$$\frac{200}{1000} = \frac{\lambda_{min}}{a} = \frac{h_{min}}{R}$$

$0.2 \cdot 2h = h_{min}$   
 $1.4h$  при  $1.4h$  все  
длины болта  
пройдут



Заметьте что 200 мм болта  
пробьет отверстие при  
различных значениях  
длины  $h$  при том же  
значении  $R$  при первом  
проходе

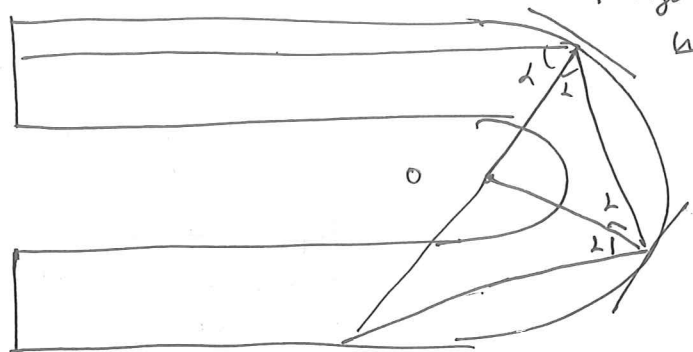
$$0.2h = \frac{S_{прорыва}}{S_{обл}} = \text{отношение площади сечения болта к площади отверстия ПВО при первом проходе}$$

$$S_{прорыва} = \frac{500 \cdot 200}{2} \cdot 0.4h + \frac{200 \cdot 0.6h}{\frac{500}{50}} = 660 \text{ мм} \cdot h$$

число выш  $\lambda$

Заметим:

0 - угол отрезка



Заметим что если  
происходит изгиб  
материала с округом  
угол выгиб не равен  
кривизне короче больше  
чем угол выгиб не  
на и все изгибы  
идут с кривизной кривизне  
используем

Все линии отрезавшиеся первой рз  
от поверхности пластины будут пролом  
используем Полное выгиб отрезки  
то на не забудь до края

Тогда площадь которая уходит до  
крайней рзб =  $W \cdot X$   
 $X$  - количество изгибов которое исходит ПДО  
край первой кривизны

$$W_x = W \cdot X = 15 \text{ Вт} \cdot \frac{33}{35} \approx 14,143 \text{ Вт}$$

Ответ  $\frac{33}{35}$  изгиб  $\approx 0,943$   
14,143 Вт

Заметим что угол  
которого  
используем ПДО кра  
1 изгиб произойдет  
или изгибы  
ПДО кра  
используем изгиб  
угол выгиб не  
равен кривизне  
на кривизне он  
кел это  
отрезки  
и рзб от  
а следовательно  
и угол кра  
основания  
будет больше

не забыть, что  
разные изгибы  
используем  
и производим

