0 098237 810004

09-82-37-81
(2.11)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников «Ломоносов»
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Шашкиной Марьи Владимировны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«13» февраля 2026 года

Подпись участника

09-82-37-81
(2.11)

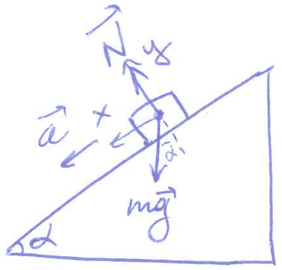
1	2	3	4	5	Σ
10	20	10,5	20,5	12	82

Восемьдесят два

№1.5.2

Чистовик:

Дано:
$\tau=0{,}51c$; $b=0{,}1м$; $\tau_1=2c$; $\tau_2=1c$; $g=10\frac{м}{c^2}$; $\alpha=?$;



Решение: Т.к. пов-ть гладкая, то сила трения отсутствует. Т.к. брусок - абсолютно твёрдое тело, ~~все~~ все его точки движутся с одинаковой скоростью в любой момент вр.

По ~~II~~ 2-му Ньютона: $m\vec{a}=\vec{N}+m\vec{g}$

$Ox: ma=mg\sin\alpha$; $Oy: N=mg\cos\alpha$;

$a=g\sin\alpha$; Запишем ~~законы~~ кинематические ур-е для любой точки бруска (считаем, что начальные координата и скорость: $x_0=0м$; $V_0=0\frac{м}{c}$;) $x(t)=x_0+V_0t+\frac{at^2}{2}=\frac{g\sin\alpha t^2}{2}$

$V(t)=V_0+at=g\sin\alpha t$

Фотоэлемент перекрыт, пока брусок находится на нём ⇒ время перекрывания фотоэл. это время, за которое брусок проходит расст. равное своей длине в, начиная с момента въезда на фотоэл.

$b=x(t+\tau_1)-x(t+\cancel{\tau_1})=\frac{g\sin\alpha(t+\tau_1)^2}{2}-\frac{g\sin\alpha(t+\cancel{\tau_1})^2}{2}$

$b=x(t+\tau+\tau_2)-x(t+\tau)=\frac{g\sin\alpha(t+\tau+\tau_2)^2}{2}-\frac{g\sin\alpha(t+\tau)^2}{2}$

$\Rightarrow 1=\frac{(t+\tau_1)^2-t^2}{(t+\tau+\tau_2)^2-(t+\tau)^2}$; $\cancel{t^2}+\cancel{\tau^2}+\tau_2^2+\cancel{2\tau t}+2\tau_2t+2\tau\tau_2$ $-\cancel{t^2}-\cancel{\tau^2}-\cancel{2t\tau}=\cancel{t^2}+\tau_1^2+2t\tau_1-\cancel{t^2}\Rightarrow\tau_2^2+2\tau_2t+2\tau\tau_2=\tau_1^2+2t\tau_1$

$2t(\tau_1-\tau_2)=\tau_2^2-\tau_1^2+2\tau\tau_2\Rightarrow t=\frac{\tau_2^2+2\tau\tau_2-\tau_1^2}{2(\tau_1-\tau_2)}$;

t - время от старта, до начала перекрытия первого фотоэл.

$b=\frac{g\sin\alpha}{2}(\cancel{t^2}+\tau_1^2+2t\tau_1-\cancel{t^2})=\frac{g\sin\alpha}{2}\left(\tau_1^2+2\tau_1\frac{\tau_2^2+2\tau\tau_2-\tau_1^2}{2(\tau_1-\tau_2)}\right)$

$\Rightarrow\sin\alpha=\frac{2b}{g}:\left(\frac{\cancel{2\tau_1^3}-2\tau_1^2\tau_2+2\tau_1\tau_2^2+4\tau\tau_1\tau_2-\cancel{2\tau_1^3}}{2(\tau_1-\tau_2)}\right)=$

$=\frac{2b}{g}\cdot\frac{\cancel{2}(\tau_1-\tau_2)}{\cancel{2}\tau_1\tau_2(-\tau_1+\tau_2+2\tau)}=\frac{2b(\tau_1-\tau_2)}{g\tau_1\tau_2(\tau_2+2\tau-\tau_1)}=$

$=\frac{\cancel{2}\cdot0{,}1\cdot\cancel{(2-1)}}{10\cdot\cancel{1}\cdot\cancel{2}(1+2\cdot0{,}51-2)}=\frac{1}{100\cdot(1{,}02-1)}=\frac{1}{100\cdot0{,}02}=\frac{1}{2}\Rightarrow\alpha=30^\circ$

Ответ: $\alpha=\arcsin\left(\frac{2b(\tau_1-\tau_2)}{g\tau_1\tau_2(\tau_2+2\tau-\tau_1)}\right)=30^\circ$;

10

№ 2.3.2 Чистовик

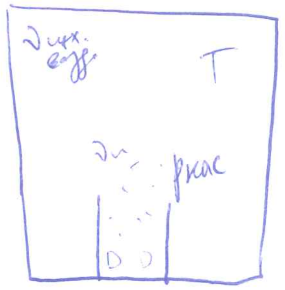
Дано:

$T = 273\,K$; $\Delta m = 1\,кг$; $R = 8{,}3\,\frac{Дж}{моль\cdot K}$;

$p_{нас} = 611\,Па$; $\lambda_к = 3{,}3\cdot 10^5\,\frac{Дж}{кг}$;

$r_п = 2{,}3\cdot 10^6\,\frac{Дж}{кг}$; $\mu = 18\cdot 10^{-3}\,\frac{кг}{моль}$;

$V = ?$;



Решение: $T = 273\,K = t + 273 \Rightarrow t = 0°C \Rightarrow$ t и T одна и та же температура в разных ед. изм.;

$\nu_п = \frac{m_п}{\mu}$; вся испарившаяся вода станет насыщенным паром, т.к. наступит сост. динамического равновесия между водой и паром.

Из закона сохранения энергии:

$Q_{исп} = Q_{кр}$; $Q_{кр} = \Delta m \lambda_к$; $Q_{исп} = m_п r_п \Rightarrow m_п = \frac{\Delta m \lambda_к}{r_п}$; $\nu_п = \frac{m_п}{\mu} = \frac{\Delta m \lambda_к}{\mu r_п}$;

~~Закон Менделеева-Кла~~

Уравнение состояния газа для насыщ. пара в комнате имеет вид:

$$p_{нас} V = \nu_п R T;\quad p_{нас} V = \frac{\Delta m \lambda_к}{\mu r_п} R T \rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \frac{\Delta m \lambda_к R T}{\mu r_п p_{нас}} = \frac{1\cdot 3{,}3\cdot 10^5\cdot 8{,}3\cdot 273}{18\cdot 10^{-3}\cdot 2{,}3\cdot 10^6\cdot 611} =$$

$$= \frac{\cancel{33}^{11}\cdot 83\cdot \cancel{273}^{91}\cdot \cancel{10^3}\cdot \cancel{10^3}}{\cancel{18}_{2\cdot 6}\cdot 2{,}3\cdot 611\cdot \cancel{10^3}\cdot \cancel{10^3}} = \frac{11\cdot 83\cdot 91}{2\cdot 2{,}3\cdot 611} = \frac{830830}{28106}\,м^3 \approx 29\,м^3$$

Ответ: $V = \frac{\Delta m \lambda_к R T}{\mu r_п p_{нас}} = \frac{830830}{28106}\,м^3 \approx 29\,м^3$;

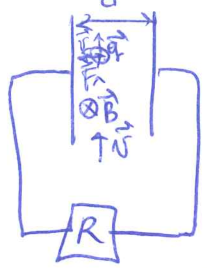
№ 3.3.2

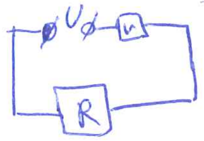
Дано:

$R = 0{,}4\,(Ом)$; $d = 40\,мм$;

$v = 10\,\frac{м}{с}$; $P_m = 1\,мВт$;

$B = ?$





Решение: на частицу жидкости зарядом q в жидкости действует $F_л$: $F_л = qvB$; из-за этого частицы начинают двигаться между пластинами и возникает эл. ток $I = \frac{U}{R+r}$, где r – эффективное сопр. жидкости (т.к. объём жидкости между пластинами всё время одинаков и жидкость одинаковая – $r = const$), U – эффективное напряжение между пластинами; на частицу действует сила со стороны эл. поля между пластинами:

$F_{эл} = qU/d$; $F_{эл} = F_л \Rightarrow qU/d = \cancel{q}vB \Rightarrow U = vBd$;

~~$P = I^2 R = \frac{U^2}{(r+R)^2} R = \frac{(vBd)^2}{(r+R)^2} R$~~

$U = vBd$

~~$\left(I = \frac{U}{R-r}\right.$ т.к. по правилу Кирхгофа: $U + Ir = IR \Rightarrow I = \left.\frac{U}{R-r}\right)$~~

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

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

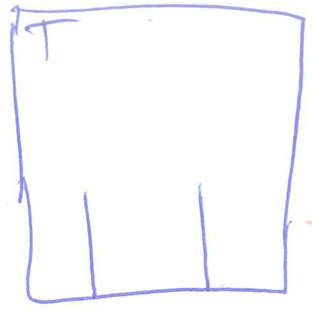
Черновик:

$q\frac{U}{d} = qVB \Rightarrow U = VBd - I\cancel{R} \; ; \; \mathcal{E}$

$IR + Ir = VBd$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Черновик:



$p_{атм} V = \nu_{в} RT$

$Q_{кр} = \Delta m \lambda_к$

$Q_{исп} = m_п r_п = Q_{кр} = \Delta m \lambda_к$

$m_п = \frac{\Delta m \lambda_к}{r_п}$

$\nu_п = \frac{m_п}{\mu} \; ; \; p_{нас} V = \frac{m_п}{\mu} RT = \nu_п$

$V = \frac{RT \Delta m \lambda_к}{\mu \, r_п p_{нас}}$

$U = \mathcal{E} + Ir$

$I = \frac{\mathcal{E}}{r+R} \Rightarrow U = \mathcal{E}\frac{2r+R}{r+R}$

$P = \frac{\mathcal{E}^2 (2r+R)^2}{(R+r)^2 R^2}$

$(8r + 4R)(R+r)^2$

$2(R+r) - (2r+R)$

$6+\cancel{R^2}$

$\begin{array}{r} 273 \\ -27 \\ \hline 03 \end{array} \Big| \begin{array}{l} 3 \\ \hline 91 \end{array}$

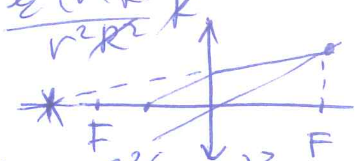
$\begin{array}{r} \times 83 \\ 11 \\ \hline 183 \\ +83 \\ \hline 913 \end{array}$

$\begin{array}{r} 913 \\ \times 91 \\ \hline 913 \\ +8217 \\ \hline 83083 \end{array}$

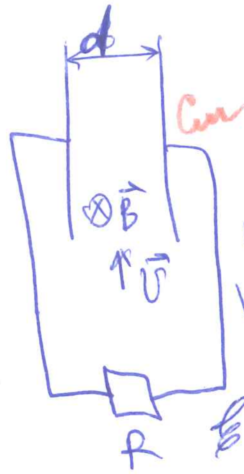
$\begin{array}{r} 611 \\ \times 46 \\ \hline 3666 \\ +2444 \\ \hline 28106 \end{array}$

$I = \frac{\mathcal{E}}{rR}(r+R)$

$\frac{\mathcal{E}^2 (r+R)^2}{r^2 R^2} R^2$



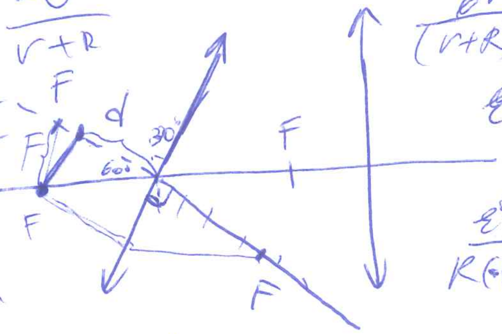
$2\mathcal{E}^2 r^2 + 2R\mathcal{E}^2 r^2 - 2r\mathcal{E}^2 (r+R)^2$



$\frac{U^2}{(r+R)} \; ; \; \frac{-U^2}{r+R}$

$m r_п = \Delta m \lambda_к$

$V = \frac{\Delta m \lambda_к RT}{p_{нас} \mu r_п}$



$\frac{\mathcal{E}^2 r^2}{(r+R)^2}$

$\frac{\mathcal{E}^2 R}{R(r+R)}$

$\mathcal{E} - Ir = IR$

$BVd = U \; ;$

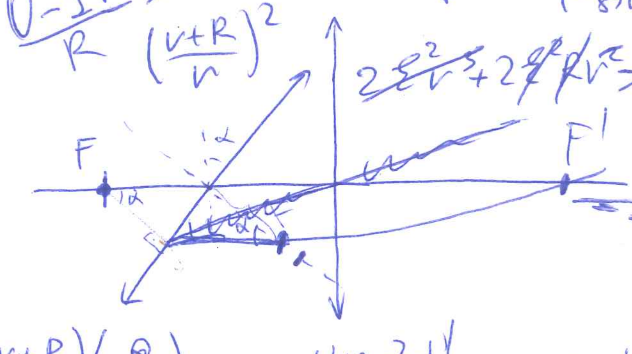
$\frac{(U - Ir)^2}{R}$

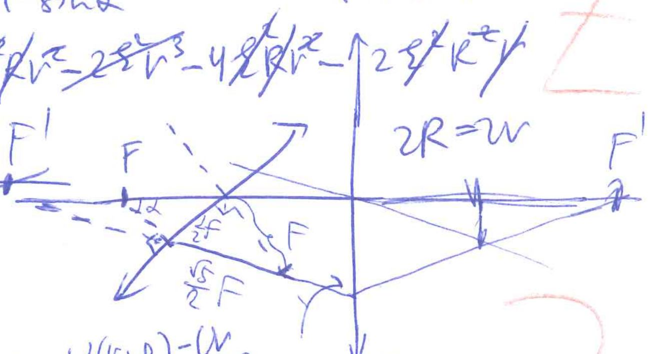
$\left(\frac{r+R}{r}\right)^2$

$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \; ; \; d = F\cos(90° - \alpha) = F\sin\alpha$

$\frac{1}{f} = \frac{\sin\alpha - 1}{F\sin\alpha} \Rightarrow f = \frac{F\sin\alpha}{\sin\alpha - 1}$

$2\mathcal{E}^2 r^2 + 2\mathcal{E}^2 R r^2 - 2\mathcal{E}^2 r^3 - 4\mathcal{E}^2 R r^2 - 2\mathcal{E}^2 R^2 r$





$2R = r$

$2\left(\frac{r+R}{r}\right)\left(\frac{R}{r}\right)$

$\left(\frac{\left(U - \frac{Ur}{r+R}\right)^2}{R}\right)' = \frac{U}{R}\left(-\frac{U(r+R) - Ur}{(r+R)^2}\right)$

$90° - \alpha + \arcsin\frac{1}{\sqrt{5}}$

$(2r + 2R) r^2 - 2r(r^2 + 2rR + R^2)$

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

Черновик

$\frac{\mathcal{E}}{r+R}R \neq \mathcal{E} + \frac{\mathcal{E}}{r+R}r$

$\frac{R-r}{r+R} = 1$

$\frac{U}{R(R+r)}$

$P = \frac{(vBd)^2 R}{(R+r)^2}$

$kP = \frac{R}{(r+R)^2}$

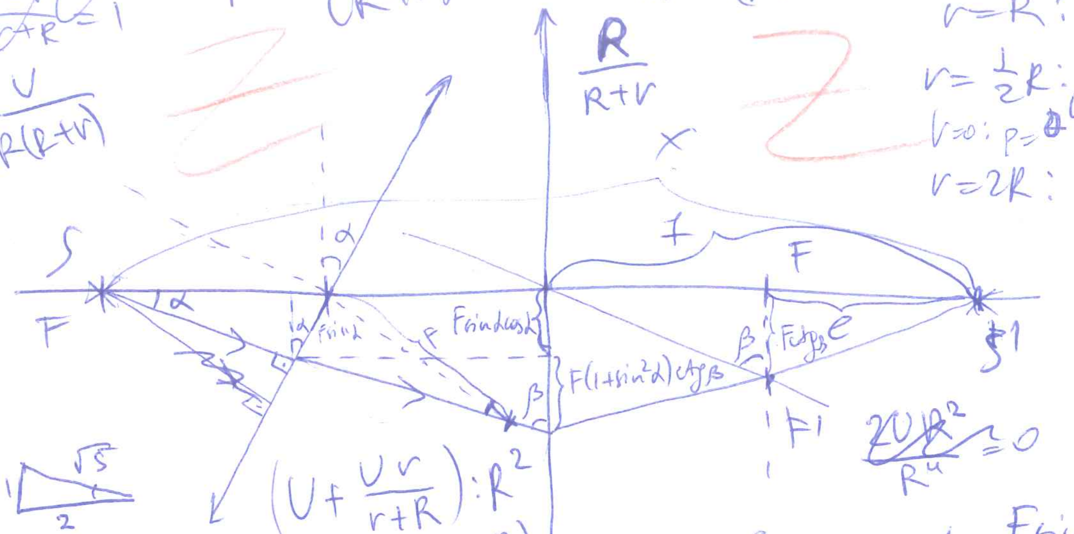
$\frac{R}{R+r}$

$r = R: P = \frac{1}{4R}$

$r = \frac{1}{2}R: \frac{1}{4{,}5R}$

$r = 0: P = \frac{1}{4{,}5R}$

$r = 2R: \frac{1}{4{,}5R}$



$\frac{\sqrt{3}}{2}$

$\left(U + \frac{Ur}{r+R}\right) : R^2$

$\frac{U(2r+R)}{(r+R)R^2}$

$\frac{2UR^2}{R^4} = 0$

$\beta = 90^\circ - \alpha + arcctg\frac{F\sin\alpha}{F}$

$\beta = 90^\circ - \alpha + arcctg(\sin\alpha)$

$2U(r+R)R^2 - R^2U(2r+R)$

$2r + 2R - 2r - R$

$\frac{l}{F\,ctg\,\beta} = \frac{F + l}{F\sin\alpha\cos\alpha + (F + F\sin^2\alpha)\,ctg\,\beta}$

$lF\sin\alpha\cos\alpha + \cancel{lF\,ctg\,\beta} + lF\sin^2\alpha\,ctg\,\beta = F^2 ctg\,\beta + \cancel{lF\,ctg\,\beta}$

$\sin(\alpha-\beta) = \sin\alpha\cos\beta - \cos\alpha\sin\beta$

$\cos(\alpha-\beta) = \cos\alpha\cos\beta + \sin\alpha\sin\beta$

$l = \frac{F\,ctg\,\beta}{\sin\alpha\cos\alpha + \sin^2\alpha\,ctg\,\beta}$

$tg(\alpha-\beta) = \frac{1 - ctg\,\alpha\,tg\,\beta}{ctg\,\alpha + tg\,\beta}$

$x = l + 3F \Rightarrow F = \frac{x}{3 + \frac{ctg\,\beta}{\sin\alpha\cos\alpha + \sin^2\alpha\,ctg\,\beta}}$

2, 30°, $\sqrt{3}$

$ctg\,\beta = + tg(arcctg(\sin\alpha) + \alpha)$

$ctg\,\beta = \frac{1 - ctg\,\alpha\sin\alpha}{ctg\,\alpha + \sin\alpha} = \frac{1 - \sqrt{3}\cdot\frac{1}{2}}{\sqrt{3} + \frac{1}{2}} = \frac{2-\sqrt{3}}{2\sqrt{3}+1}$

$ma = qvB$

$U = Ir$

$I = \frac{U}{r}$

$U = IR$

$P = \frac{U^2R}{r^2}$

$I = \frac{\mathcal{E}}{r+R} = \frac{vBd}{r+R}$

$qvB = qE$

$P = I^2 r = \frac{(vBd)^2 r}{(r+R)^2}$

$U + Ir = IR$

$\mathcal{E} = El = vBd$

$0 = P' = \frac{(vBd)^2(r+R)^2 - (2r+2R)r(vBd)^2}{(r+R)^2}$

$U_r =$

$\left(U - \frac{U}{R+r}r\right)R$

$r^2 + 2rR + R^2 - 2r^2 - 2Rr = 0$

$\left(Ur - \frac{U^2 r}{(r+R)^2}\right)' = \left(U - \frac{U^2 - U^2 r(2r+2R)}{(r+R)^4}\right)$

$r = R \Rightarrow P = \frac{(vBd)^2}{4R}$

12

Чистовик:

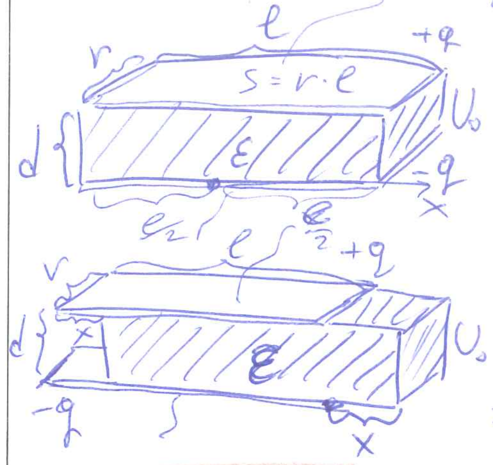
№35.22

Дано:

$l = 20$ см; $U_0 = 100$ В;
$d = 1$ мм; $x = 0{,}1$ мм;
$x \ll d \ll l$; $\varepsilon = 4$;
$T = 4{,}35$ с; $\varepsilon_0 = 9\cdot10^{-12}\frac{Ф}{м}$;
$\frac{1}{1+x} \approx 1$; $m = ?$;

Решение: ёмкость плоского конденсатора с пластиной:

$C_0 = \frac{\varepsilon_0\varepsilon S}{d} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 rl}{d}$; если пластина выдвинута на x, то конденсатор можно представить как 2 соед. параллельно конденсатора с общей ёмкостью:



$C = C_\varepsilon + C_{без\,\varepsilon} = \frac{\varepsilon_0 xr}{d} + \frac{\varepsilon\varepsilon_0 r(l-x)}{d} = \frac{\varepsilon_0 r(x + \varepsilon(l-x))}{d}$ ✓

Начальная энергия конденсатора: $W_0 = \frac{C_0U_0^2}{2} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 rlU_0^2}{2}$; где $U\cdot C_\varepsilon = U_0 C_{без\,\varepsilon}$

$\Rightarrow U = U_0\frac{\varepsilon_0 S}{d} : \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} = \frac{U_0}{\varepsilon}$

$W_0 = \frac{\varepsilon_0 rlU_0^2}{2d\varepsilon}$; энергия конденсатора с выдвинутой пластиной: $W = \frac{CU_0^2}{2\varepsilon^2} = \frac{\varepsilon_0 r}{2d\varepsilon^2}U_0^2(x + \varepsilon(l-x))$ ✓

поле между пластинами: $E = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 \sigma}{2d}\cdot 2 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 q}{d\cdot S} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 CU}{drl} = \frac{\varepsilon_0 CU_0}{drl\varepsilon}$; т.к. пластины квадратные: $r = l$

Уравнение колебаний пластины:

~~$m\ddot{x} + kx - q = 0$; q, k — константы~~; $T = \frac{2\pi}{\omega}$;

~~$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$~~ $c = const$

$\ddot{x} + \omega^2 x + c = 0$; $T = \frac{2\pi}{\omega}$

Закон сохранения энергии $W_0 + \frac{mv^2}{2} = W$

$v = \dot{x}$; $a = \ddot{x}$; (ось Ox введена так, как показано на рисунке).

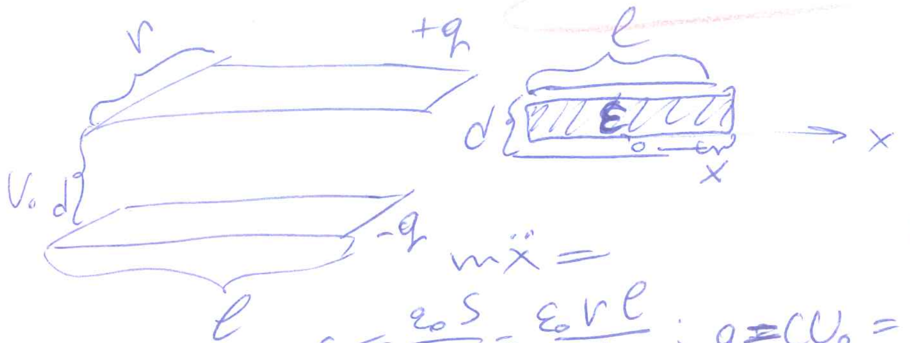
$\frac{\varepsilon_0 r(U_0^2(x + \varepsilon(l-x))}{2d\varepsilon^2} = \frac{m\dot{x}^2}{2} + \frac{\varepsilon_0 rlU_0^2}{2d\varepsilon}$; $\frac{m\dot{x}^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 lU_0^2}{2d\varepsilon^2}x(1-\varepsilon)$

возьмём производную: $\frac{\cancel{2}m\ddot{x}\cancel{\dot{x}}}{\cancel{2}} = \cancel{\dot{x}}\,x\frac{\varepsilon_0 lU_0^2}{\cancel{2}d\varepsilon^2}(1-\varepsilon)$

$\ddot{x} + \frac{\varepsilon_0 lU_0^2}{md\varepsilon^2}(1-\varepsilon)x = 0 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{\varepsilon_0 lU_0^2}{md\varepsilon^2(1-\varepsilon)}}$; $T = 2\pi\sqrt{\frac{md\varepsilon^2}{\varepsilon_0 lU_0^2(1-\varepsilon)}} \Rightarrow$

$\Rightarrow m = \frac{T^2}{4\pi^2}\frac{\varepsilon_0 lU_0^2(1-\varepsilon)}{d\varepsilon^2} \Rightarrow$ Ответ: $m = \frac{T^2}{4\pi^2}\frac{\varepsilon_0 lU_0^2(1-\varepsilon)}{d\varepsilon^2}$;

Черновик:



$m\ddot{x} =$

$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d} = \frac{\varepsilon_0 r l}{d}$; $q = CU_0 = \frac{\varepsilon_0 r l U_0}{d}$

$\sigma = \frac{q}{S}$; $E_{пл} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$; $E = 2E_{пл} = \frac{2q}{2S\varepsilon_0} = \frac{q}{rl\varepsilon_0}$

$C = C_{зап} + C_{пуст} = \frac{\varepsilon_0 r(\varepsilon(l-x)+x)}{d}$

$C_{полн} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0(l-x)r}{d}$; $C_{пуст} = \frac{\varepsilon_0 x r}{d}$

$W_k = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 r U_0^2(\varepsilon(l-x)+x)}{2d} = \frac{m\dot{x}^2}{2}$

$-\frac{m}{2} 2\dot{x}\ddot{x} = \frac{\varepsilon_0 r U_0^2}{2d}(-\varepsilon+1)\dot{x}$

$2m\ddot{x}$

$\frac{\varepsilon_0 r U_0^2}{2d\varepsilon^2}(x+\varepsilon(l-x)) = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 r l U_0^2}{2\varepsilon} + \frac{mv^2}{2}$

$\frac{\frac{\varepsilon\varepsilon_0 l(l-x)}{d} \cdot \frac{\varepsilon\varepsilon_0 l x}{d}}{\varepsilon_0 l(x+\varepsilon l-\varepsilon x)} \cdot d =$

$\frac{\varepsilon(l-x)}{1+\frac{\varepsilon l}{x} - \varepsilon} = \frac{\varepsilon}{\frac{\varepsilon}{x}+\frac{1}{l-x}}$

09-82-37-81 (2.11)

№23.3.2 (продолжение решения) Чистовик:

~~$P_m' = \left(\frac{(VBd)^2 R}{(R+r)^2}\right)' = (VBd)^2\left(\frac{(-2r-2R)(R)}{(R+r)^2}\right) = 0$~~

~~$\Rightarrow (VBd)^2\left(\frac{0-(R^2+r^2+2rR)^2 R}{(R-r)^4}\right) = (VBd)^2\frac{(2r-2R)R}{(R-r)^4} = 0$~~

~~(т.к. мощность max, то $P'=0$) $\Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow 2r-2R = 0 \Rightarrow r = R \Rightarrow P_m = \frac{(VBd)^2 R}{}$~~

$U = VBd$; ~~На резисторе R выделяется мощность~~ Коэффициент полезного действия $\eta = \frac{R}{r+R} = \frac{P_{на R}}{P_{ист}} = \frac{Q_{на R}}{Q_{ист}}$

$P_{ист} = \frac{U^2 r}{R(r+R)} \Rightarrow P_{на R} = \eta P_{ист} = \frac{U^2 r}{(r+R)^2}$? откуда?

$P_{на R}' = U^2\left(\frac{(r+R)^2-(2r+2R)r}{(r+R)^4}\right) = 0$? (т.к. $P_{на R}$ максимальна)

$\Rightarrow r^2 + 2rR + R^2 = 2r^2 + 2Rr \Rightarrow R^2 = r^2 \Rightarrow r = R$ +

$P_m = \frac{U^2 R}{2R \cdot 2R} = \frac{U^2}{4R} = \frac{(VBd)^2}{4R} = P_m \Rightarrow B = \frac{2\sqrt{RP_m}}{Vd} =$

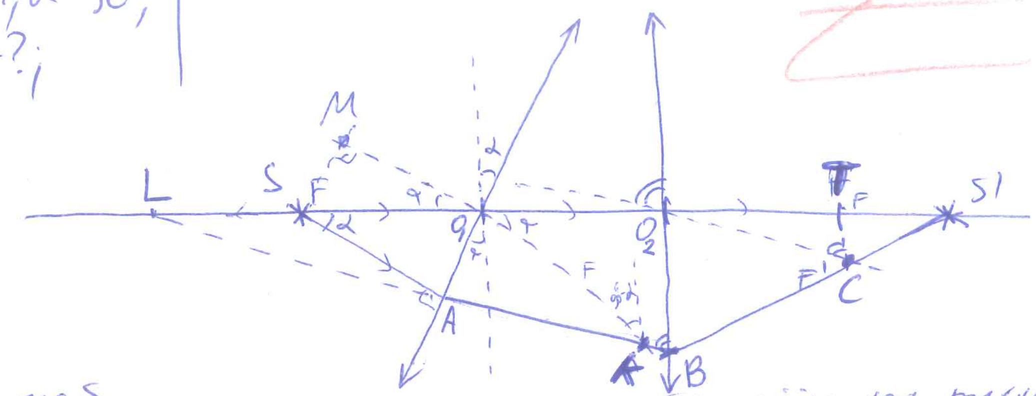
$= \frac{2\sqrt{0{,}4 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}}{10 \cdot 10^{-2} \cdot 40 \cdot 10^{-2}} = \frac{4}{10000 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2}} = 1$ Вб

Ответ: $B = \frac{2\sqrt{RP_m}}{Vd} = 1$ Вб −

№4.10.2 Чистовик:

Дано: $x = 23{,}5$ см; $\alpha = 30^\circ$; $F = ?$

Решение:



Ход лучей от источника изображён на рисунке. S' - изображение ист. S. $\angle O_1SA = \alpha$; $\angle SAO_1 = 90^\circ$,

$O_1A = F\sin\alpha$; $O_1K = F$ (т.к. $SA \perp$ линзе)

$\angle ABO_2 = 90^\circ - \alpha + \angle AKO_1$; $tg\angle AKO_1 = \frac{AO_1}{O_1K} = \frac{F\sin\alpha}{F} = \sin\alpha$

$O_2B = O_1K \sin\angle O_2O_1K = F\sin\alpha$

Формула тонкой линзы: $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$; $d = MO_1 = F\cos\alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow f = \frac{F\cos\alpha}{\cos\alpha - 1} < 0$, $|f| = O_1L$; $\frac{O_1L + O_1O_2}{O_2B} = tg\angle ABO_2 = \frac{\frac{F\cos\alpha}{\cos\alpha - 1} + F}{F\sin\alpha}$

$tg\angle ABO_2 = \frac{2\cos\alpha - 1}{\sin\alpha(\cos\alpha - 1)}$; $\frac{O_2T}{TC} = tg\angle ABO_2$ (по построению)

$\cancel{tg\angle AB} \Rightarrow TC = \frac{F}{tg\angle ABO_2} = \frac{F\sin\alpha(\cos\alpha - 1)}{2\cos\alpha - 1}$; из подобия

$\Delta BO_2S' \sim \Delta CTS'$: $\frac{TS'}{TC} = \frac{O_2S'}{O_2B} \Rightarrow \frac{TS'(2\cos\alpha - 1)}{\cancel{F\sin\alpha}(\cos\alpha - 1)} = \frac{F + TS'}{\cancel{F\sin\alpha}} \Rightarrow$

$\Rightarrow TS'\left(\frac{2\cos\alpha - 1}{\cos\alpha - 1} - 1\right) = F \Rightarrow TS' = F\frac{\cos\alpha - 1}{\cos\alpha}$

$x = SO_1 + O_1O_2 + O_2T + TS' = 3F + F\frac{\cos\alpha - 1}{\cos\alpha} = \frac{4\cos\alpha - 1}{\cos\alpha}F = x \Rightarrow$

$\Rightarrow F = \frac{x\cos\alpha}{4\cos\alpha - 1} = \frac{23{,}5\cos 30^\circ}{4\cos 30^\circ - 1} = \frac{23{,}5\cdot\sqrt{3}/2}{4\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} - 1} = \frac{23{,}5\sqrt{3}}{4\sqrt{3} - 2}$ см;

Ответ: $F = \frac{x\cos\alpha}{4\cos\alpha - 1} = \frac{23{,}5\sqrt{3}}{4\sqrt{3} - 2}$ см $\approx 7{,}3$ см;

Черновик:

$28106 \cdot 3 = 84318$

$Ir = U = qvB$

$830830 : 28106 = 29$; -56212; 268710; -252954

$I = \frac{qvB}{r}$

$P = \frac{(qvB)^2}{r^2}R$

$28106 \cdot 2 = 56212$

$P' =$

$\vec{F}_Л$, $\vec{v}$, $\vec{B}$, $\vec{j}$

$235 : 3$; -21; 25

$P = \cancel{v^2 d \lambda 6 B \frac{d}{2}}$

$I = \cancel{\frac{U - \frac{U}{r+R}r}{r+R}} =$

$= \frac{UR}{(r+R)^2}$

$q\frac{U}{d} = qvB \Rightarrow U = vBd$

dBI

$U + rI = RI \Rightarrow I = \frac{U}{R - r}$

$\frac{U - Ir}{R^2} = \frac{U(R - 2r)}{R^2} = ?$

$P' = \frac{}{R^2}$

$\left(\frac{U + Ir}{r + R}\right)^2 R$

$qE = qvB = q\frac{U}{d} \Rightarrow U = vBd$

$P_r = \frac{U^2}{r} = \frac{(vBd)^2}{r}$; $A_{ист} = vtd6\,vBd$

$U = \mathcal{E} - Ir$

$\mathcal{E} = U + \frac{U}{R}r$

~~const = P~~

$\mathcal{E} = U + Ir$

$\frac{U + Ir}{r + R} = I \Rightarrow I = \frac{U}{R}$

$P = \frac{\mathcal{E}^2}{r + R}$

$P = \frac{\mathcal{E}^2}{R^2} = \frac{U(r+R)}{R^3}$

$\frac{r}{r+R} + \frac{\mathcal{E}^2 r}{(r+R)^2} = \cancel{\frac{U^2}{(r+R)^3}}$

$(U + Ir)I = \frac{U^2(2r + R)}{r + R}$

$\frac{R(2r + R)}{(r+R)^2} = \frac{2R(r+R)^2 + (2r + 2R)R(2r + R)}{(r+R)^2}$

$2R^2 + 4Rr^2 = 2Rr^2$

$2Rr^2 + \cancel{4R^2}r + \cancel{2R^3} + \cancel{4Rr^2} + 2rR^2 + \cancel{4R^2r} + \cancel{2R^3}$

$2R + 4r = 2r$