Выход 16:02 – 16:03

0 321458 630008

32-14-58-63
(151.4)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 5

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Робофест"
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Шкуркина Константина Владимировича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«4» апреля 2026 года

Подпись участника

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик

$P_n = \frac{\varepsilon g z}{k} \cdot m - \frac{R g^2 z^2}{k^2} m^2$

Пусть $\frac{z}{k} = A$

$P_n = \varepsilon g A m - R g^2 A^2 m^2$ $\qquad 400 \cdot 5 = 20000$

$P_n = 2000\,Am - 400\,A^2 m^2$

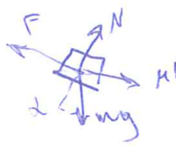
$P_n = -400(A^2 m^2) + 2000\,Am$

$P_n = 400\,Am(-Am + 5)$

$400\,Am(5 - Am)$

$P_n = 2000\,Am - 400\,(Am)^2$

$N = mg\cos\alpha$



$F = \mu N + mg\sin\alpha$ $\qquad F = kI$

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

$\varepsilon I = I^2 R + P$

$\frac{\varepsilon F}{k} = \frac{F^2}{k^2} R + P$

$P = \frac{\varepsilon F}{k} - \frac{F^2}{k^2} R$ $\qquad F = mg \cdot z$

$\varepsilon I = I^2 R + P$

$P = \varepsilon I - I^2 R$

$P = \frac{\varepsilon F}{k} - \frac{R F^2}{k^2}$

$P = \frac{\varepsilon}{k} mgz - \frac{R}{k^2} m^2 g^2 z^2$

$P = \varepsilon \frac{gz}{k} m - R \frac{g^2 z^2}{k^2} m^2$ $\qquad$ (At, A)

$R = A\varepsilon m - RA^2 m$

Пусть $\frac{gzm}{k} = t$ $\qquad \frac{gzm}{k} = \frac{t}{1}$

$P = \varepsilon t - Rt^2$

$P = 200t - 4t^2$ $\qquad m = \frac{kt}{gz}$

$P = -4t^2 + 200t$

$P' = -8t + 200$

$200 = 8t \qquad t = \frac{200}{8} = 25$

P' ↗ 25 ↘

P

$P = \varepsilon t - Rt^2 \qquad P = -t(Rt - \varepsilon)$

$P = -Rt^2 + \varepsilon t \qquad 0 \qquad Rt = \varepsilon$

$t = \frac{\varepsilon}{R} = 52$

32-14-58-63
(151.4)

94

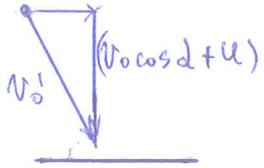
Т	З	З	Σ	
4	10	15	25	Назарова
3	15	15	25	Калинович
2	10	10	20	Иогибаева
1	10	14	24	Новикова

Оценка за теор. тур: 57
Итоговая оценка 87
(Восемьдесят семь)

Черновик

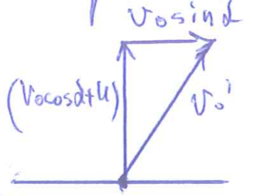
– в ЛСО $\qquad u + V_0$ $\qquad 2u + V_0$

Перейдя в СО плиты:



Т.к. стена гладкая, то при столкновении происходит абсолютно упругий удар:

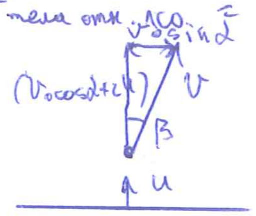
=>



Теперь вернемся в ЛСО:

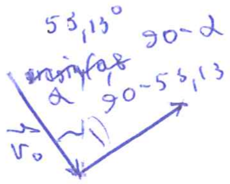
$\vec{V}_{ЛСО} = \vec{V}_{ПСО\,отн\,ЛСО} + \vec{V}_{тела\,отн\,ПСО}$

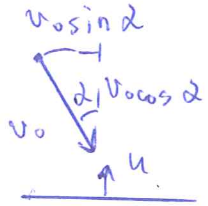
$\vec{V}_{тела\,отн\,ЛСО} = \vec{V}_{ПСО\,отн.\,ЛСО} + \vec{V}_{тела\,отн\,ПСО}$



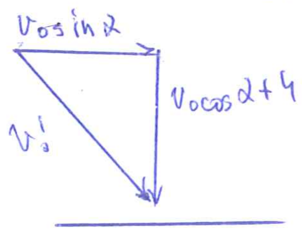
$\operatorname{tg}\beta = \frac{V_0\sin\alpha}{V_0\cos\alpha + 2u} = \frac{V_0\sin 40}{V_0\cos 40 + V_0} = \frac{V_0\sin 40}{V_0(1+\cos 40)} =$

$= \frac{\sin 40}{1+\cos 40} \Rightarrow \beta = \operatorname{arctg}\frac{\sin 40}{1+\cos 40} = 20^\circ$



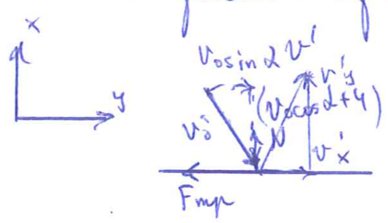


=>



Пусть Δt – „очень малое" время удара, т.к. удар произошел „очень быстро", то силами тяжести в момент соударения можно пренебречь.

Запишем закон изменения импульса на Ox и Oy.



$mV_y' - (-(V_0\cos\alpha + u)) = N\Delta t$

$mV_y' + m(V_0\cos\alpha + u) = N\Delta t$

$V_0\cos\alpha + u$

$m(V_0\cos\alpha + u) + m(V_0\cos\alpha + u) = N\Delta t$

$2m(V_0\cos\alpha + u) = N\Delta t \Rightarrow 2(V_0\cos\alpha + u) = \frac{N\Delta t}{m}$

$mV_x - m(V_0\sin\alpha) = -|F_{тр}|\Delta t'$

$V_x - V_0\sin\alpha = -\frac{|F_{тр}|\Delta t'}{m}$

$V_x = V_0\sin\alpha - \frac{|F_{тр}|\Delta t'}{m}$

Возможно 2 случая

Черновик

$2(v_0\cos\alpha+u)=\frac{N\Delta t}{m}$

$v_x=v_0\sin\alpha-\frac{|F_{тр}|\Delta t'}{m}$

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

$\frac{1}{5}v_0$

1) $\Delta t=\Delta t'$, при $v_x>0$

$v_x=v_0\sin\alpha-\frac{|F_{тр}|\Delta t'}{m}$

$|F_{тр}|=\mu N$

$v_x=v_0\sin\alpha-\mu\frac{N\Delta t}{m}$

$2\mu(v_0\cos\alpha+\frac{v_0}{5})$

$2\mu v_0(\cos\alpha+\frac{1}{5})$

$v_x=v_0\sin\alpha-2\mu(v_0\cos\alpha+u)=v_0\sin\alpha-2\mu v_0(\cos\alpha+\frac{1}{5})=$

$=v_0(\sin\alpha-2\mu(\cos\alpha+\frac{1}{5}))=v_0(\sin\alpha-2\mu\cos\alpha-\frac{2}{5}\mu)$

$\sin\alpha>2\mu\cos\alpha+\frac{2}{5}\mu$

$\sin\alpha>\mu(2\cos\alpha+\frac{2}{5})$

$\mu(2\cos\alpha+\frac{2}{5})<\sin\alpha$

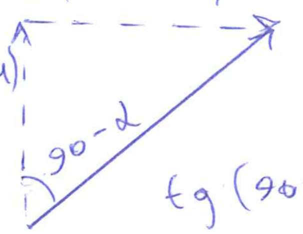
μ ~~fac~~ $<\frac{\sin\alpha}{2\cos\alpha+\frac{2}{5}}$

$v_0\cos\alpha+2u=v_0(\cos\alpha+\frac{2}{4})$

$v_x=v_0(\sin\alpha-2\mu\cos\alpha-\frac{2}{5}\mu)$

$$v_x=\begin{cases}v_0(\sin\alpha-2\mu\cos\alpha-\frac{2}{5}\mu), & \mu<\frac{\sin\alpha}{2\cos\alpha+\frac{2}{5}}\\ 0, & \mu\geq\frac{\sin\alpha}{2\cos\alpha+\frac{2}{5}}\end{cases}$$

$v_0(\sin\alpha-2\mu\cos\alpha-\frac{2}{5}\mu)$



~~$v_0\sqrt{(\sin\alpha-2\mu\cos\alpha-\frac{2}{5}\mu)^2}$~~

$\mathrm{tg}(90-\alpha)=\frac{v_0(\sin\alpha-2\mu\cos\alpha-\frac{2}{5}\mu)}{v_0(\cos\alpha+\frac{2}{5})}=$

$=\frac{\sin\alpha-2\mu\cos\alpha-\frac{2}{5}\mu}{\cos\alpha+\frac{2}{5}}=\frac{3}{4}$

$\frac{3}{4}=\frac{\sin 53{,}13-2\mu\cos 53{,}13-\frac{2}{5}\mu}{\cos 53{,}13+\frac{2}{5}}$

$\mu=0{,}03$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Черновик

$P=u(t)\cdot i(t)$

$\omega t-\omega t+\varphi$

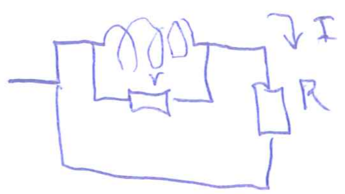
$u(t)=U_m\cos(\omega t)$

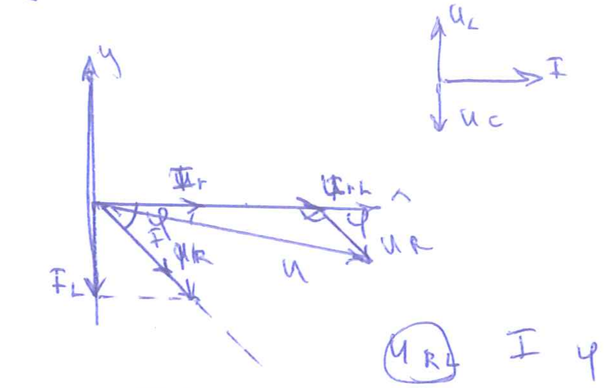
$i(t)=I_m\cos(\omega t-\varphi)$

$P=u(t)\cdot i(t)=U_m\cdot I_m\cos(\omega t)\cdot\cos(\omega t-\varphi)$

$\cos(\omega t)\cdot\cos(\omega t-\varphi)=\frac{1}{2}(\cos(2\omega t-\varphi)+\cos\varphi)=$

$P(t)=\frac{U_m I_m}{2}(\cos(2\omega$





$48{,}6^\circ$

U_{RL} I φ

I_r I_L

U_{RL}

$U_{rL}=U_L=$ ~~U_L~~ $\omega L I$

$U_R=IR$

U_{rL}

U

$U^2=U_R^2+U_{rL}^2-2U_R U_{rL}\cos\varphi$

$2U_R U_{rL}\cos\varphi=U_R^2+U_{rL}^2-U^2$

$\cos\varphi=\frac{U_R^2+U_{rL}^2-U^2}{2U_R U_{rL}}=-\frac{7}{32}$

$U^2=I^2R^2+U_{rL}^2-2IRU_{rL}\cdot\cos\varphi$

$I^2R^2=U^2-U_{rL}^2+2IRU_{rL}\cos\varphi$

$I^2R^2+U_{rL}^2-U^2-2IRU_{rL}\cos\varphi=0$

$441I^2+25600-48400+1470I$

$I(\mathcal{E}-Rt)$

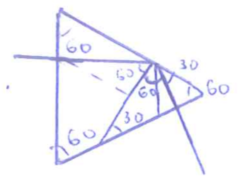
$t=0$

$\mathcal{E}=Rt$

$t=\frac{\mathcal{E}}{R}=$

Черновик

условие ПВО $\ge \alpha_{ПВО} = \frac{1}{n}$ $\arcsin\frac{1}{n} = 45{,}6^\circ$



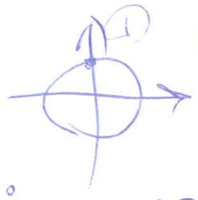
$\mathcal{E}$

от $\frac{10}{7}$ до 2,5

$P = \frac{\mathcal{E}}{k}F - \frac{R}{k^2}F^2$

400 – 700

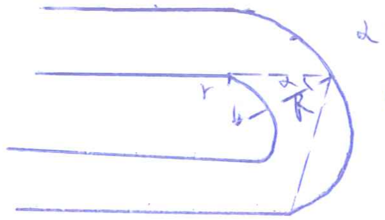
$n(\lambda) = \frac{1000}{400}$



$P = \frac{\mathcal{E}\,20}{k}m - \frac{R\,20^2}{k^2}m^2$

$P = \mathcal{E}t - Rt^2$

$20m - 0{,}04m^2$



$\alpha = \arcsin\frac{r}{R} = 30^\circ$

$\alpha \ge \alpha_{ПВО}$

$\alpha_{ПВО} = \arcsin\frac{1}{n} = \arcsin\frac{\lambda}{a} =$

$= \arcsin\frac{\lambda}{1000}$; $\lambda = 500$

$\mathcal{E}F = I^2R + \mathcal{E}V$

$P = \mathcal{E}I - I^2R$

20

345

500–700

201

$-0{,}04m^2 + 20m$

$-0{,}08m + 20$

501

400 – 499 = 100

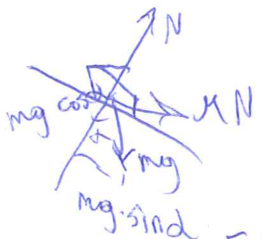
500

30,06

499

$20 = 0{,}08m$

$33{,}364^\circ$



$N = mg\cos\alpha$

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

$mg\,2$

31,668

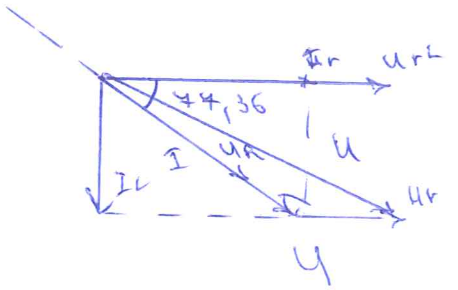
$31{,}668^\circ$
33,364
35,099
36,869
38,682
40,541
42,454
44,427

0,05
0,1
0,15
0,2

$\frac{s}{t}$

$1\cdot\frac{1}{3} + 0{,}8\cdot\frac{2}{3}$

$47{,}36^\circ$



$-\frac{7}{32}$

160

$I = \frac{U_R}{R} = \frac{40}{4}$ A

$160\cdot\frac{40}{4}\cdot\cos 47{,}36$

32-14-58-63
(151.4)

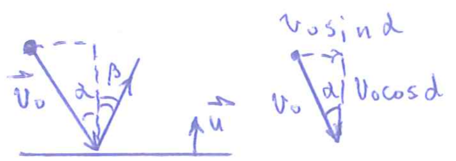
ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Чистовик

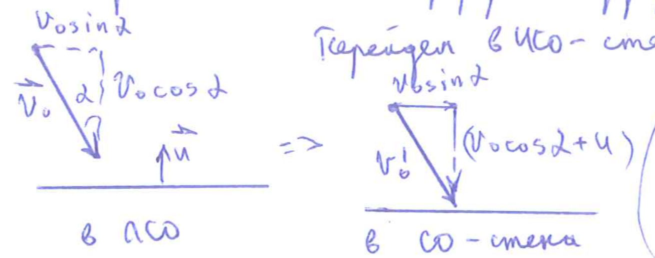
Задание 1. Вопрос

Дано:
V_0
$\alpha = 40^\circ$
$u = \frac{V_0}{2}$
β – ?

Решение:



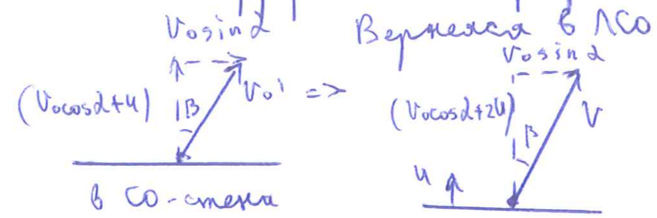
Т.к. стена гладкая, то при столкновении происходит абсолютно упругий удар



Перейдем в ИСО–стена: +

$\vec{V}_{тела\ отн\ ИСО} = \vec{V}_{ПСО\ отн\ ИСО} + \vec{V}_{тела\ отн\ ПСО}$
Закон сложения скоростей

После соударения ситуация примет вид:



Вернемся в ЛСО: +

$\operatorname{tg}\beta = \frac{V_0\sin\alpha}{V_0\cos\alpha + 2u} = \frac{V_0\sin\alpha}{V_0(\cos\alpha + 1)} = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha + 1} = \frac{\sin 40}{\cos 40 + 1}$ +

$\beta = \operatorname{arctg}\frac{\sin 40}{\cos 40 + 1} = 20^\circ$ +

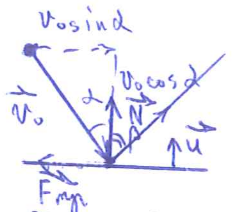
Ответ: 20°

Задача №1

Дано:
$\alpha = 53{,}13^\circ$
$u = \frac{V_0}{5}$
$\alpha + \beta = 90^\circ$
μ – ?
μ_0 – ?

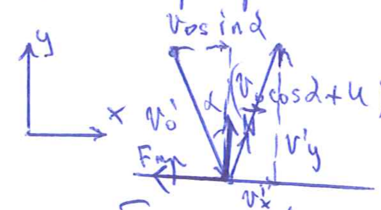
Решение:

$\beta = 90 - \alpha = 90 - 53{,}13 = 36{,}87^\circ$



– в ЛСО

Перейдем в ИСО–стена по з-ну сложения скоростей:

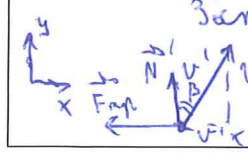


$(V_0\cos\alpha + u) = V_0(\cos\alpha + \frac{1}{5})$

– в СО–стена

Пусть Δt – „очень малое" время удара, т.к. столкновение произошло очень быстро, то силами тяжести, действующими на тело в момент соударения, можно пренебречь

Запишем з-н изменения импульса на Ox и Oy.



Oy: $mV'_y - m(-V_0(\cos\alpha + \frac{1}{5})) = N\Delta t$

Ox: $mV'_x - mV_0\sin\alpha = -|F_{тр}|\Delta t'$

1/7

Чистовик.

Oy: $mv'_y - (-mv_0(\cos\alpha + \frac{1}{5})) = N\Delta t$

$v'(\cos\alpha + \frac{1}{5})$

$2mv_0(\cos\alpha + \frac{1}{5}) = N\Delta t \Rightarrow \frac{N\Delta t}{m} = 2v_0(\cos\alpha + \frac{1}{5})$ (1)

Ox: $mv'_x - mv_0\sin\alpha = -|F_{тр}|\Delta t'$

$v'_x - v_0\sin\alpha = -\frac{|F_{тр}|\Delta t'}{m}$

$v'_x = v_0\sin\alpha - \frac{|F_{тр}|\Delta t'}{m}$

Возможно 2 случая:

1) $\Delta t = \Delta t'$, когда $v'_x > 0$:

$v'_x = v_0\sin\alpha - \frac{|F_{тр}|\Delta t}{m}$

$|F_{тр}| = \mu N$:

$v'_x = v_0\sin\alpha - \mu\overset{(1)}{\frac{N\Delta t}{m}} = v_0\sin\alpha - \mu\cdot 2v_0(\cos\alpha + \frac{1}{5}) =$

$= v_0(\sin\alpha - 2\mu\cos\alpha - \frac{2}{5}\mu)$

$\sin\alpha > 2\mu\cos\alpha + \frac{2}{5}\mu$

$\sin\alpha > \mu(2\cos\alpha + \frac{2}{5})$

$\mu(2\cos\alpha + \frac{2}{5}) < \sin\alpha$

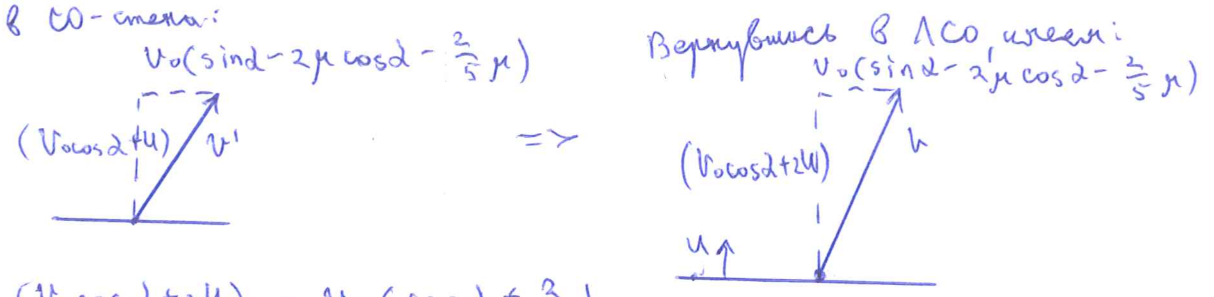
$\mu < \frac{\sin\alpha}{2(\cos\alpha + \frac{1}{5})}$ – условие выполнения случая 1

2) $\Delta t' < \Delta t$, $v'_x = 0$

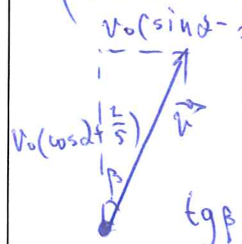
Итого, имеем:

$$v'_x = \begin{cases} v_0(\sin\alpha - 2\mu\cos\alpha - \frac{2}{5}\mu), & \mu < \frac{\sin\alpha}{2(\cos\alpha + \frac{1}{5})} \\ 0, & \mu \geq \frac{\sin\alpha}{2(\cos\alpha + \frac{1}{5})} \end{cases}$$

в СО-стена: $\qquad$ Вернувшись в ЛСО, имеем:



$(v_0\cos\alpha + 2u) = v_0(\cos\alpha + \frac{2}{5})$



$tg\beta = \frac{v_0(\sin\alpha - 2\mu\cos\alpha - \frac{2}{5}\mu)}{v_0(\cos\alpha + \frac{2}{5})} = \frac{\sin 53,13 - 2\mu\cos 53,13 - \frac{2}{5}\mu}{\cos 53,13 + \frac{2}{5}}$

$tg\beta = tg\, 36,87 = \frac{3}{4} = \frac{\sin 53,13 - 2\mu\cos 53,13 - \frac{2}{5}\mu}{\cos 53,13 + \frac{2}{5}} \Rightarrow$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Чистовик

Т.к. нам известно, что условие ПВО $\alpha_1 \geq \alpha_{ПВО}$, то мы можем приравнять α_1 и $\alpha_{ПВО}$, дабы найти минимальный угол и выразить все лучи, испытывающие ПВО при заданных параметрах

$\alpha_{ПВО} = \arcsin(\frac{1}{2} + \frac{x}{2r}) = \arcsin(\frac{1}{2} + A)$

Далее находим из данного ур-я параметр A

$\alpha_{ПВО} = \arcsin(\frac{1}{n(\lambda)}) = \arcsin(\frac{\lambda}{a}) = \arcsin(\frac{\lambda}{1000})$

$\arcsin(\frac{\lambda}{1000}) = \alpha_{ПВО} = \arcsin(\frac{1}{2} + A)$

Например, для $\alpha_{ПВО} = 45^\circ$ ($\lambda \approx 707$), $A \approx 0,2 \Rightarrow \% = (1-2A)\cdot 100\% =$
$= 0,6\cdot 100\% = 80\% = 60\%$

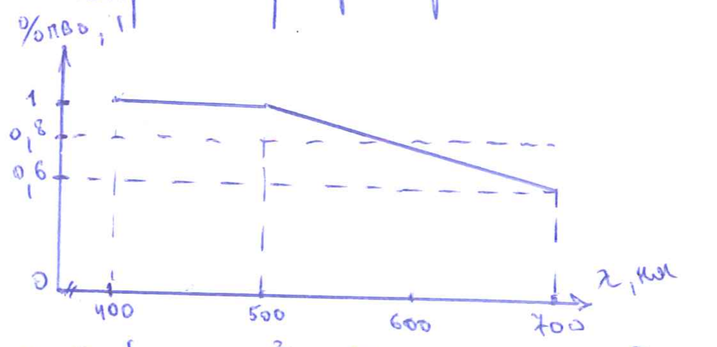
Т.е. имеем универсальную формулу:

$\%_{ПВО} = (1-2A)\cdot 100\%$, где A находим из $\arcsin(\frac{\lambda}{1000}) = \arcsin(\frac{1}{2} + A)$

Например для $\alpha_{ПВО} = 48,6^\circ$ $\%_{ПВО} = 50\%$ что соответствует полученными нами ранее результатами при проведении лучей, т.к. когда мы пускали луч с $x = 0,5r$, то $\alpha_1 = 48,6^\circ$, что подтверждает правильность формулы

Вообще, т.к $\alpha_{min} = 30^\circ$, то лучи с $\lambda \leq 500$ всегда испытывают ПВО $\qquad$ Построим график зависимости $\%(\lambda)$

для $\lambda = 525$ $\% = 0,95$
$\lambda = 550$ $\% = 0,9$
$\lambda = 575$ $\% = 0,85$
$\lambda = 600$ $\% = 0,8$
$\lambda = 625$ $\% = 0,75$
$\lambda = 650$ $\% = 0,7$
$\lambda = 675$ $\% = 0,65$
$\lambda = 700$ $\% = 0,6$



Т.е. средний $\%_{ПВО} = \frac{1}{3} + 0,8\cdot\frac{2}{3} = \approx 0,87$ – глобально часть всего пучка испытавшего ПВО при первом ударе

Также, проанализировав ход лучей в трубке, видим, что при начальном ходе лучей нет угла, минимальнее чем $\alpha_{min} = 30^\circ$, т.к. при движении по дуге лучи отсекают р/б треугольники, а на плоской поверхности углы крайне велики

Т.е. получим, что $\%_{ПВО}$ для первого удара сохраняется и на всей дистанции, поэтому:

$P_n = P\cdot\%_{ПВО} = 15\cdot 0,87 = \approx 13$ Вт

Ответ: средний $\%_{ПВО} \approx 0,84$

$P_n = 13$ Вт

Чистовик

$U_R = IR \Rightarrow I = \frac{U_R}{R} = \frac{120}{21} = \frac{40}{7}$ А

$P_{цр} = I \cdot U_{rL} \cdot \cos\varphi = \frac{40}{7} \cdot 160 \cdot \frac{7}{32} = 200$ Вт

Ответ: 200 Вт

Задание 4.

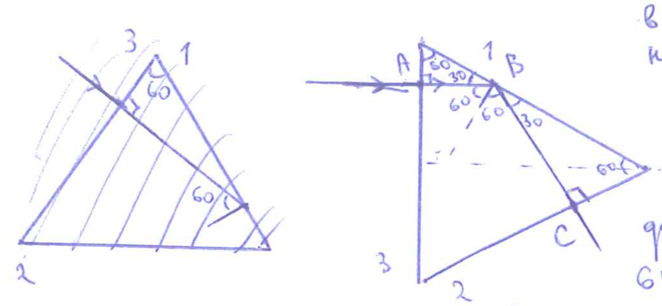
Вопрос
$n = 1,4$.

Решение:

$\alpha_{ПВО} = \arcsin\left(\frac{1}{n}\right) = \approx 45,6^\circ$

условие полного внутреннего отражения:

$\alpha \geq \alpha_{ПВО} \Rightarrow \alpha \geq 45,6^\circ$



в точке A луч падает нормально на грань 3 и проходит ч/з неё без преломлений

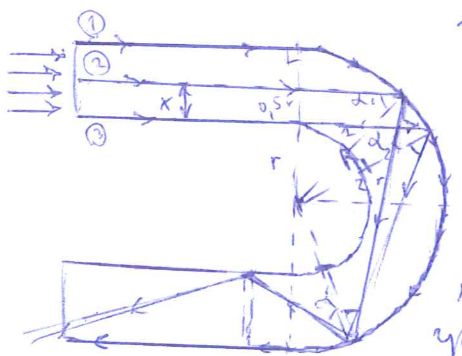
Далее в т. B луч падает под углом $\alpha = 60^\circ$, $60 \geq 45,6^\circ \Rightarrow$ мы наблюдаем ПВО и луч отражается под $\beta = \alpha = 60^\circ$. После этого в т. C луч прилетает под углом $\alpha = 90^\circ$, т.е. нормально к ней, вследствие чего проходит её без преломлений и „вылетает" из призмы

Ответ: 2

Задача

Дано:
$R = 2r$
$P = 15$ Вт
от 400нм до 700нм
$n(\lambda) = \frac{a}{\lambda}$
$a = 1000$нм
$\%_{ПВО}$ - ?
P_n - ?

Решение:



Проанализируем ход лучей, пустив 3 критических луча в трубку (см. рис.)

Получим, что минимальный угол падения α_{min} получается тогда когда луч летит по нижней грани и равен $\arcsin\frac{r}{2r} = 30^\circ$

Вообще глобально угол первого падения может варьироваться от $\arcsin\frac{r}{2r}$ до $\arcsin\frac{2r}{2r}$ или же от 30° до $\approx 90^\circ$, т.е. глобально $\alpha_1 = \arcsin\frac{r+x}{2r}$, где x - изначальная высота луча отн-о нижней грани трубки

$\alpha_1 = \arcsin\left(\frac{1}{2} + \frac{x}{2r}\right)$, $x_{max} = r$,

т.е. $\frac{x}{2r}$ варьируется от 0 до $\frac{1}{2}$, поэтому можем выделить его как параметр A, характеризующий процент лучей определенной длины волны, испытавших ПВО. например, если $\alpha_{ПВО}$ для луча равно 45 то чтобы найти % лучей, испытавших ПВО сделаем следующее

32-14-58-63
(151.4)

Чистовик

$\Rightarrow \mu = \approx 0,0312$ +

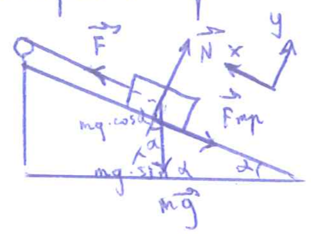
Угол отражения станет равным нулю, когда $V'x = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \mu_0 \geq \frac{\sin 53,13}{2(\cos 53,13 + \frac{1}{5})} = \approx 0,5$ +

$\mu_0 \geq 0,5$ +

Ответ: $\mu \approx 0,0312$
$\mu_0 \geq 0,5$

Вопрос. Задание 2



$F \sim I \Rightarrow F = kI$, где k - некоторый коэффициент

$P_{ист} = P_{тепл.п.} + P_{пол.мощн.}$

$\mathcal{E} I = I^2 R + P_{полезн}$ +

$P_{полезн} = \mathcal{E} I - I^2 R$, т.к. $I = \frac{F}{k}$, то:

$P_{полезн} = \frac{\mathcal{E}}{k} F - \frac{R}{k^2} F^2$

Запишем II зн. Ньютона для груза:

$Ox: F = F_{тр} + mg \cdot \sin\alpha$
$F = \mu N + mg \sin\alpha$

$Oy: N = mg \cdot \cos\alpha$

$F = \mu mg \cos\alpha + mg \sin\alpha = mg(\overbrace{\mu\cos\alpha + \sin\alpha}^{z}) = mgz$

$P_{полезн} = \frac{\mathcal{E}}{k} mgz - \frac{R}{k^2} m^2 g^2 z^2$

$P_{полезн} = \frac{\mathcal{E} z g}{k} \cdot m - \frac{R g^2 z^2}{k^2} m^2$

$P_{полезн} = \underbrace{\frac{\mathcal{E} g z}{k}}_{A} \cdot m - \underbrace{\frac{R g^2 z^2}{k^2}}_{B} m^2$ (- вынесем константы)

$P_{полезн} = Am - Bm^2$

$P_{пол}(m) = -Bm^2 + Am$ - графиком является парабола с ветвями вниз и проходящая ч/з центр координат +

$P_n = \frac{\mathcal{E} g z m}{k} - R \cdot \left(\frac{gzm}{k}\right)^2$

Задача № 2. $\mathcal{E} = U$

Пусть $\frac{gzm}{k} = t$, тогда:

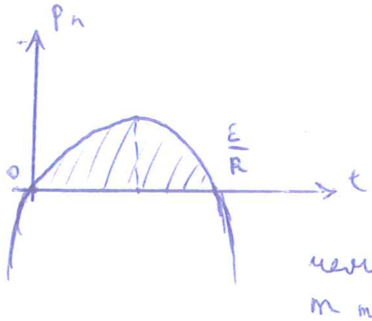
$P_n = \mathcal{E} t - R t^2$

$P_n = -Rt^2 + \mathcal{E} t$

Чистовик

Проанализируем данную функцию:

$P_п = -t(Rt - \varepsilon)$



Корнями данной функции являются $t = 0$ и $t = \frac{\varepsilon}{R} = 50$

С физической же точки зрения это означает, что лебедке перестает хватать мощности поднимать груз при $t_{max} = 50$, чему соответствует значение из условия $m_{max} = 500$ кг. +

$t_{max} = \frac{gz}{k} m_{max}$

$\frac{gz}{k} = \frac{t_{max}}{m_{max}} = \frac{50}{500} = 0{,}1$

$P_п = \varepsilon \frac{gz}{k} \cdot m - R \cdot \left(\frac{gz}{k}\right)^2 \cdot m^2$

$P_п = 200 \cdot 0{,}1 m - 4 \cdot 0{,}1^2 m^2$

$P_п(m) = 20m - 0{,}04m^2$

$P_п(m) = -0{,}04m^2 + 20m$

$P'_п(m) = -0{,}08m + 20$

$P'_п(m) = 0, \quad 20 = 0{,}08m$

$m = \frac{20}{0{,}08} = 250$ кг

$P'_п(m)$ + − m; $P_п(m)$ ↗ 250 (m_1) ↘

$m_1 = 250$ кг +

$P_п = FV$

$FV = -0{,}04m^2 + 20m$

$V = \frac{-0{,}04m^2}{F} + \frac{20m}{F}$

$V = \frac{-0{,}04m^{\cancel{2}}}{\cancel{m}gz} + \frac{20\cancel{m}}{\cancel{m}gz}$

$V = -\frac{0{,}04m}{gz} + \frac{20}{gz}$

$V = -\frac{1}{gz} \cdot 0{,}04m + \frac{1}{gz} \cdot 20$, Пусть $C = \frac{1}{gz}$

$V = -0{,}04m \cdot C + 20C$

$1{,}25 = -0{,}04 \cdot 250 \cdot C + 20C \Rightarrow C = 0{,}125$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Чистовик

$V(m) = -0{,}04 \cdot 0{,}125m + 20 \cdot 0{,}125$

$V(m) = -\frac{1}{200} m + 2{,}5$

$V(1{,}2m_1) = V(1{,}2 \cdot 250) = V(300) = -\frac{1}{200} \cdot 300 + 2{,}5 = 1$ м/с

~~Ответ~~

$P_{max}(m_1) = -0{,}04 \cdot 250^2 + 20 \cdot 250 = 2500$ Вт +

Ответ: $m_1 = 250$ кг +

$P_{max} = 2500$ Вт +

$V(1{,}2m_1) = 1$ м/с −

Задание 3

Вопрос.

Дано: I_m, U_m, φ, $P_{ср}$ − ?

Решение:

Пусть $u(t) = U_m \cdot \cos\omega t$, тогда $i(t) = I_m \cos(\omega t - \varphi)$

$P(t) = u(t) \cdot i(t)$

$P(t) = U_m \cdot I_m \cdot \cos\omega t \cdot \cos(\omega t - \varphi)$

$\cos\omega t \cdot \cos(\omega t - \varphi) = \frac{1}{2}(\cos(2\omega t - \varphi) + \cos\varphi)$. +

$P(t) = U_m I_m \cdot \frac{1}{2}(\cos(2\omega t - \varphi) + \cos\varphi)$

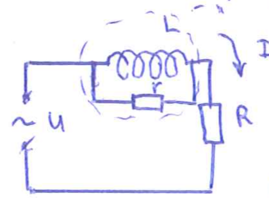
За период среднее по $\cos(2\omega t - \varphi)$ будет равно 0 $\Rightarrow$

$\Rightarrow P_{ср} = \frac{U_m I_m}{2} \cos\varphi$ − активная мощность в цепи переменного тока

Задача.

Дано:
$U_д = 220$ В
$R = 21$ Ом
$U_R = 120$ В
$U_{rL} = 160$ В
$P_{ср}$ − ?

Решение: „неидеальная катушка"



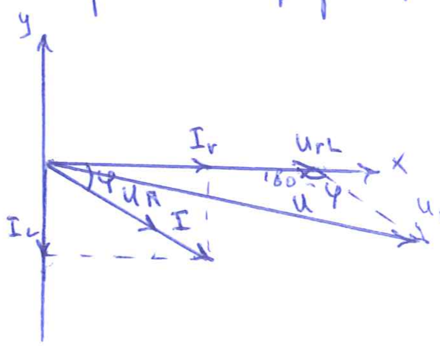
~~Т.к. элементы соединены последовательно, то сила тока на всех них одинакова~~

В условии задачи нам даны действующие значения напряжения элементов:

$P_{ср} = \frac{U_m I_m}{2} \cos\varphi = U_д I_д \cos\varphi$

Решим задачу методом векторных диаграмм;

Представим нашу неидеальную катушку в виде параллельно соединенного резистора с сопротивлением r и идеальной катушки



$P_{ср} = U_{rL} \cdot I \cdot \cos\varphi$ +

по т. cos:

$U^2 = U_R^2 + U_{rL}^2 - 2U_R U_{rL} \cos(180 - \varphi)$

$U^2 = U_R^2 + U_{rL}^2 + 2U_R U_{rL} \cos\varphi$

$2U_R U_{rL} \cos\varphi = U^2 - U_R^2 - U_{rL}^2$

$\cos\varphi = \frac{U^2 - U_R^2 - U_{rL}^2}{2U_R U_{rL}} = \frac{7}{32}$