0 422061 910003

42-20-61-91
(1.5)

1755

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Глущенко Никиты Артемовича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«13» февраля 2026 года

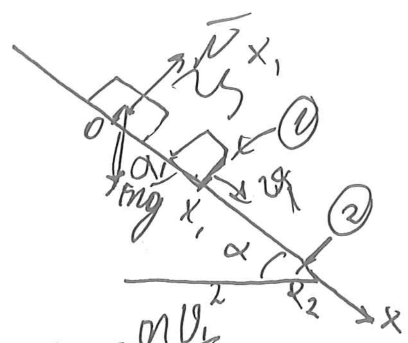
Подпись участника

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик

№1



$a = g\sin\alpha = const$

$x_1 = \frac{g\sin\alpha\, t_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2x_1}{g\sin\alpha}}$

$x_2 = \frac{g\sin\alpha\, t_2^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2x_2}{g\sin\alpha}}$

$v(t) = g\sin\alpha \cdot t$

$mgx_1\sin\alpha = \frac{mv_1^2}{2}$

$b = v_1\tau_1 + \frac{g\sin\alpha\,\tau_1^2}{2}$

$b = v_2\tau_2 + \frac{g\sin\alpha\,\tau_2^2}{2}$

$\tau = t_2 - t_1 = \sqrt{\frac{2}{g\sin\alpha}}\left(\sqrt{x_2} - \sqrt{x_1}\right)$

$v_1 = g\sin\alpha \cdot t_1 = g\sin\alpha\sqrt{\frac{2x_1}{g\sin\alpha}} = \sqrt{2g\sin\alpha \cdot x_1}$

$v_2 = \sqrt{2g\sin\alpha \cdot x_2}$

$\Rightarrow \sqrt{x_2} = \frac{v_2}{\sqrt{2g\sin\alpha}}; \quad \sqrt{x_1} = \frac{v_1}{\sqrt{2g\sin\alpha}}$

$v_1\tau_1 = b - \frac{g\sin\alpha\,\tau_1^2}{2} \Rightarrow v_1 = \frac{1}{\tau_1}\left(b - \frac{g\sin\alpha\,\tau_1^2}{2}\right)$

$v_2 = \frac{1}{\tau_2}\left(b - \frac{g\sin\alpha}{2}\tau_2^2\right)$

$\times 14053$, 18, 112424, $+14053$, 252954

252954

$\sqrt{x_2} = \frac{\left(b - \frac{g\sin\alpha}{2}\tau_2^2\right)}{\tau_2\sqrt{2g\sin\alpha}}$

$\sqrt{x_1} = \frac{b - \frac{g\sin\alpha\,\tau_1^2}{2}}{\tau_1\sqrt{2g\sin\alpha}}$

$\tau = \sqrt{\frac{2}{g\sin\alpha}}\,\frac{1}{\sqrt{2g\sin\alpha}}\left(\frac{1}{\tau_2}\left(b - \frac{g\sin\alpha}{2}\tau_2^2\right) - \frac{1}{\tau_1}\left(b - \frac{g\sin\alpha}{2}\tau_1^2\right)\right)$

$\tau = \frac{1}{g\sin\alpha}\left(\frac{1}{\tau_2}\left(b - \frac{g\sin\alpha}{2}\tau_2^2\right) - \frac{1}{\tau_1}\left(b - \frac{g\sin\alpha}{2}\tau_1^2\right)\right)$

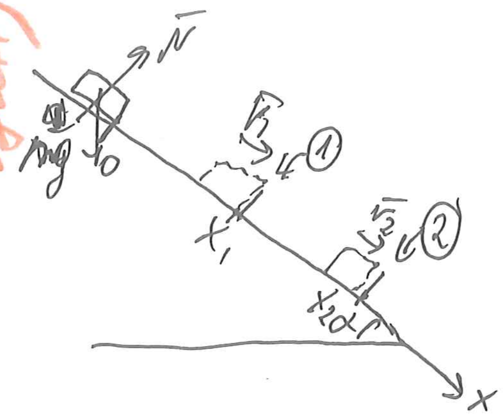
42-20-61-91 (1.5)

1	2	3	4	5	Σ
10	20	5+5	17+5	19	81

Меркина, Ортин, Кит А.А., Мохалова, Киселева

Черновик

№1



Введём ось ox в направлении вниз по плоскости. Пусть в момент $t=0$ координата бруска 0. Координаты первого и второго фотоэлементов равны x_1 и x_2 соответственно.

Запишем ЗСЭ от начального момента до достижения бруском первого фотоэлемента:

$mgx_1\sin\alpha = \frac{mv_1^2}{2} \Rightarrow x_1 = \frac{v_1^2}{2g\sin\alpha}$

Аналогично для x_2: $x_2 = \frac{v_2^2}{2g\sin\alpha}$

II з.Н (ox): $mg\sin\alpha = ma \Rightarrow a = g\sin\alpha = const.$

Пусть до первого фотоэлемента брусок доехал через t_1, до второго — через t_2:

$x_1 = \frac{g\sin\alpha\, t_1^2}{2}; \quad x_2 = \frac{g\sin\alpha\, t_2^2}{2}$

Тогда искомое время $\tau = t_2 - t_1 = \sqrt{\frac{2}{g\sin\alpha}}\left(\sqrt{x_2} - \sqrt{x_1}\right)$

Для интервалов перекрытия:

$b = v_1\tau_1 + \frac{g\sin\alpha\,\tau_1^2}{2} \to v_1 = \frac{1}{\tau_1}\left(b - \frac{g\sin\alpha\,\tau_1^2}{2}\right)$

$b = v_2\tau_2 + \frac{g\sin\alpha\,\tau_2^2}{2} \to v_2 = \frac{1}{\tau_2}\left(b - \frac{g\sin\alpha\,\tau_2^2}{2}\right)$

$\Rightarrow \sqrt{x_1} = \frac{v_1}{\sqrt{2g\sin\alpha}} = \frac{b - \frac{g\sin\alpha}{2}\tau_1^2}{\tau_1\sqrt{2g\sin\alpha}}$

$\sqrt{x_2} = \frac{v_2}{\sqrt{2g\sin\alpha}} = \frac{b - \frac{g\sin\alpha}{2}\tau_2^2}{\tau_2\sqrt{2g\sin\alpha}}$

Чистовик

№1 (продолжение)

$$\Rightarrow \tau = \sqrt{\frac{2}{g\sin\alpha}}\cdot\frac{1}{\sqrt{2g\sin\alpha}}\left(\frac{1}{\tau_2}\left(b-\frac{g\sin\alpha\,\tau_2^2}{2}\right)-\frac{1}{\tau_1}\left(b-\frac{g\sin\alpha}{2}\tau_1^2\right)\right)$$

$$\tau = \frac{1}{g\sin\alpha}\left(\frac{b}{\tau_2}-\frac{g\sin\alpha\,\tau_2}{2}-\frac{b}{\tau_1}+\frac{g\sin\alpha\,\tau_1}{2}\right)=$$

$$=\frac{1}{g\sin\alpha}\left(b\left(\frac{1}{\tau_2}-\frac{1}{\tau_1}\right)+\frac{g\sin\alpha}{2}(\tau_1-\tau_2)\right)=$$

$$=\frac{1}{g\sin\alpha}\left(b\,\frac{\tau_1-\tau_2}{\tau_1\tau_2}+\frac{g\sin\alpha}{2}(\tau_1-\tau_2)\right)=$$

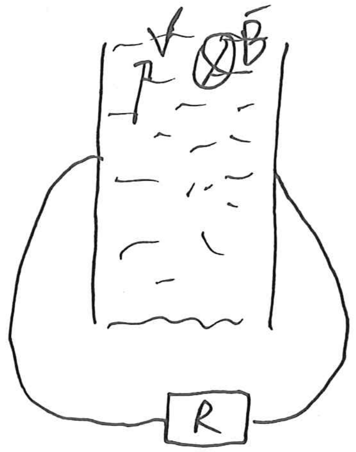
$$=\frac{\tau_1-\tau_2}{g\sin\alpha}\left(\frac{b}{\tau_1\tau_2}+\frac{g\sin\alpha}{2}\right)$$

Подставим числа: $\tau=\frac{2-1}{\cancel{10\cdot\frac{1}{2}}\,5}\left(\frac{0{,}1}{2\cdot1}+\frac{10\cdot\frac{1}{2}}{2}\right)c=$

$$=\frac{1}{5}\left(\frac{0{,}1}{2}+\frac{5}{2}\right)=\frac{5{,}1}{10}=\frac{51}{100}\,c=\boxed{0{,}51c}$$

Ответ: $\tau=0{,}51c$

№3



Т.к. жидкость проводящая $\Rightarrow$ на пластинах будет создана разность потенциалов $\mathcal{E}$, причем $\mathcal{E}=BVd$.

II правило Кирхгофа:

$\mathcal{E}=IR=BVd \Rightarrow I=\frac{BVd}{R}$

Мощность $P_{тп}=\cancel{UI}=\frac{U^2}{R}=\frac{(BVd)^2}{R}$

$\Rightarrow BVd=\sqrt{P_{тп}R} \Rightarrow d=\frac{\sqrt{P_{тп}R}}{BV}$

Посчитаем: $d=\frac{\sqrt{1\cdot10^{-3}\cdot0{,}4}}{1\cdot0{,}1}\,м=\frac{\sqrt{0{,}0004}}{0{,}1}=\frac{0{,}02}{0{,}1}\,м=0{,}2\,м=\boxed{20\,см}$

Ответ: $d=20$ см

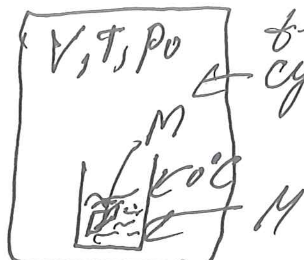
ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Черновик

№2

$\lambda_к\cdot m_{тр}=r_п m_{исп}$

$\lambda_к\cdot\Delta m=r_п$



$t=0°C$ сухой воздух

$m_п=\frac{\mu P_н V}{RT}$

$r_п(m_п-\Delta m)=\lambda_к\Delta m$

$m_п$ — влажный воздух

$M-m_п-\Delta m$

$m+\Delta m$

$P_{нас}\cdot V=\frac{m_п}{\mu}RT$

$\frac{160\cdot3{,}1\cdot3{,}14}{9}\approx\frac{10\cdot160}{9}\approx\frac{1600}{9}$

№3

$d\mathcal{E}=BV\,\cancel{dx}\cdot d$ $\quad 1600/9$

$\mathcal{E}=BVd$

$BVd=\frac{qd}{\varepsilon_0 S}+IR$

~~$\frac{\dot I d}{\varepsilon_0 S}+\dot I R=0$~~

~~$\frac{dI}{dt}R=-\frac{Id}{\varepsilon_0 S}$~~

~~$\int_{I_0}\frac{dI}{I}=-\frac{d}{R\varepsilon_0 S}\int_0^t dt$~~

$I(t)=I_0 e^{-\frac{d}{R\varepsilon_0 S}t}$

$P=I^2R$

$IR=BVd \Rightarrow I=\frac{BVd}{R}$

$P=\frac{(BV)^2d^2}{R^2}\cdot R \Rightarrow$

$d^2=\frac{PR}{(BV)^2}$

$\frac{\sqrt{0{,}4\cdot10^{-3}}}{0{,}1}$

$d=\frac{\sqrt{P_{тп}R}}{BV}=\frac{\sqrt{0{,}04\cdot10^{-2}}}{0{,}1}=\frac{0{,}02}{0{,}1}=$

$=\frac{2}{10}=\boxed{20\,см}$

0,001 × 0,4

0004
0000
0,0004

0,02 × 0,02

004
000
000
0,0004

$\frac{611\cdot30{,}18\cdot10^{-3}}{8{,}3\cdot273}=\frac{2{,}3\cdot10^{6}}{3{,}3\cdot10^{5}}$

$\frac{611\cdot30\cdot18\cdot10^{-3}}{8{,}3\cdot273}=\frac{611\cdot30\cdot18}{8{,}3\cdot273}\cdot10^{-3}$

Черновик

N 4

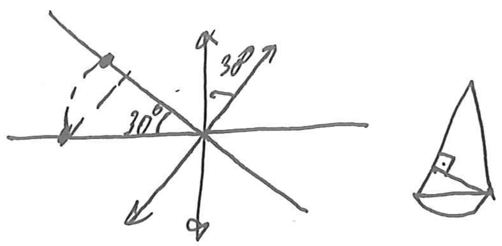
$252954 \quad 19249249$

$249249 \mid 1$

$4\,3705\,10$

$a = F\cos\alpha$ $\qquad \frac{1}{F} = \frac{1}{F\cos\alpha} \mp \frac{1}{b}$

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



$\frac{1}{b} = \frac{-(\cos\alpha - 1)}{F\cos\alpha}$

$b = \frac{F\cos\alpha}{1-\cos\alpha}$

$a' = b\cos\alpha + F = \frac{F\cos^2\alpha}{1-\cos\alpha} + F = F\frac{\cos^2\alpha - \cos\alpha + 1}{1-\cos\alpha}$

$\frac{1}{F} = -\frac{1-\cos\alpha}{F(\cos^2\alpha - \cos\alpha + 1)} + \frac{1}{b'}$ $\qquad \frac{\frac{\sqrt3}{2}}{1-\frac{\sqrt3}{2}} = \frac{\sqrt3}{2-\sqrt3} \approx \frac{1,7}{0,3} \approx \frac{17}{3} \approx 5,6$

$\frac{1}{b'} = \frac{1}{F}\left(1 + \frac{1-\cos\alpha}{\cos^2\alpha - \cos\alpha + 1}\right)$

$\cancel{\frac{1-\cos\alpha}{\cos^2\alpha - \cos\alpha + 1}}$ $\qquad \frac{\cos^2\alpha - \cos\alpha + 1}{1-\cos\alpha} = \frac{\frac34 - \frac{\sqrt3}{2} + 1}{1 - \frac{\sqrt3}{2}} =$

$1 - \frac{1}{6} \quad = \frac{\frac34 - \frac{2\sqrt3}{4} + \frac44}{\frac{2-\sqrt3}{2}} = \frac{2}{4}\,\frac{3 - 2\sqrt3 + 4}{2-\sqrt3} =$

$\sqrt3 \approx 1,7 \Rightarrow 2\sqrt3 \approx 3,4$

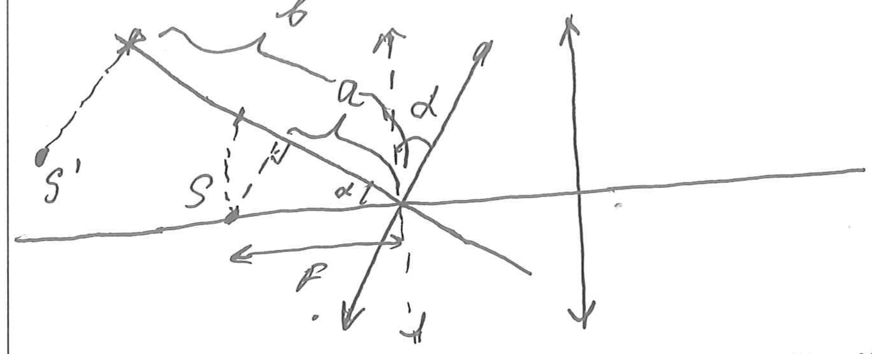
$= \frac{7 - 2\sqrt3}{4 - 2\sqrt3} \approx \frac{7-3,4}{4-3,4} \approx \frac{3,6}{0,6} \approx \frac{36}{6} \approx 6$

$\frac{(1-\cos\alpha)^2 + \cos\alpha}{1-\cos\alpha} \approx 1 - \cos\alpha + \frac{\cos\alpha}{1-\cos\alpha}$ $\qquad a' \approx 6F$

42-20-61-91 (1.5)

Чистовик

N 4



Для повернутой линзы источник будет находиться на расстоянии $a = F\cos\alpha$ от неё. ФТЛ для повернутой линзы:

$\frac{1}{F} = \frac{1}{F\cos\alpha} + \frac{1}{b}$, где b — расстояние до изображения в первой линзе. Заметим, что это изображение мнимое.

$\Rightarrow \left|\frac{1}{b}\right| = \frac{1}{F\cos\alpha} - \frac{1}{F} = \frac{1-\cos\alpha}{F\cos\alpha} \Rightarrow |b| = F\frac{\cos\alpha}{1-\cos\alpha}$

Для второй линзы изображение S' будет считаться мнимым источником на расстоянии a' от неё. Найдём увеличение:

$\Gamma = \frac{b}{a} = \frac{1}{1-\cos\alpha}$; ~~посчитаем~~ $\cancel{\Gamma = \frac{2}{2-\sqrt3} \approx \frac{2}{2-1,7} \approx \frac{20}{3} \approx 7}$

$\cancel{h = F\sin\alpha = \frac{F}{2} \Rightarrow H \approx \frac{7F}{2}}$. ~~Найдем~~ $\cancel{b \cdot tg\,\alpha}$:

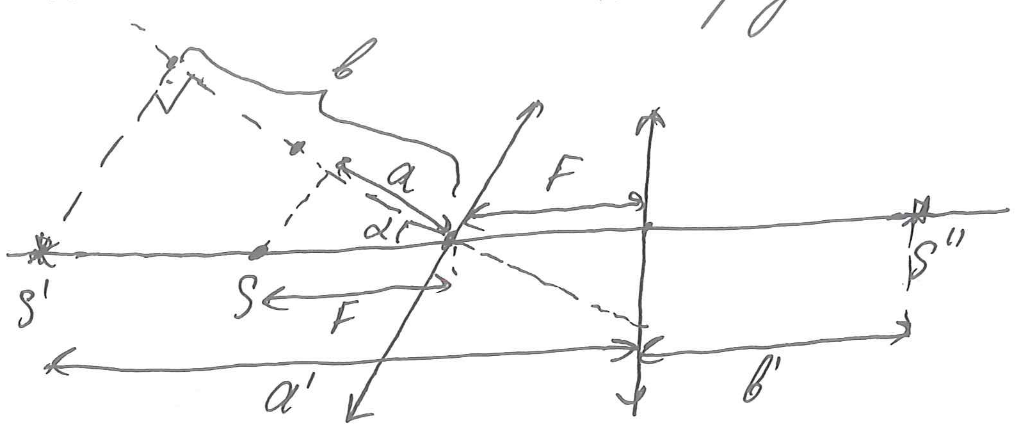
$\cancel{b\,tg\,\alpha = F\frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha} \approx F\frac{\frac12 \cdot 2}{2-1,7} \approx F\frac{1}{0,3} \approx 3F}$

~~Сравним~~ $\cancel{3F}$ ~~и~~ $\cancel{H}$: $\cancel{3F < \frac{7F}{2}} \Rightarrow$ ~~мнимый источник будет ниже Г.О.О.~~

Тогда расстояние от изображения до новой ГОО $H = \frac{b}{a} \cdot h = \frac{1}{1-\cos\alpha} \cdot F\sin\alpha = F\frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha}$

Если ~~источник~~ изображение на горизонтальной ГОО, то $H = tg\,\alpha \cdot b$

Чистовик №4 (продолжение)



Проверим это: $F\frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha} = \frac{F\cos\alpha}{1-\cos\alpha}\cdot\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$

$\Rightarrow$ изображение в точности на горизонтальной Г.О.О.

Тогда $a' = F + \frac{b}{\cos\alpha} = F + \frac{F}{1-\cos\alpha} = F\frac{2-\cos\alpha}{1-\cos\alpha}$ +

ФТЛ для верт. линзы:

$\frac{1}{F} = -\frac{1}{a'} + \frac{1}{b'} \Rightarrow \frac{1}{b'} = \frac{1}{F} + \frac{1-\cos\alpha}{F(2-\cos\alpha)}$

$\frac{1}{b'} = \frac{2-\cos\alpha+1-\cos\alpha}{F(2-\cos\alpha)} = \frac{3-2\cos\alpha}{F(2-\cos\alpha)}$

$\Rightarrow b' = F\frac{2-\cos\alpha}{3-2\cos\alpha}$ −

Тогда $x = 2F + b' = 2F + F\frac{2-\cos\alpha}{3-2\cos\alpha} =$

$= F\frac{6-4\cos\alpha+2-\cos\alpha}{3-2\cos\alpha} = \boxed{F\frac{8-5\cos\alpha}{3-2\cos\alpha}}$ −

Посчитаем, с учетом $\sqrt{3}\approx 1,7$:

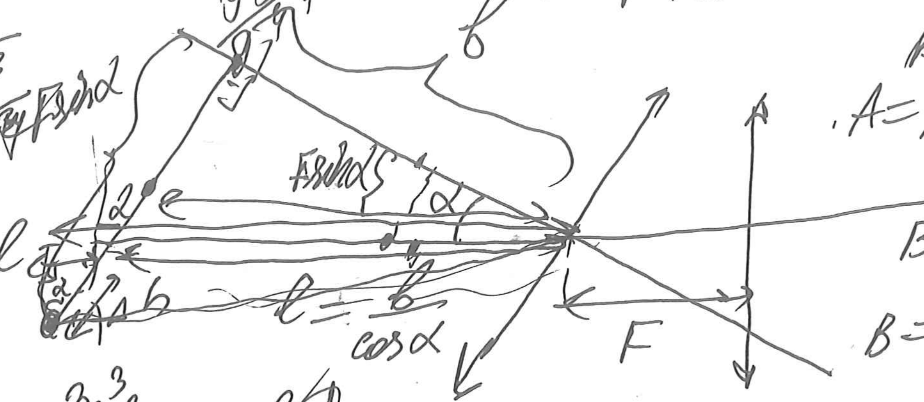
$x \approx 7,5\frac{8-5\cdot\frac{1,7}{2}}{3-1,7} \approx 7,5\cdot\frac{16-8,5}{2\cdot 1,3} \approx 7,5\frac{7,5}{2,6} \approx 3\cdot 7,5 \approx$
$\approx 22,5$ см

Ответ: $x \approx 22,5$ см −

Черновик

$\frac{1}{В}\sqrt{\frac{кг\cdot м}{Кл^2}\cdot Н\cdot м^2}$ $\frac{4,5^2}{2,6}$ $\frac{75}{26}$

$\sqrt{\frac{кг\cdot м^3\cdot Н}{Кл^2\cdot В^2}} = \sqrt{\frac{кг^2\cdot м^3\cdot м}{с^2 Кл^2 В^2}}$



$A = qU = F\cdot x$

$В = \frac{Н\cdot м}{Кл}$

$В = \frac{кг\cdot м^2}{с^2 Кл}$

$\frac{b}{a} = F\frac{\cos\alpha}{1-\cos\alpha}\cdot\frac{1}{F\cos\alpha} = \frac{1}{1-\cos\alpha} =$

$= \frac{2}{2-\sqrt{3}} \approx \frac{2}{2-1,7} \approx \frac{2}{0,3} \approx \frac{20}{3} \approx 7$

$\Delta l = \Delta h\sin\alpha = (7F\sin\alpha - b\,tg\alpha)\sin\alpha =$

$= \frac{b}{a}F\sin^2\alpha - b\frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha}$

$\Rightarrow a' = l + \Delta l = \frac{b}{a}F\sin^2\alpha - b\frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha} + \frac{b}{\cos\alpha}$

$\sqrt{\frac{4\cdot10\cdot10^{-3}\cdot10^{-3}}{9\cdot10^{-12}}} =$

$= \frac{8\pi}{300}\sqrt{\frac{4\cdot10^{-5}}{9\cdot10^{-12}}} = \frac{F\sin^2\alpha}{1-\cos\alpha} - \frac{F\sin^2\alpha}{1-\cos\alpha} + \frac{F}{1-\cos\alpha} =$

$\frac{8\pi}{300}\sqrt{\frac{4\cdot10^{7}}{9}} = \frac{16\pi}{900}\sqrt{10^6\cdot10} = \frac{F}{1-\cos\alpha}$ $\frac{16\pi}{900}\cdot10^3\sqrt{10}$

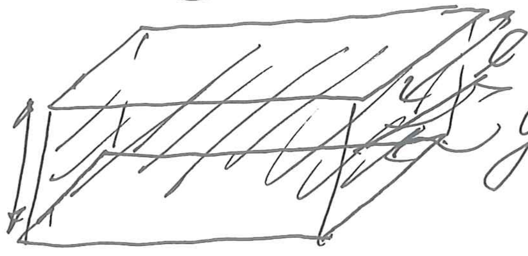
$H = \frac{b}{a}\cdot F\sin\alpha = F\frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha}$ $\frac{1600\pi}{9}\sqrt{10}$

$b\,tg\alpha = \frac{F\cos\alpha}{1-\cos\alpha}\cdot\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = F\frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha}$

Черновик

№5

l



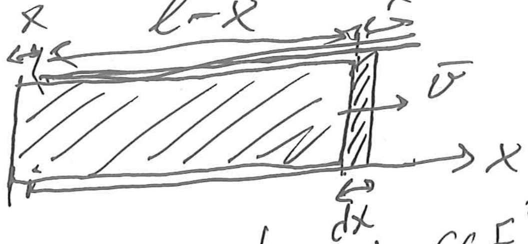
диэлектрик.

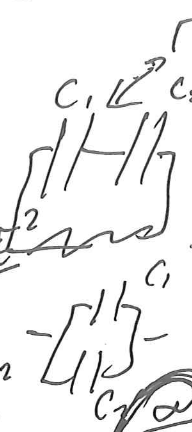
$q_0 = C_0 U_0$

$q_0 = C U$

$\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\right)^{-1}$

$\frac{1}{В}\sqrt{кг \cdot м}$





$\frac{dW}{dx} = -\frac{U_0^2}{2d}\varepsilon_0 l(\varepsilon-1)$

$\frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2} - \frac{\varepsilon_0 E^2}{2}$

$(\varepsilon-1)\frac{\varepsilon_0 E^2}{2}$

C_1+C_2

$C = C_\varepsilon + C_0 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S'}{d} + \frac{\varepsilon_0 S''}{d}$

$S' = (l-x)l$

$S'' = xl$

$F = -\frac{q^2 d}{2\varepsilon_0 l}\cdot\frac{\varepsilon-1}{(\varepsilon l - x(\varepsilon-1))^2}$

$\frac{\varepsilon-1}{(\varepsilon l)^2\left(1-\frac{x(\varepsilon-1)}{\varepsilon l}\right)^2}$

$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0}{d}l(l-x) + \frac{\varepsilon_0 l}{d}x = \frac{\varepsilon_0 l}{d}(\varepsilon l - \varepsilon x + x) = \frac{\varepsilon_0 l}{d}(\varepsilon l - x(\varepsilon-1))$

$\left(1-\frac{x}{l}\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}\right)^{-2} \approx 1+\frac{x}{l}\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}$

$k = \frac{Fl^2}{q^2}$

$p = |\omega_2-\omega_1|$

$F = -\frac{q^2 d}{2\varepsilon_0 l}\frac{\varepsilon-1}{(\varepsilon-1)^2}\frac{1}{\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}l-x\right)^2}$

$\varepsilon_0 \sim \frac{q^2}{Hl^2}$

$\varepsilon_0 \sim \frac{Кл^2}{Н \cdot м^2}$

$Fdx = dW$

$\frac{dW}{dx} = \frac{d}{dx}\left(\frac{CU_0^2}{2}\right) = \frac{d}{dx}\left(\frac{q^2}{2C}\right) = -\frac{q^2}{2C^2}\frac{dC}{dx}$

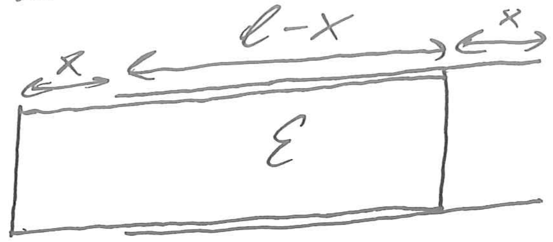
$-\frac{U_0^2}{2}\frac{\varepsilon_0 l}{d}(\varepsilon-1)$

$\frac{dC}{dx} = -\frac{\varepsilon_0 l(\varepsilon-1)}{d}$

42-20-61-91 (1.5)

Чистовик

№5



Пусть в момент времени t пластинка смещена на x отн. обкладок конденсатора. Запишем ёмкость:

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

$$\Rightarrow C(x) = \frac{\varepsilon_0 l}{d}(\varepsilon l - x(\varepsilon-1))$$

Чтобы сместить пластину на dx, нужно совершить работу Fdx, тогда энергия конденсатора изменится на dW.

$$\Rightarrow Fdx = dW \Rightarrow F = \frac{dW}{dx}$$

Заряд не меняется $\Rightarrow W(x) = \frac{q_0^2}{2C(x)}$

$$\frac{dW}{dx} = \frac{q_0^2}{2}\frac{d}{dx}\left(\frac{1}{C(x)}\right) = \frac{q_0^2}{2}\cdot\frac{-1}{C^2(x)}\frac{dC}{dx} = \frac{q_0^2}{2C^2}\cdot\frac{\varepsilon_0 l}{d}(\varepsilon-1)$$

$$q_0 = C_0 U_0 = \frac{\varepsilon_0 l^2}{d}U_0$$

$$\Rightarrow \frac{dW}{dx} = \frac{\varepsilon_0^2 l^4 U_0^2 d^2 \cdot \varepsilon_0 l(\varepsilon-1)}{d^3 \cdot 2\varepsilon_0^2 l^2(\varepsilon l - x(\varepsilon-1))^2} = \frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1)l^3U_0^2}{2d(\varepsilon l - x(\varepsilon-1))^2}$$

$$\Rightarrow F(x) = \frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1)l^3U_0^2}{2d(\varepsilon l - x(\varepsilon-1))^2} = \frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1)l^3U_0^2}{2d\cdot\varepsilon^2 l^2}\frac{1}{\left(1-\frac{x}{l}\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}\right)^2}$$

$$F(x) = \frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1)lU_0^2}{2d\varepsilon^2}\left(1-\frac{x}{l}\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}\right)^{-2}$$

т.к. $x \ll l \Rightarrow \frac{x}{l}\cdot\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \ll 1 \Rightarrow \left(1-\frac{x}{l}\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}\right)^{-2} \approx 1+\frac{2x}{l}\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}$

$$\Rightarrow F(x) \approx \frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1)lU_0^2}{2d\varepsilon^2}\left(1+\frac{2x}{l}\cdot\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}\right)$$

II з.Н для пластины: $m\ddot{x} = -F$

$$\Rightarrow m\ddot{x} + \frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1)lU_0^2}{2d\varepsilon^2}\cdot\frac{2(\varepsilon-1)}{l\varepsilon}\cdot x = -\frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1)lU_0^2}{2d\varepsilon^2}$$

Чистовик

№5 (продолжение)

$$m\ddot{x} + \frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1)^2 U_0^2}{d\varepsilon^3}x = -\frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1) l U_0^2}{2d\varepsilon^2}$$

$$\ddot{x} + \frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1)^2 U_0^2}{md\varepsilon^3}x = -\frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1) l U_0^2}{2md\varepsilon^2}$$

Это ур-ние гармонических колебаний со смещенным положением равновесия.

$$\omega^2 = \frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1)^2}{\varepsilon^3}\frac{U_0^2}{md} \Rightarrow \omega = \frac{(\varepsilon-1)U_0}{\varepsilon}\sqrt{\frac{\varepsilon_0}{md\varepsilon}}$$

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \boxed{\frac{2\pi\varepsilon}{(\varepsilon-1)U_0}\sqrt{\frac{\varepsilon m d}{\varepsilon_0}}}$$ ← Ответ

нет численного ответа

№2

← Было

Стало

После установления равновесия масса воды станет $m_в = M - m_п - \Delta m$, где M - масса воды в начале, $m_п$ - масса испарившейся воды, Δm - искомая масса; масса льда $m_л = m + \Delta m$, где m - начальная масса льда.

Запишем УМК для насыщенного пара:

$$p_н V = \frac{m_п}{\mu}RT \Rightarrow m_п = \frac{p_н V \mu}{RT}$$

Уравнение теплового баланса: $\boxed{\cancel{+\lambda_к \Delta m = r_п(m_п + \Delta m)}}$

$$\lambda_к \Delta m = r_п m_п$$

Чистовик

№2 (продолжение)

$\cancel{+\lambda_к \Delta m = r_п m_п + r_п \Delta m \Rightarrow \Delta m = m_п \frac{r_п}{\lambda_к - r_п}}$

$\cancel{\Delta m = \frac{p_н V \mu}{RT}\cdot\frac{r_п}{\lambda_к - r_п}}$

$\cancel{14053 \times 18 = 252954}$ $\cancel{7553 \times 33 = 22659 + 22659 = 249249}$

~~Численно:~~ $\cancel{\Delta m = \frac{611\cdot 30\cdot 18\cdot 10^{-3}}{8{,}3\cdot 273}\cdot\frac{2{,}3\cdot 10^6}{3{,}3\cdot 10^5 - 2{,}3\cdot 10^6}}$

$$\Rightarrow \Delta m = m_п\cdot\frac{r_п}{\lambda_к} = \boxed{\frac{p_н V \mu r_п}{RT\lambda_к}}$$

Численно: $\Delta m = \frac{611\cdot 30\cdot 18\cdot 10^{-3}\cdot 2{,}3\cdot 10^6}{8{,}3\cdot 273\cdot 3{,}3\cdot 10^5}$ кг $=$

$$= \frac{611\cdot 30\cdot 18\cdot 2{,}3}{8{,}3\cdot 3{,}3\cdot 273}\cdot 10^{-2}\text{ кг} = \frac{611\cdot 300\cdot 18\cdot 23}{83\cdot 33\cdot 273}\cdot 10^{-2}\text{ кг} =$$

$$= \frac{14053\cdot 6\cdot 300}{7553\cdot 33}\cdot 10^{-2}\text{ кг} = \frac{14053\cdot 1800}{249249}\cdot 10^{-2}\text{ кг} =$$

$$= \frac{14053\cdot 18}{249249}\text{ кг} = \frac{252954}{249249}\text{ кг} \approx \boxed{1\text{ кг}}$$

Ответ: $\Delta m \approx 1$ кг