0703246610001

70-32-46-61
(150.1)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 03

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Росфест
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Быкова Артёма Сергеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Выдан +1 лист

Дата

«04» 2026 года

Подпись участника

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Чистовик
№1

1) $\nu \cdot C_\mu \cdot dT = \frac{i+2}{2} p \cdot dV + \frac{i}{2} V \cdot dP$

$C_\mu = \dfrac{\frac{i+2}{2} p \cdot dV + \frac{i}{2} V \cdot dP}{\nu \cdot d\left(\frac{pV}{\nu R}\right)} =$

$= \dfrac{\left(\frac{i+2}{2} p \cdot dV + \frac{i}{2} V \cdot dP\right) \cdot R}{dp \cdot V + dV \cdot P}$ – меняется

с течением времени (процесса) =>
=> участок 1-2 не подходит

2) $\mu = \frac{\delta A}{\delta Q^+}$

$tg\alpha = \dfrac{(y-1)p_0}{(x-1)V_0} \Rightarrow y-1 = tg\alpha(x-1)\frac{V_0}{p_0}$

$\delta A = \frac{1}{2}(x-1)(y-1)p_0V_0$

$\delta Q^+ = \frac{1}{2}(y+1)(x-1)p_0V_0 + \frac{i}{2}(xy-1)p_0V_0$

$\mu = \dfrac{\frac{1}{2}(x-1)(y-1)p_0V_0}{\frac{1}{2}(y+1)(x-1)p_0V_0 + \frac{i}{2}(xy-1)p_0V_0 \cdot 2}$

$\mu = \dfrac{(x-1)(y-1)}{(y+1)(x-1) + \frac{i}{2}(xy-1) \cdot 2}$

$\mu = \dfrac{tg\alpha \cdot (x-1)^2 \frac{V_0}{p_0}}{(x-1)(tg\alpha(x-1)\frac{V_0}{p_0}+2) + \frac{i}{2}(x(tg\alpha(x-1)\frac{V_0}{p_0}+1)-1) \cdot 2}$

$tg\alpha (x-1)^2 \frac{V_0}{p_0} = \mu(x-1)^2 tg\alpha \frac{V_0}{p_0} + 2\mu(x-1) +$
$+ i \cdot x \cdot tg\alpha(x-1)\frac{V_0}{p_0} + i \cdot x - i$

$tg\alpha\left((x-1)^2\frac{V_0}{p_0} - \mu(x-1)^2\frac{V_0}{p_0} - i \cdot x \cdot (x-1)\frac{V_0}{p_0}\right) =$
$= 2\mu(x-1) + ix - i$

70-32-46-61
(150.1)

I	1	2	3	4	
	0	10	10	8	88
3	4	4	5	6	19
	4	14	15	14	47

Оценка теор. тура 33
Итоговая оценка 41
(Семьдесят один)

Черновик

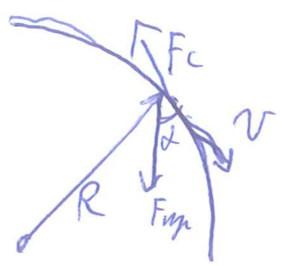
№2) 1) $F_{тр} \cdot \cos\alpha = F_c$

$F_{тр} \cdot \sin\alpha = \frac{v^2}{R} \cdot m$

$tg\alpha = \dfrac{v^2 \cdot m}{-F_c \cdot R}$

$tg\alpha = \dfrac{v^2 \cdot m}{\gamma m v \cdot v R} = \dfrac{1}{\gamma R} \Rightarrow$

$\Rightarrow \alpha = arctg\frac{1}{\gamma R} \Rightarrow$ $\sin\gamma \cdot R = \cos\alpha \Rightarrow (1-\cos^2\alpha) = \gamma\frac{\cos^2\alpha}{\gamma^2R^2}$



$\gamma^2R^2 = \cos^2\alpha(1+\gamma^2R^2)$

$\cos\alpha = \dfrac{\sqrt{1+\gamma^2R^2}}{\gamma R} \Rightarrow$

α не зависит от R, при $\gamma = \frac{1}{R}$

2) $ma = F_{тр} \cdot \cos\alpha + F_c$

$a = 0 \Rightarrow -F_c = F_{тр} \cdot \cos\alpha$

$\gamma \cdot m v^2 = F_{тр} \cdot \dfrac{\sqrt{1}}{1} = F_{тр} \cdot \sqrt{2}$

$\gamma m v^2 = \mu \cdot mg \cdot \sqrt{2}$

$\boxed{\mu = \dfrac{v^2}{Rg\sqrt{2}}} = \cancel{\dfrac{88\,36\,км^2/ч^2}{0{,}3\,км \cdot g\sqrt{2}}}$

$F_c = F_{тр} \cdot \cos\alpha$

$\gamma m v_x = \mu \cdot mg \cdot \sqrt{2}$

$v_x^2 = \dfrac{\mu mg\sqrt{2}}{\gamma m} = \mu R g\sqrt{2} =$

$v_x = 94$

$F_c = \cos\alpha(mg + 0{,}25mg\frac{v_m^2}{v^2})$

$\cancel{\cos\beta \cdot F_{тр} = F_c \Rightarrow}$ $\Rightarrow tg\beta =$

$\cancel{\sin\beta \cdot F_{тр} = \frac{v^2}{R}m}$

$F_m = mg + 0{,}25\frac{v_m^2}{v^2}mg \Rightarrow$

$\cancel{\gamma m v^2 = \cos\alpha(mg + 0{,}25mg\frac{v_m^2}{v^2})}$

$\gamma m v_y^2 = \cos\alpha(mg + 0{,}25mg\frac{v_y^2}{v^2})$

$\gamma m v_y^2 = \cos\alpha mg + 0{,}25mg\frac{v_y^2}{v^2} \Rightarrow$

$\cancel{\gamma m v_y^4 = \cos\alpha}$

$v_y^2(\gamma m - 0{,}25mg\frac{1}{v^2}) = \cos\alpha mg$

Черновик

$C = \frac{dQ}{dT} =$

$dQ = dA + dU = PdV + \frac{i}{2}d(PV) = PdV + \frac{i}{2}PdV + \frac{i}{2}dPV = PdV\frac{i+2}{2} + \frac{i}{2}VdP$

$PV = \nu RT \Rightarrow T = \frac{PV}{\nu R} \Rightarrow dT = \frac{d(PV)}{\nu R} = \frac{dPV + PdV}{\nu R}$

$dQ = C_\mu \cdot \Delta T \Rightarrow dT = \frac{dQ}{C_\mu}$

$C = \frac{dQ}{dT} = \frac{(P\cdot dV\frac{i+2}{2} + \frac{i}{2}VdP)\nu R}{dPV + PdV}$

$tg\,\alpha = \frac{dP_0}{dV_0}$

$\mu = \frac{A}{dQ^+}$

$A_1 = (x-1)V_0 \cdot P_0(y-1)\cdot\frac{1}{2} = \frac{1}{2}(x-1)^2 V_0^2\, tg\,\alpha$

$tg\,\alpha = \frac{(y-1)P_0}{(x-1)V_0} \Rightarrow (y-1)P_0 = tg\,\alpha \cdot (x-1)V_0 \Rightarrow yP_0 - P_0 = tg\,\alpha\,(x-1)V_0$

$P_0(y+1) = tg\,\alpha(x-1)V_0 + 2P_0$?

$dQ^+ = \frac{1}{2}P_0(y+1)\cdot V_0(x-1) + \frac{i}{2}P_0V_0(xy-1)$

$0{,}125 = \frac{(x_1-1)^2\cdot V_0^2\, tg\,\alpha}{P_0(y_1+1)\cdot V_0(x_1-1) + iP_0V_0(x_1y_1-1)}$

ν

$0{,}2 = \frac{(x_1-1)^2\cdot V_0^2\cdot tg\,\alpha}{P_0(y_2+1)\cdot V_0(x_1-1) + iP_0V_0(x_1y_1-1)}$

$\nu^2 = 4\nu_m^2\ 0{,}125 = \frac{(x_1-1)^2\cdot V_0^2\, tg\,\alpha}{((x-1)tg\,\alpha\, V_0 + 2P_0)V_0(x_1-1) + iP_0V_0(x_1y_1-1)}$

$(x_1-1)^2\cdot tg\,\alpha\cdot V_0^2 + 2P_0V_0(x_1-1) + i\cdot P_0V_0(x_1y_1-1)$

$\frac{V_m^2}{V^2} = 0{,}25 \Rightarrow 0{,}125 = \frac{(1{,}25)^2\cdot V_0^2\, tg\,\alpha}{1{,}25^2\, tg\,\alpha\cdot V_0^2 + 2P_0V_0\cdot 1{,}25 + i\cdot P_0V_0(2{,}25y_1-1)}$

$4V_m^2 = V^2$

$V = 2V_m$

$P_0y - P_0 = tg\,\alpha(x-1)V_0 \Rightarrow 2{,}25P_0\cdot y - 2{,}25P_0 = 2{,}25\, tg\,\alpha\cdot(x-1)V_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow P_0(2{,}25y-1) = 2{,}25\, tg\,\alpha\cdot(\underset{1{,}25}{x-1})V_0 + 1{,}25P_0$

$0{,}124 = \frac{(1{,}25^2)V_0^2\, tg\,\alpha}{1{,}25^2\cdot tg\,\alpha\cdot V_0^2 + 2P_0V_0\cdot 1{,}25 + i(V_0^2\cdot 2{,}25\cdot tg\,\alpha + 1{,}25V_0P_0)}$

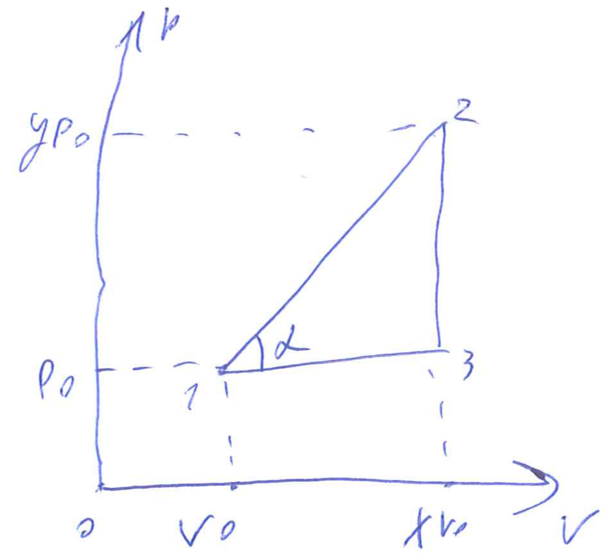
Чистовик

5) Общая конструкция, за исключением светодиода и лампы, осталась неизменной $\Rightarrow$ $\Rightarrow \mathcal{E} = U_x + I(R+r)$. Светодиод и лампа соединены параллельно $\Rightarrow$ Напряжения на них одинаковы $\Rightarrow$ ~~В...~~ этого соединения можно построить сложение токов при одном напряжении $\Rightarrow$ Напряжение на каждом из искомых приборов $= \frac{1}{2}(U_{нс} + U_{нл}) =$ $= 4{,}5$ В, ~~Сила ток I выхода равна 0,9 А $\Rightarrow$ $\Rightarrow P = 4{,}05$ Вт~~ Сила тока на свет. $\approx 0{,}55$ А, на лампе $\approx 0{,}35$ А $\Rightarrow P'_л = 1{,}575$ Вт, $P'_с = 2{,}475$ Вт

Ответ: $U_{нл} = 8$ В, $U_{нс} = 6$ В, $\mathcal{E} = 52{,}4$ В, $r \approx 47{,}30$ м, $P'_л = 1{,}575$ Вт, $P'_с = 2{,}475$ Вт

№1

Дано:
$\alpha = const$
$\mu_1 = 12{,}5\%$
$\mu_2 = 20\%$
$x_1 = 2{,}25$
$x_2 = 6$
$x_3 = 2$
$x_4 = 8$



Найти:
Участки с постоянной теплоёмкостью
$\mu_3 = ?$
$\mu_4 = ?$

Решение:

1) На участках 2 – 3 и 3 – 1 теплоёмкость постоянна, т.к. это изопроцессы

На участке 1 – 2:

$dQ = \frac{i+2}{2}P\cdot dV + \frac{i}{2}VdP$

$dQ = \nu\cdot C_\mu\cdot dT$

Чистовик

№3

Дано:

$P_c = 4{,}2$ Вт

$P_л = 4{,}8$ Вт

$R = 19$ Ом

Найти:

$U_{нл} = ?$

$U_{нс} = ?$

$\varepsilon = ?$

$r = ?$

$P_л' = ?$

$P_c' = ?$

$R' = ?$

Решение:

1) $P = UI \Rightarrow I = \frac{P}{U}$ – гипербола => функция монотонно убывает => она будет иметь 1 общую точку с ВАХ светододиода, т.к. она монотонно возрастает

$I_{нс} = \frac{P_c}{U_{нс}} \Rightarrow I_{нс} \cdot U_{нс} = P_c = 4{,}2 Вт \Rightarrow U_{нс} = 6 В$ (т.к. это единственно возможная точка)

2) Аналогично для $U_{нл} = 8 В$ +

3) $\begin{cases} \varepsilon = U_{нс} + I_c(R+r), \text{ где } I_c = \frac{P_c}{U_{нс}} = 0{,}7 А. \\ \varepsilon = U_{нл} + I_л(R+r), \text{ где } I_л = \frac{P_л}{U_{нл}} = 0{,}6 А; \end{cases}$ +

$\begin{cases} (R+r) = \frac{\varepsilon - U_{нс}}{I_c} \\ \varepsilon = U_{нл} + \frac{I_л}{I_c} \cdot (\varepsilon - U_{нс}) \end{cases}$

~~$I = \frac{U}{R} \Rightarrow R = \frac{U}{I}$~~ – случайно записал не на черновик

$\varepsilon = U_{нл} + \frac{I_л}{I_c} \cdot \varepsilon - \frac{I_л}{I_c} \cdot U_{нс}$

$\varepsilon \left(1 - \frac{I_л}{I_c}\right) = U_{нл} - \frac{I_л}{I_c} \cdot U_{нс}$

$\varepsilon = \dfrac{U_{нл} - \frac{I_л}{I_c} \cdot U_{нс}}{1 - \frac{I_л}{I_c}}$?

$\varepsilon = \dfrac{8В - \frac{0{,}6}{0{,}7} \cdot 6В}{1 - \frac{0{,}6}{0{,}7}} = \dfrac{5{,}6В - 0{,}36В}{0{,}1} =$

$= 56В - 3{,}6В = 52{,}4В$?

4) $r = \dfrac{\varepsilon - U_{нс}}{I_c} - R$

$r = \dfrac{52{,}4В - 6В - 19Ом \cdot 0{,}7А}{0{,}7А} = \dfrac{33{,}1В}{0{,}7А} \approx$

$\approx 47{,}3$ Ом

70-32-46-61
(150.1)

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Черновик

$0{,}2 = 5^2 \cdot V_0^2 + tg^2$

$(tg\,2 \cdot 5 \cdot V_0 + 2P_0(\cdot 5V_0 + i P_0 V_0 \cdot (6y_2 - 1)$

$P_0(6y_2 - 1) = 6 + tg\,2 \cdot 5 \cdot V_0 + 5P_0$

$\dfrac{5^2 V_0^2 + tg\,2}{tg\,2 \cdot 5^2 V_0^2 + 10 P_0 V_0 + i(V_0^2 \cdot 30 tg\,2 + 5 P_0 V_0)} = 0{,}2$

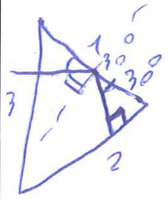
$2{,}5 \cdot tg\,2 \cdot V_0^2 + 2P_0 V_0 + i \cdot 6 \cdot V_0^2 \cdot tg\,2 + P_0 V_0 = 25 V_0^2 \cdot tg\,2$

$tg\,2 \cdot V_0^2 (25 - 2{,}5 - 6) = 3 P_0 V_0$

$tg\,2 = \dfrac{3P_0}{16{,}5 V_0} = \dfrac{6}{33} \dfrac{P_0}{V_0}$

$tg\,2 = \dfrac{y - 1 V_0}{x - 1 P_0} \Rightarrow y = tg\,2(x-1)P_0 + V_0$

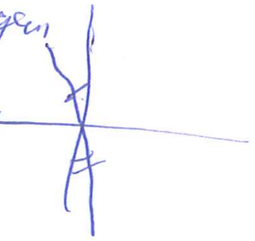
№4



$\sin 30° \cdot n = \sin \beta \Rightarrow \sin \beta = 0{,}7 < 1 \Rightarrow$ луч выйдет

$\sin \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot n = \sin \beta \Rightarrow \sin \beta = 0{,}7\sqrt{3} \Rightarrow$ луч не выйдет +

$0 = \sin \beta < 1 \Rightarrow$ луч выйдет



$n(\lambda) = \dfrac{1000}{\lambda}$

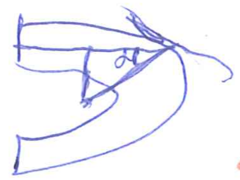
$n_m = 2{,}5$

$n_{min} = 1{,}43$

$0{,}4 = \dfrac{r+x}{2r} \Rightarrow 0{,}8r = r + x \Rightarrow x = -0{,}2$

$\sin \alpha(x) = \dfrac{r+x}{2r}$

$2 \cdot \sin \alpha(x) = 1 + \dfrac{x}{r}$



$n \cdot \sin \alpha = 1 \Rightarrow \sin \alpha = 0{,}4 \approx 23{,}6°$

$x = \sin \alpha \cdot 2r - r = r(\sin \alpha \cdot 2 - 1)$

$\sin \alpha = \dfrac{1}{n}$ ~~– минимальный угол отражения при~~

$\sin \alpha(\lambda) = \dfrac{\lambda}{1000}$

$\sin \alpha = \dfrac{r + x}{2r} = \dfrac{1}{2} + \dfrac{x}{2r}$

$x_n = r$

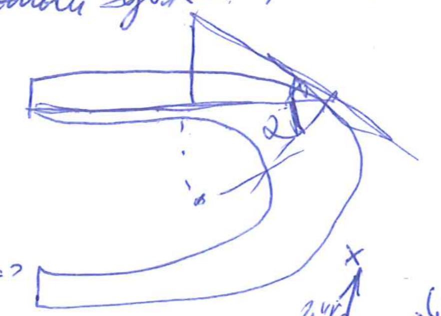
$\sin \alpha(x) = \dfrac{r+x}{2r}$

$\sin \alpha$ при $x = 0 = \frac{1}{2}$

при $x = r = 1$

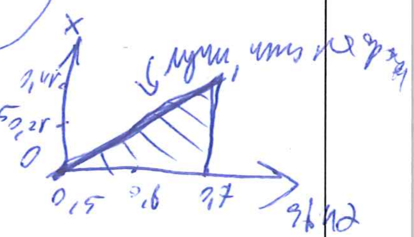
$\sin \alpha_{max} = 0{,}7$

$\sin \alpha_{min} = 0{,}4$



$x = 0 \Rightarrow$

$2 \sin \alpha(x) = 1 \Rightarrow \sin \alpha(x) = 0{,}5$



$500 \sim 700$

при 0,4 = x

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Чистовик

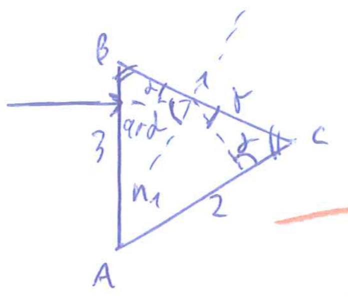
№4

Дано:

$\triangle ABC$ – п/ст

$n_1 = 1,4$

Первый пучок входит перпендикулярно грани $AB(3)$ треугольника ABC по направлению к грани $BC(1)$



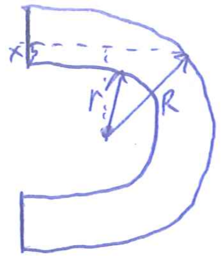
$R = 2r$

$P_{об} = 1{,}9$ Вт

$\lambda \in (400$ нм; 700 нм$)$

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

$a = 1000$ нм



Найти:

Через какую грань выйдет 1 пучок? (l = ?)

Какая часть пучка испытывает ПВО в трубке при первом отражении? ($n = ?$)

Какова мощность излучения, падающего на приёмник? ($P' = ?$)

Решение:

1) Т.к. луч падает перпендикулярно к грани $AB(3)$, то он не испытывает преломления $\Rightarrow$ его направление остается прежним

2) $\triangle ABC$ – п/ст $\Rightarrow \angle ABC = 90^\circ \Rightarrow \angle \alpha = 30^\circ$, $\angle BCA = 60^\circ$

3) Закон Снеллиуса для 1 отражения: $n \cdot \sin(90 - 30^\circ) = \sin\beta \Rightarrow$
$\Rightarrow \sin\beta = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 1{,}4 \approx 1{,}21 > 1 \Rightarrow$ пучок полностью отражается $\Rightarrow$
$\Rightarrow$ Он отражается под углом в 30°

4) $\gamma = 180^\circ - 30^\circ - 60^\circ \Rightarrow \gamma = 90^\circ \Rightarrow$ Во второй раз пучок направляется перпендикулярно к грани $AC(2) \Rightarrow$ выходит без преломления $\Rightarrow$ Ответ: ~~1~~ 2 (на 1 вопрос задачи)

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Черновик

$$\mu \cdot p_0 (x-1)\left(tg\alpha (x-1)\frac{v_0}{p_0} + 1\right) + \frac{i}{2}\left(x(x-1) \cdot tg\alpha \frac{v_0}{p_0} + x - 1\right)\mu =$$
$$= (x-1)^2 \cdot tg\alpha \cdot v_0^2$$

$$0{,}125 \cdot p_0 \cdot 1{,}25 \cdot \left(tg\alpha \cdot 1{,}25 \cdot \frac{v_0}{p_0} + 1\right) + i\left(2{,}25 \cdot 1{,}25 \cdot tg\alpha \cdot \frac{v_0}{p_0} + 1{,}25\right)\cdot\mu = 1{,}25^2 \cdot tg\alpha \cdot v_0^2$$

~~0,15625 p0 · t~~

$$\mu p_0 (x-1)^2 \cdot tg\alpha \cdot \frac{v_0}{p_0} + \mu p_0 (x-1) + i x (x-1)\, tg\alpha \frac{v_0}{p_0}\mu +$$
$$+ i \cdot x\mu - i \cdot \mu = (x-1)^2 \cdot tg\alpha \cdot v_0^2$$

$$tg\alpha\left(\mu p_0 (x-1)^2 \cdot \frac{v_0}{p_0} + i \cdot x \cancel{(x-1)} \cdot \frac{v_0}{p_0} \cdot \mu - (x-1)^2 v_0^2\right) =$$
$$= - \cancel{\mu x}\ i \cdot \mu \cancel{(x-1)}$$

$$tg\alpha = \frac{-(x-1) \cdot v_0^2 + \mu p_0 (x-1)\frac{v_0}{p_0} + i \cdot x \frac{v_0}{p_0} \cdot \mu}{i \cdot \mu}$$

$$tg\alpha = \frac{-1{,}25 \cdot v_0^2 + 1{,}25 \mu \cdot v_0 + 2{,}25 \cdot i \frac{v_0}{p_0} \cdot \mu}{i \cdot \mu}$$

$$tg\alpha = \frac{1{,}25 v_0}{i} + 2{,}25 \frac{v_0}{p_0} - \frac{1{,}25 v_0^2}{i\mu}$$

$$tg\alpha = \frac{1{,}25 v_0}{i} + 2{,}25 \frac{v_0}{p_0} - \frac{10 v_0^2}{i}$$

$$tg\alpha = \frac{5 v_0}{i} + 6 \frac{v_0}{p_0} - \frac{48 v_0^2}{i}$$

$$1 = \frac{\frac{1{,}25 v_0}{i} + 2{,}25 \frac{v_0}{p_0} - \frac{10 v_0^2}{i}}{\frac{5 v_0}{i} + \frac{6 v_0}{p_0} - \frac{48 v_0^2}{i}}$$

$$1 = \frac{1{,}25 v_0 \cdot p_0 + 2{,}25 \cdot v_0 \cdot i - 10 v_0^2 \cdot p_0}{5 v_0 \cdot p_0 + 6 v_0 \cdot i - 48 v_0^2 \cdot p_0}$$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Черновик

$dQ = C_\mu \cdot dT \Rightarrow C_\mu = \frac{dQ}{dT}$

$dQ =$

$tg\,\alpha =$

$\mathcal{E} = U_c + I_c(R+r)$

$\mathcal{E} = U_\Lambda + I_\Lambda(R+r)$

N3

$dQ = \frac{i+2}{2} p\,dV + V\,dp$

$1 = \frac{U_c}{U_\Lambda} + \frac{I_c}{I_\Lambda}$

$P_c = 4{,}2\,Вт = IU$

$dQ = C_\mu V\,dT$

$I = \frac{P}{U} \Rightarrow U_\Pi =$

$\frac{i+2}{2} p\,dV + V\,dp = C_\mu V\,dT$

I

$6 \cdot 0{,}7 = 4{,}2$

$\mathcal{E} = 6В + 0{,}4(R+r)$

$C_\mu = \frac{\frac{i+2}{2} p\,dV + V\,dp}{V\,dT}$

$= 8В + 0{,}6(R+r)$

$0{,}3\,V$

4

$IV = 4{,}8$

$8 \cdot 0{,}6 = 4{,}8$

$(R+r) = \frac{\mathcal{E} - 6В}{0{,}7}$

$\mathcal{E} = 8В + \frac{0{,}6 \cdot (\mathcal{E} - 6В)}{0{,}7}$

$0{,}7\mathcal{E} = 5{,}6 + 0{,}6\mathcal{E} - 3{,}6В$

$0{,}1\mathcal{E} = 5{,}24В$

$\mathcal{E} = 52{,}4В$

$(R+r) = \frac{52{,}4В - 6В}{0{,}7В} = \frac{46{,}4В}{0{,}7В}$

$52{,}4 = I(19 + 46{,}4)$

$tg\,\alpha = \frac{(y-1)p_0}{(x-1)V_0} \Rightarrow$

$\Rightarrow yp_0 - p_0 = tg\,\alpha \cdot (x-1) \cdot V_0$

$y = tg\,\alpha \cdot (x-1)\frac{V_0}{p_0} + 1$

$19 + r \Rightarrow r = \frac{46{,}4}{0{,}7} - 19$

$= 47{,}3\,Ом$

$A = (x-1)(y-1)p_0V_0 \cdot \frac{1}{2} =$

$= (x-1)^2 \cdot tg\,\alpha \cdot V_0^2 \cdot \frac{1}{2}$

$Q = p_0(1+y)^{(x-1)} + \frac{i}{2}(xy-1) =$

$= \frac{1}{2} p_0 (x-1)\left(tg\,\alpha(x-1)\frac{V_0}{p_0} + 1\right) + \frac{i}{2} \cdot \left(x(x-1)\,tg\,\alpha \cdot \frac{V_0}{p_0} + x - 1\right)$

$\eta = \frac{(x-1)^2 \cdot tg\,\alpha \cdot V_0^2}{p_0(x-1)\left(tg\,\alpha(x-1)\frac{V_0}{p_0} + 1\right) + \frac{i}{2}\left(x(x-1)\,tg\,\alpha\frac{V_0}{p_0} + x - 1\right)}$

70-32-46-61 (150.1)

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Чистовик

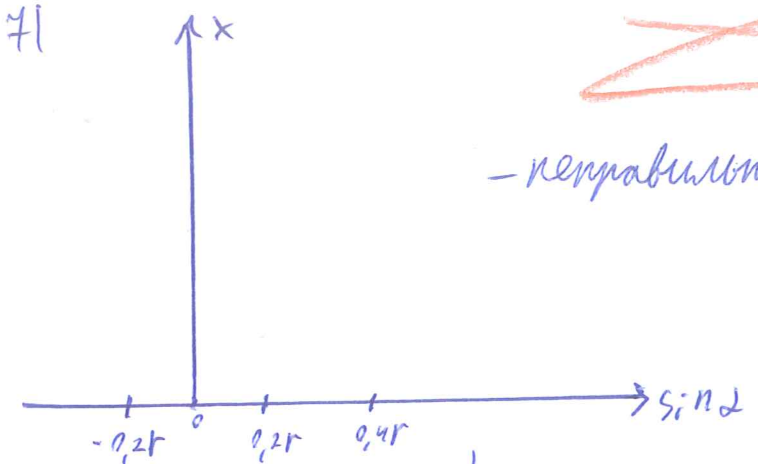
5) $\sin\alpha \cdot n \geq 1$ – условие ПВО $\Rightarrow \sin\alpha = \frac{1}{n}$, где $n(\lambda) = \frac{a}{\lambda} \Rightarrow$

$\Rightarrow \sin\alpha(\lambda) = \frac{\lambda}{a}$

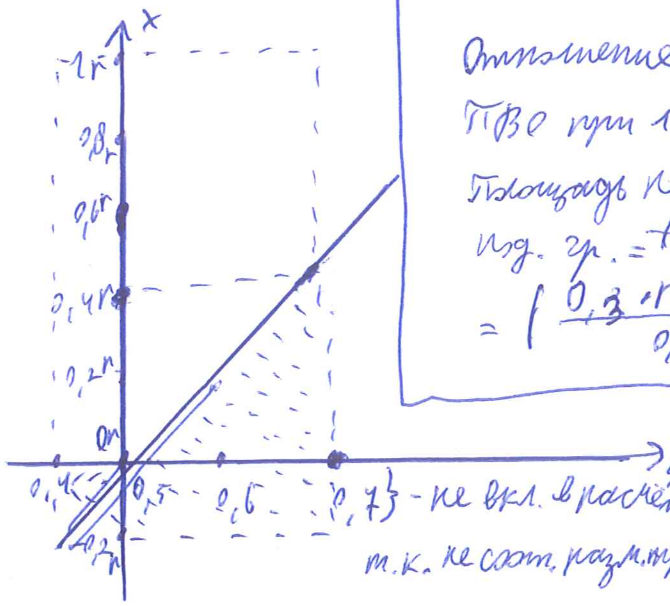
6) $\sin\alpha(x) = \frac{r+x}{R} = \frac{r+x}{2r} \Rightarrow 2r \cdot \sin\alpha(x) = r + x \Rightarrow x(\sin\alpha) = 2r \cdot \sin\alpha - r =$

$= r(2\sin\alpha - 1)$

7)



– неправильный график



} – не вкл. в расчет, т.к. не соот. раз.м.тр.

Отношение лучей, испытывающих ПВО при 1 отражении равно площадь незаштр. ф. к общей пл. изд. ф. $= \frac{1r \cdot 0{,}7 - \frac{1}{2} \cdot 0{,}4r}{\ldots} =$

$= \left(\frac{0{,}3 \cdot r - \frac{1}{2} \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}4r}{0{,}3 \cdot 1{,}0r}\right) = \frac{0{,}3 - 0{,}04}{0{,}3} \approx 0{,}87 \Rightarrow$

$\eta \approx 0{,}87 \Rightarrow$

$\Rightarrow$ первичное ПВО отражение испытывает $\approx 87\%$ лучей

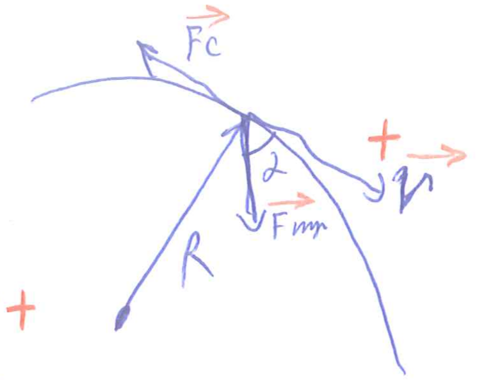
8) Углы при первичном ПВО – максимальны для каждого луча $\Rightarrow$ если луч испытал в первый раз ПВО, то луч дойдёт на приёмник $\Rightarrow P' = \eta \cdot P \approx 0{,}87 \cdot 15\,Вт = 13{,}05\,Вт$

Ответ: $l = 2$; $\eta = 0{,}87$ (или же 87%), $P' = 13{,}05\,Вт$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Чистовик

№2



Дано:

v

R

$\vec{F_c} = -\gamma m v \cdot \vec{v}$

$\gamma = const$

$R_1 = 300$ м

$\gamma_1 = \frac{1}{R}$

$V_{m_1} = 94$ км/ч

$R' = 100$ м

V_{m_2}

Найти:

$\alpha = ?$

$v_1' = ?$

$v_2' = ?$

Решение:

1) $\begin{cases} F_{тр} \cdot \sin\alpha = m a_y; \\ F_{тр} \cdot \sin\alpha = \frac{v^2}{R} \cdot m; \; + \\ F_{тр} \cdot \cos\alpha + F_c = m a_T, \text{ где } a_T = 0; \\ F_{тр} \cdot \cos\alpha = \gamma m v^2; \; + \end{cases}$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{v^2 m}{R \gamma m v^2} = \frac{1}{R\gamma} \Rightarrow \alpha = \operatorname{arctg}\frac{1}{R\gamma} \Rightarrow \; +$$

10

$$\Rightarrow \sin\alpha = \frac{\cos\alpha}{R\gamma} \Rightarrow 1 - \cos^2\alpha = \frac{\cos^2\alpha}{R^2\gamma^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cos^2\alpha(1 + R^2\gamma^2) = R^2\gamma^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cos\alpha = \frac{R\gamma}{\sqrt{1 + R^2\gamma^2}}$$

2) $ma = F_c + F_{тр}$, где $a = 0 \Rightarrow -F_c = F_{тр} \cdot \cos\alpha$ +

$\gamma m v_m^2 = \mu \cdot mg \cdot \cos\alpha$ + (при проскальз)

при $\gamma = \frac{1}{R}$ $\cos\alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$, т.е. является константой и не зависит от R

$$\mu = \frac{\gamma m v_m^2}{mg \cdot \sqrt{2}} = \frac{v_m^2}{R_1 g \sqrt{2}} \; +$$

3) $ma = F_c + F$, где $a = 0 \Rightarrow -F_c = F_{тр} \cdot \cos\alpha$

$$\gamma m (v_1')^2 = \mu mg \cos\alpha \Rightarrow (v_1')^2 = \frac{\mu mg \cos\alpha}{\gamma m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (v_1')^2 = \frac{V_m^2 \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha}{\gamma \cdot m \cdot R_1 \cdot g \cdot \sqrt{2}} = \frac{V_m^2 \cdot m \cdot g \cdot \sqrt{2} \cdot R'}{m \cdot R_1 \cdot g \cdot \sqrt{2}} =$$

$$= \frac{1}{3} V_m^2 \Rightarrow v_1' = \frac{\sqrt{3}}{3} V_m \approx 54{,}3 \text{ км/ч} \; -$$

4) ~~β при $V_m = 0{,}25\, mg \frac{V_m^2}{V^2}$~~ ?

β при $V_m = \frac{V_m^2}{V^2} = 0{,}25 \Rightarrow \beta$ при $V_2' = \frac{(v_2')^2}{4 V_m^2}$

$ma = -F_c + F_{тр} \cdot \cos\alpha$, где $a = 0 \Rightarrow F_c = F_{тр} \cdot \cos\alpha$

$\gamma m (v_2')^2 = \cos\alpha \cdot (mg + \beta \cdot mg)$

Чистовик

№2

$$4)\; \gamma m (v_2')^2 = \cos\alpha \left(mg + \frac{v_2'^2}{4V_m^2} \cdot mg\right)$$

$$\sin\alpha \cdot F_{тр} = \frac{v_2'^2}{R'} \cdot m$$

$$\sin\alpha = \frac{v_2'^2 \cdot m}{R'\left(mg + \frac{v_2'^2}{4V_m^2} \cdot mg\right)} = \frac{v_2'^2}{R' \cdot g + R'g \cdot \frac{v_2'^2}{4V_m^2}} =$$

$$= \frac{v_2'^2}{R'g\left(1 + \frac{v_2'^2}{4V_m^2}\right)} \Rightarrow \cos\alpha = 1 - \frac{v_2'^4}{R'^2 \cdot g^2 \cdot \left(1 + \frac{v_2'^2}{4V_m^2}\right)^2}$$

$$\gamma \cdot m \cdot (v_2')^2 = \left(1 - \frac{v_2'^4}{R'^2 \cdot g^2 \left(1 + \frac{v_2'^2}{4V_m^2}\right)^2}\right)\left(mg + \frac{v_2'^2}{4V_m^2} \cdot mg\right)$$

$$\frac{m v_2'^2}{R'} = \left(1 - \frac{v_2'^4}{R'^2 \cdot g^2 \left(1 + \frac{v_2'^2}{4V_m^2}\right)^2}\right) \cdot mg\left(1 + \frac{v_2'^2}{4V_m^2}\right)$$

$$v_2'^2 = z$$

$$\frac{mz}{R'} = \left(1 - \frac{z^2}{R'^2 \cdot g^2 \left(1 + \frac{z}{4V_m^2}\right)^2}\right) \cdot mg\left(1 + \frac{z}{4V_m^2}\right)$$

$$\frac{mz}{R'} = mg + \frac{mg \cdot z}{4V_m^2} - \frac{z^2 \cdot mg}{R'^2 \cdot g^2 \left(1 + \frac{z}{4V_m^2}\right)^2} -$$

$$- \frac{z^3}{4R^2 g^2 \cdot V_m^2 \cdot \left(1 + \frac{z}{4V_m^2}\right)^2}$$

Ответ: $\alpha = \operatorname{arctg}\frac{1}{R\gamma}$ +, $v_1' \approx 54{,}3$ км/ч

4

70-32-46-61
(150.1)

Чистовик

№ 1

$$2)\ tg\,\alpha = \frac{2\mu(x-1)^2 + i(x-i)\cdot(x-1)^{-1}}{i(x-1)\frac{v_0}{p_0} - \mu(x-1)\frac{v_0}{p_0} - i\cdot x\cdot\frac{v_0}{p_0}}$$

$$tg\,\alpha = \frac{2\cdot 0{,}125\cdot 1{,}25^0 + i(x-1)\cdot 1{,}25^{-1}}{\left(1{,}25\cdot\frac{v_0}{p_0} - 0{,}125\cdot 1{,}25\frac{v_0}{p_0} - i\cdot x\cdot\frac{v_0}{p_0}\right)}$$

$$tg\,\alpha = \frac{2\cdot 0{,}2\cdot 5^0 + i(x-1)\cdot 5^{-1}}{\left(5\frac{v_0}{p_0} - 0{,}2\cdot 5\frac{v_0}{p_0} - i\cdot x\cdot\frac{v_0}{p_0}\right)}$$

$tg\,\alpha$

Ответ: Теплоёмкость постоянна на участке 2-3 и 3-1

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!