0 657479 120007

65-74-79-12
(3.1)

1755

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Тикова Ивана Евгеньевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

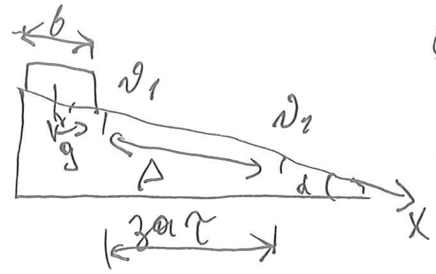
«13» февраля 2026 года

Подпись участника

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик



$g \sin\alpha = a$

$\Delta = v_0 \tau + \frac{g \sin\alpha \tau^2}{2}$

$b = v_0 \tau_1 + \frac{g \sin\alpha \tau_1^2}{2}$

$b = v_0 \tau_2 + \frac{g \sin\alpha \tau_2^2}{2}$

$0 = v_{0x}(\tau_1 - \tau_2) + \frac{g \sin\alpha}{2}(\tau_1^2 + \tau_2^2)$ $\quad v_{0x} = -\frac{g \sin\alpha}{2}(\tau_1 + \tau_2)$

$\Delta = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 g \sin\alpha}$ $\quad v_2 = v_1 + g \sin\alpha \cdot \tau_2$

P_m, R, d, B

$B v d = I(R + r)$

$I = \frac{B v d}{R + r}$

$P_m = I^2 R = (B v d)^2 \frac{R}{(R+r)^2}$

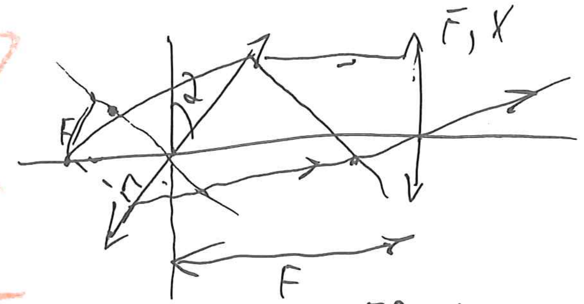
$\frac{R}{(R+r)^2} = f$ $\quad f'_R = \frac{(R+r)^2 - 2(R+r) \cdot R}{(R+r)^4} = \frac{R^2 + 2Rr + r^2 - 2R^2 - 2Rr}{(R+r)^4}$

$r^2 - R^2 = 0$

$r = R$

$P_m = (B v d)^2 \cdot \frac{R}{4R^2}$ $\quad v^2 = \frac{4 P_m R}{(B d)^2}$

F, X



$d = F \sin\alpha$

$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

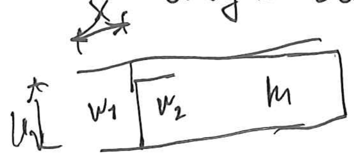
$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} - \frac{1}{F} = \frac{F - F\sin\alpha}{F^2 \sin\alpha} = \frac{1 - \sin\alpha}{F \sin\alpha}$

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

$(\operatorname{tg}\alpha + a) \frac{\operatorname{tg}\alpha + 3a}{a(\operatorname{tg}\alpha + 2a)} = \frac{\operatorname{tg}^2\alpha + 3a \operatorname{tg}\alpha + a \operatorname{tg}\alpha + 3a^2}{a \operatorname{tg}\alpha + 2a^2} =$

$= \frac{\operatorname{tg}^2\alpha + 4a \operatorname{tg}\alpha + 3a^2}{a \operatorname{tg}\alpha + 2a^2}$

$\frac{1}{1 - \sin^2\alpha} - 1 = \frac{1 - 1 + \sin^2\alpha}{1 - \sin^2\alpha} = \frac{\sin^2\alpha}{1 - \sin^2\alpha}$



$\Rightarrow$ $W =$ смещения на dx

$W = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d} = \frac{m v^2}{2} +$

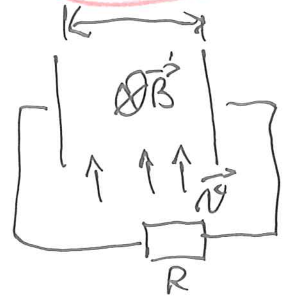
$F = -\frac{dW_p}{dx} = -\left(\frac{\varepsilon_0}{d}((1 - 2\varepsilon) + \text{const}\right)$

65-74-79-12 (3.1)

Чистовик

№3

Дано:
$R = 0{,}4$ Ом
$d = 40$ см
$B = 1$ Тл
$P_m = 1$ мВт
$v - ?$



Разность потенциалов между пластинами – $U = B v d$ (да)

По правилу Кирхгофа: $U = IR + Ir$, где (да)
r – сопр. жидкости

$I = \frac{U}{R + r} = \cancel{\frac{B v d}{R + r}}$ $\quad I = \frac{B v d}{R + r}$

$P = I^2 R = (B v d)^2 \cdot \frac{R}{(R + r)^2}$; Чтобы $P = P_m$ надо: $\left(\frac{R}{(R+r)^2}\right)'_R = 0$ (да)

P – мощность на R

$\frac{(R+r)^2 - 2(R+r) \cdot R}{(R+r)^3} = 0 \Rightarrow R + r - 2R = 0 \Rightarrow r = R$ да!

$P_m = \frac{R}{(R+R)^2} \cdot (B v d)^2 = \frac{(B v d)^2}{4R}$ $\quad v^2 = \frac{4 P_m R}{(B d)^2}$

$\boxed{v = \frac{2\sqrt{P_m R}}{B d}}$

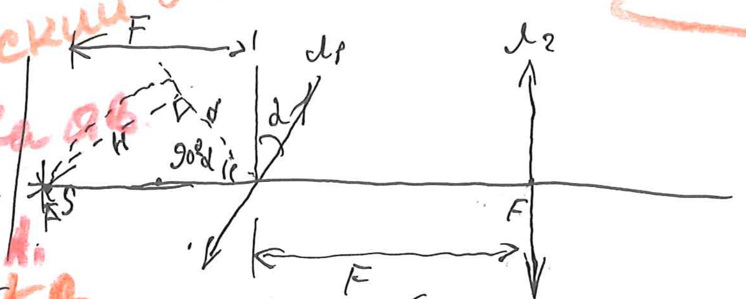
$v = \frac{2 \cdot \sqrt{1 \cdot 10^{-3} \text{ Вт} \cdot 0{,}4 \text{ Ом}}}{1 \text{ Тл} \cdot 0{,}2 \text{ м}} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{0{,}2} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} = 0{,}1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Ответ: $v = 0{,}1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ Все верно! 20б

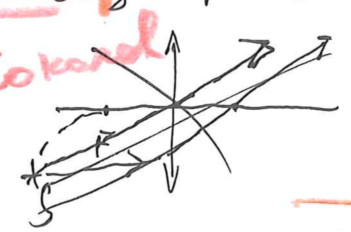
С А.В.

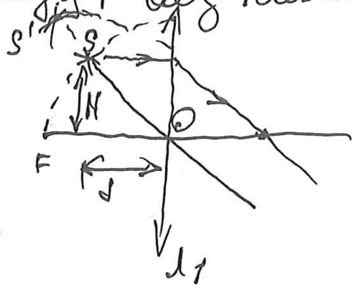
N 4

Дано:
$F = 7{,}5$ см
$X = 23{,}5$ см
$\alpha - ?$



Изображения линзы 1 без наклона:





$л_1$ – создаёт мнимое изобр. S_2

$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

1	2	3	4	5	Σ
10	20	20 +5	22	12	84

Беринский
Галимова Я.Б.
Новиков И.Н.
Захаров К.В.
Соколов

Чистовик

$\frac{1}{\cancel{F}\cos(}$ $d = F\cos(90^\circ - \alpha) = F\sin\alpha$

$\frac{1}{F\sin\alpha} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ $\quad \frac{1}{f} = \frac{1}{F}\left(1 - \frac{1}{\sin\alpha}\right) = \frac{1}{F}\cdot\frac{\sin\alpha - 1}{\sin\alpha}$

$f = F\cdot\frac{\sin\alpha}{\sin\alpha - 1}$ H - раст. от ист. до ГОО.

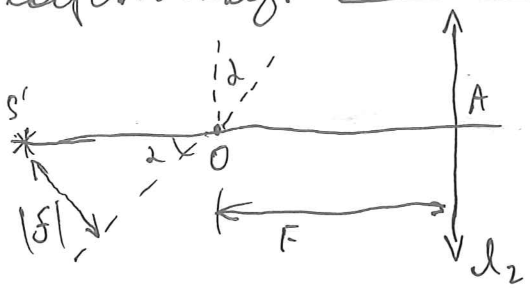
$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{F\sin\alpha}{\sin\alpha - 1}\cdot\frac{1}{F\sin\alpha} = \frac{1}{\sin\alpha - 1}$

h - раст. от изобр. до ГОО: $h = |\Gamma| H = \frac{H}{1-\sin\alpha}$

Заменим ист. и л1 на его изобр. в л2 и вернём картинку. (S' по чертежу на ГОО); $S'O = \frac{|S|}{\sin\alpha}$

$S'O = \frac{|S|}{\sin(90^\circ-\alpha)} = F\cdot\frac{\sin\alpha}{1-\sin\alpha}\cdot\frac{1}{\cos\alpha}\cdot\frac{}{\sin\alpha} =$

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

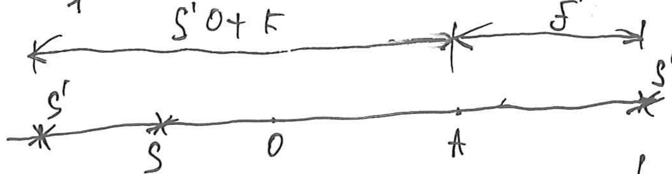


мнимый ист.

Преломление в л2: $\frac{1}{S'O + F} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{F}$ $\quad \frac{1+2-2\sin\alpha}{\cancel{tg\,\alpha + 1 - \sin\alpha - 1 + \sin\alpha}} =$

$\frac{1}{f'} = \frac{1}{F} + \frac{1}{F\cdot\frac{tg\,\alpha}{1-\sin\alpha} + F} = \frac{1}{F}\left(1 + \frac{1-\sin\alpha}{tg\,\alpha + 1 - \sin\alpha}\right) = \frac{1}{F}$ $\quad \frac{}{tg\,\alpha + 1 - \sin\alpha} =$

$= \frac{1}{F}\cdot\frac{tg\,\alpha + 2 - 2\sin\alpha}{tg\,\alpha + 1 - \sin\alpha}$ $\quad \boxed{f' = F\cdot\frac{tg\,\alpha + 2 - 2\sin\alpha}{tg\,\alpha}}$ $\quad f' = F\cdot\frac{tg\,\alpha + 1 - \sin\alpha}{tg\,\alpha + 2 - 2\sin\alpha}$



S'' - изобр. в системе л1 и л2

~~$x = F\cdot\frac{tg\,\alpha + 1 - \sin\alpha}{tg\,\alpha + 2 - 2\sin\alpha} + F + F\cdot\frac{tg\,\alpha}{1-\sin\alpha} = F\left(\frac{tg\,\alpha + 1 - \sin\alpha}{tg\,\alpha + 2 - 2\sin\alpha} + \frac{tg\,\alpha + 1 - \sin\alpha}{1-\sin\alpha}\right)$~~

~~$\frac{x}{F} = (tg\,\alpha + 1 - \sin\alpha)\,\frac{1 - \sin\alpha + tg\,\alpha + 2 - 2\sin\alpha}{(tg\,\alpha + 2 - 2\sin\alpha)(1-\sin\alpha)} = tg\,\alpha + 1 - \sin\alpha$~~

~~$(tg\,\alpha + 1 - \sin\alpha)\,\frac{3 + tg\,\alpha - 3\sin\alpha}{(1-\sin\alpha)(tg\,\alpha + 2 - 2\sin\alpha)}$~~

$f' = F\cdot\frac{2-\sin\alpha}{3-2\sin\alpha}$ $\quad x = f' + S'O + F = F\,\frac{2-\sin\alpha}{3-2\sin\alpha} + \frac{F}{1-\sin\alpha} + F =$

$= F\left(\frac{2-\sin\alpha}{3-2\sin\alpha} + \frac{1+1-\sin\alpha}{1-\sin\alpha}\right) = F(2-\sin\alpha)\cdot\frac{1-\sin\alpha + 3 - 2\sin\alpha}{(1-\sin\alpha)(3-2\sin\alpha)}$

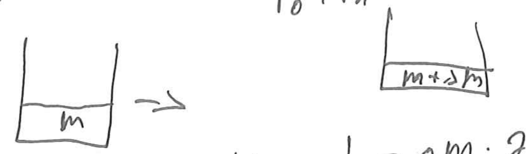
$\frac{x}{F} = a$, $\sin\alpha = k$ $\quad a = (2-k)\cdot\frac{4-3k}{(1-k)(3-2k)}$

$a(1-k)(3-2k) = (2-k)(4-3k)$

$a(3 - 2k - 3k + 2k^2) = 8 - 6k - 4k + 3k^2$

Черновик:

P_0 $\quad P_0 + P_H$ $\quad P_H V = \nu_H R T_0$



$\nu_H = \frac{P_H V}{R T_0}$

$m_{исп} L = \Delta m \cdot \lambda$ $\quad m_{исп} = \Delta m\,\frac{\lambda}{L}$

$\nu_H = \frac{m_{исп}}{\mu}$ $\quad \frac{23\cdot 11\cdot 2\cancel{43}}{\cancel{12}\cdot 23} = 660$

ν_1, ν_2 $\quad \nu_1 = -\frac{10}{4}\cdot 3 + 10\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{0{,}5\tau\cdot 1}{1} =$

$\nu_2 = \nu_1 + a\tau$ $\quad = 5{,}1 - \frac{15}{2}$

$\Delta = \nu_1\tau + \frac{a\tau^2}{2}$

$\frac{b}{\tau_1} =$ $\quad \Delta\nu = g\tau\sin\alpha$; ~~$\nu_1 = 0$~~ $\quad b = \nu_1$

$b = \nu_1\tau_1 + \frac{g\tau_1^2\sin\alpha}{2} + \frac{g\sin\alpha}{2}(\tau_2 - \tau_1)^2$

$b = \nu_1(\tau_2 - \tau_1) + \frac{g(\tau_2-\tau_1)^2\sin\alpha}{2} - \frac{g\tau_1^2\sin\alpha}{2}$

$0 = \nu_1(\underbrace{\tau_2 - 2\tau_1}_{\geq 0}) + \underbrace{\frac{g(\tau_2-\tau_1)^2\sin\alpha}{2}}_{<0}$

65-74-79-12 (3.1)

Чистовик

$a(3-5k+2k^2)=8-10k+3k^2$

$2ak^2-5ka+3a=3k^2-10k+8$

$k^2(2a-3)+(10-5a)k+3a-8=0$

$k_{1,2}=\dfrac{-(10-5a)\pm\sqrt{(10-5a)^2-4(2a-3)(3a-8)}}{2(2a-3)}$

$10-5a\neq0$, тогда $k=\dfrac{-(10-5a)\pm\sqrt{(10-5a)^2-4(2a-3)(3a-8)}}{2(2a-3)}$

$\boxed{\alpha=\arcsin\left(\dfrac{\pm\sqrt{25(2-a)^2-4(2a-3)(3a-8)}-(2-a)\cdot5}{2(2a-3)}\right)}$, где

$a=\dfrac{X}{F}=\dfrac{23{,}5\,см}{7{,}5\,см}=\dfrac{235}{75}=\dfrac{47}{13}=5\frac{2}{13}\approx5$

$2-a=2-\dfrac{47}{13}=-\dfrac{21}{13}$; $2a-3=\dfrac{94}{13}-3=\dfrac{94-39}{13}=\dfrac{55}{13}$

$3a-8=\dfrac{141}{13}-8=\dfrac{141-104}{13}=\dfrac{37}{13}$

$\sqrt{25\cdot\dfrac{21^2}{13^2}-4\cdot\dfrac{55}{13}\cdot\dfrac{37}{13}}=\dfrac{1}{3}\sqrt{25\cdot21^2-4\cdot55\cdot37}$

125

$\alpha=\arcsin\left(\dfrac{\pm\sqrt{25\cdot3^2-4\cdot7\cdot7}+3\cdot5}{2\cdot7}\right)=\arcsin\left(\dfrac{15\pm\sqrt{15^2-14^2}}{14}\right)=$

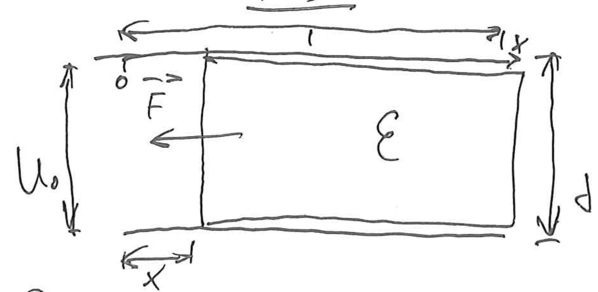
$=\arcsin\left(\dfrac{15\pm\sqrt{29}}{14}\right)$ $\dfrac{15}{14}>1$, знач $\alpha=\arcsin\left(\dfrac{15-\sqrt{29}}{14}\right)$

Ответ: $\alpha\approx\arcsin\left(\dfrac{15-\sqrt{29}}{14}\right)$

N5

Дано:
$U_0=100\,В$
$d=1\,мм$
$m=10\,г$
$A=0{,}1\,мм$
$x<<d<<l$
$T=4{,}35\,с$
$\varepsilon=4$
$\varepsilon_0=9\cdot10^{-12}\,\frac{Ф}{м}$

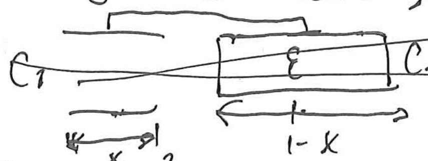
$l-?$



Трения нет => Энергия системы = const

$W=W_к+W_п$ кин. энергия пластины; пот. энергия конденс.

Разобьём конденсатор. след. обр.:



~~напр. на них – U_0~~

$\cancel{C_1=\dfrac{\varepsilon_0 xl}{d}}$, $\cancel{C_2=\dfrac{\varepsilon\varepsilon_0(l-x)l}{d}}$

$\cancel{W_п=\dfrac{C_1U_0^2}{2}+\dfrac{C_2U_0^2}{2}}$

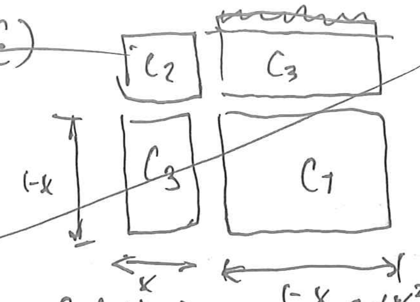
~~Тогда ёмкость всего конденс.~~ $\cancel{C=C_1+C_2=\dfrac{\varepsilon_0}{d}(xl+\varepsilon(l-x)l)}$

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

$$W_n = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{\varepsilon_0}{d}\cdot(xl + \varepsilon(l-x)l)\,U_0^2 = \frac{\varepsilon_0}{d}(xl + \varepsilon l^2 - \varepsilon xl) = \frac{\varepsilon_0 l^2}{d} + \frac{\varepsilon_0 xl}{d}(1-\varepsilon) =$$

$$= \frac{\varepsilon_0 l^2}{d} + \frac{\varepsilon_0 xl}{d}(1-\varepsilon)$$

Чистовик



$$C_1 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 (l-x)^2}{d};\quad C_3 = \frac{\varepsilon_0 (l-x)\cdot x}{d};\quad C_2 = \frac{\varepsilon_0 x^2}{d}$$

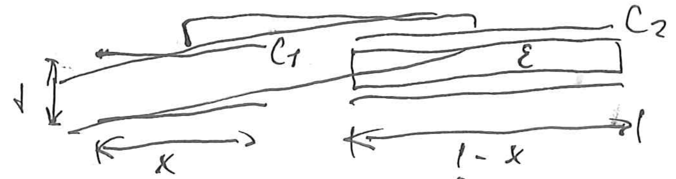
~~Ёмкость всего конд-С~~ $C = C_1 + C_2 + C_3 =$

$$= \frac{\varepsilon_0}{d}\left(\varepsilon(l-x)^2 + (l-x)\cdot x + x^2\right) = \frac{\varepsilon_0}{d}\left(\varepsilon(l^2 + x^2 - 2lx) + lx - x^2 + x^2\right) =$$

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

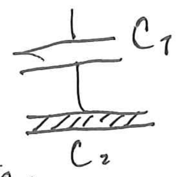
$$W = \frac{m v_x^2}{2} + \frac{\varepsilon_0}{d}\left(\varepsilon l^2 + lx(1-2\varepsilon) + \varepsilon x^2\right) = const$$

$$\dot{W} = m v_x \cdot a_x + \frac{\varepsilon_0}{d} l(1-2\varepsilon) + \frac{\varepsilon_0 \varepsilon}{d}\cdot 2x\cdot v_x = 0$$



$$C_1 = \frac{\varepsilon_0 lx}{d};\quad \frac{\varepsilon\varepsilon_0 l(l-x)}{d} = C_2$$

$$C = \frac{\varepsilon_0}{d}(lx + \varepsilon l^2 - \varepsilon lx) = \frac{\varepsilon_0}{d}($$



$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{d}{\varepsilon_0 l}\left(\frac{1}{x} + \frac{1}{\varepsilon(l-x)}\right) =$$

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

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

$$C = \frac{\varepsilon_0 l}{d}x \qquad W_p = \frac{CU^2}{d} \qquad \frac{1}{C} = \frac{d}{\varepsilon_0 l\varepsilon}\cdot\frac{\varepsilon(l-x) + x}{x(l-x)}$$

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

$$W = W_n + W_k = \frac{mv^2}{2} + \frac{\varepsilon\varepsilon_0 l}{d}\cdot\frac{x(l-x)}{\varepsilon(l-x)+x}$$

$$W_n = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{U_0^2}{2}\cdot\frac{\varepsilon\varepsilon_0 l}{d}\cdot\frac{x(l-x)}{\varepsilon(l-x)+x}; \quad F_x = -\frac{dW_p}{dx}$$ – сила дейст. на пластину.

$$F_x = -\frac{\varepsilon\varepsilon_0 l U_0^2}{2d}\cdot\frac{(l-x-x)(\varepsilon(l-x)+x) - (1-\varepsilon)x(l-x)}{(\varepsilon(l-x)+x)^2} =$$

$$= -\frac{\varepsilon\varepsilon_0 l U_0^2}{2d}\cdot\frac{(l-2x)(\varepsilon l + x(1-\varepsilon)) - (1-\varepsilon)(xl - x^2)}{(\varepsilon(l-x)+x)^2}$$

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

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

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

чистовик

$\cancel{\vartheta_1\tau_2 + g\tau\tau_2\sin\alpha}$

$\vartheta_1\tau_2 + g\tau\tau_2\sin\alpha + \frac{g\tau_2^2\sin\alpha}{2} = \vartheta_1\tau_1 + \frac{g\tau_1^2\sin\alpha}{2}$

$g\tau\tau_2\sin\alpha + \frac{g\sin\alpha}{2}(\tau_2-\tau_1)(\tau_2+\tau_1) = \vartheta_1(\tau_1-\tau_2)$

$\vartheta_{1x} = g\sin\alpha\cdot\frac{\tau\tau_2}{\tau_1-\tau_1} + \frac{g\sin\alpha}{2}(\tau_2+\tau_1)$ – двигался снизу вверх

$b = |b_x| = \vartheta_{1x}\tau_1 + \frac{g\tau_1^2\sin\alpha}{2}$

$|b_x| = g\tau_1\sin\alpha\left(\frac{\tau\tau_2}{\tau_1-\tau_2} - \frac{\tau_2+\tau_1}{2}\right) + \frac{g\tau_1^2\sin\alpha}{2} = -0,1$ м

$b = |b_x|$

Ответ: $b = 0,1$ м

В окончательн форме аналит ответ неполн.

65-74-79-12 (3.1)

Чистовик

$F_x = -\frac{\varepsilon\varepsilon_0 l U_0^2}{2d}\cdot\frac{1}{(\varepsilon l)^2}\cdot\frac{(\varepsilon l^2 + xl(1-\varepsilon) - 2\varepsilon xl - 2x^2(1-\varepsilon) - (1-\varepsilon l)(xl-x^2))}{\left(1+\frac{x}{l}\cdot\frac{1-\varepsilon}{\varepsilon l}\right)^2} \approx$

$\approx -\frac{\varepsilon\varepsilon_0 l U_0^2}{2d\varepsilon l}\left(\varepsilon l^2 + xl(1-3\varepsilon) - (1-\varepsilon)\cdot xl\right) =$

$= -\frac{\varepsilon_0 U_0^2}{2d\varepsilon l}\left(\varepsilon l^2 + xl(1-3\varepsilon-1+\varepsilon)\right) = \frac{\varepsilon_0 U_0^2}{2d\varepsilon l}(\varepsilon l^2 - 4\varepsilon lx) = \frac{\varepsilon_0 U_0^2}{2d}(l-4x)$

2-й з-н Ньютона для пластинки: $F_x = m\ddot{x}$

$F_x = -F$

$\frac{\varepsilon_0 U_0^2}{2d}(l-4x) = m\ddot{x}$ $\quad m\ddot{x} = \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l}{2d} - \frac{2\varepsilon_0 U_0^2}{d}x$

$\ddot{x} + \frac{2\varepsilon_0 U_0^2}{dm}x = \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l}{2dm}$ – колебания с $\omega_0^2 = \frac{2\varepsilon_0 U_0^2}{md}$

$\cancel{\Delta x = x_0 + \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l}{2md} \Rightarrow x = \Delta x - \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l}{2md} \Rightarrow \ddot{x} = \Delta\ddot{x}}$

$x = C_1\cos\omega_0 t + C_2\sin\omega t + x_0$ ← частн. реш.

$x_0 = \frac{l}{4}$; $x(0) = A$; $A = x_0 + C_1 \Rightarrow$ $\cancel{C_1 = 0}$ $C_1 = (A - x_0)$

$\vartheta = -C_1\omega\sin\omega t + C_2\omega\cos\omega t$ $\quad \vartheta(0) = 0$

$0 = C_2\omega \Rightarrow C_2 = 0$

$x = (A - x_0)\cos\omega t + \frac{l}{4} = (A - \frac{l}{4})\cos\omega t + \frac{l}{4}$

$\cancel{t = \frac{\tau}{4}}$, ~~тогда~~ $\cancel{x = 0}$ $\qquad$ $\cancel{x=0}$ $\quad \cancel{\cos\omega t = -\frac{1}{4A-1} = \frac{1}{1-4A}}$

$\cancel{\vartheta = -(A - \frac{l}{4})\cdot\omega\sin\omega t}$ $\qquad$ $\cancel{t = \frac{1}{\omega}\left(\pi - \arccos\frac{1}{1-4A}\right) \approx \frac{\pi}{\omega} = \frac{\tau}{2}}$

$\cancel{\vartheta(\frac{\tau}{2}) = \vartheta_{max} = -(A - \frac{l}{4})\cdot\frac{2\pi}{\tau}\sin\frac{\omega\tau}{2}}$

Найдём максимальную ск. пластины:

$\cancel{\frac{m\vartheta_{max}^2}{2} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 l^2}{d} - \frac{\varepsilon_0 l^2}{d}}$ $\qquad W_k = \Delta W_k \qquad W_k = \frac{m\vartheta_{max}^2}{2}$

$\Delta W_k = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 l^2}{d}\cdot\frac{U_0^2}{2} - \frac{\varepsilon\varepsilon_0 l\,A(l-A)}{d\,(\varepsilon(l-A)+A)}\cdot\frac{U_0^2}{2} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 l}{2d}U_0^2\left(l - \frac{A(l-A)}{\varepsilon(l-A)+A}\right) =$

$= \frac{\varepsilon\varepsilon_0 l U_0^2}{2d}\left(l - \frac{A(l-A)}{\varepsilon l\left(1+\frac{A}{l}\frac{1-\varepsilon}{\varepsilon}\right)}\right) \approx \frac{\varepsilon\varepsilon_0 l U_0^2}{2d}\cdot\frac{\varepsilon l^2 - Al - A^2}{\varepsilon l} \approx \underbrace{\frac{\varepsilon_0 U_0^2}{2d}(\varepsilon l^2 - Al)}$

$\frac{m\vartheta_{max}^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 U_0^2}{2d}(\varepsilon l^2 - Al)$ $\qquad \underbrace{\vartheta_{max} = U_0\sqrt{\frac{\varepsilon_0}{md}(\varepsilon l^2 - Al)}}$

$\vartheta = \vartheta_{max}$, при $t = \frac{\tau}{4}$

$\cancel{\vartheta = \ddot{x}}$ $\quad \vartheta_{max} = \dot{x} = -(A - \frac{l}{4})\frac{2\pi}{\tau}\sin\frac{\omega\tau}{4} = -\frac{2\pi}{\tau}(A - \frac{l}{4})$

$\vartheta_{max}^2 = \left(\frac{2\pi}{\tau}\right)^2(A - \frac{l}{4})^2 = U_0^2\cdot\frac{\varepsilon_0}{md}\cdot(\varepsilon l^2 - Al)$

Чистовик

Чистовик

$$\left(\frac{2\pi}{\tau}\right)^2\left(l^2 - \frac{lA}{2} + \frac{l^2}{16}\right) = \frac{\varepsilon_0 U_0^2}{md}(\varepsilon l^2 - Al)$$

$$\left(\frac{2\pi}{\tau}\right)^2 = a, \quad \frac{\varepsilon_0 U_0^2}{md} = K$$

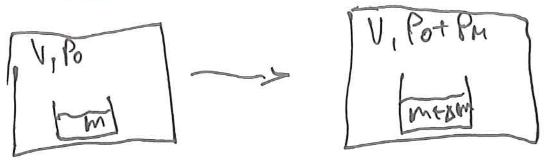
$$\frac{al^2}{16} - \frac{lAa}{2} + \frac{l^2 a}{16} = \frac{\varepsilon_0 U_0^2}{md}\varepsilon l^2 - \varepsilon = K\varepsilon l^2 - KAl$$

$$\boxed{l^2\left(\frac{a}{16} - K\varepsilon\right) + l\left(\frac{Aa}{2} + KA\right) - K\varepsilon l^2 = 0}$$

№ 2

Дано:
$V = 30\ м^3$
$T = 273\ K$
$\Delta m = 1\ кг$
$\lambda_к = 3{,}3\cdot10^5\ \frac{Дж}{кг}$
$r_н = 2{,}3\cdot10^6\ \frac{Дж}{кг}$
$\mu = 18\cdot10^{-3}\ \frac{кг}{моль}$
$R = 8{,}3\ \frac{Дж}{К\cdot моль}$

$p_н - ?$



$$p_н \cdot V = \frac{m_н}{\mu}RT$$

ЗСЭ: $\Delta m\,\lambda_к = m_н r_н$

$$m_н = \Delta m\frac{\lambda_к}{r_н}$$

$$\boxed{p_н = \frac{\Delta m}{\mu}\cdot\frac{\lambda_к}{r_н}\cdot\frac{RT}{V}}$$

$$p_н = \frac{1\ кг\cdot моль}{18\cdot10^{-3}\ кг}\cdot\frac{3{,}3\cdot10^5}{2{,}3\cdot10^6}\cdot\frac{8{,}3\ Дж\cdot 273\ К}{К\cdot моль\cdot 30\cdot м^3} = \frac{83\cdot33\cdot273}{18\cdot23\cdot3\cdot0}\ Па \approx 660\ Па$$

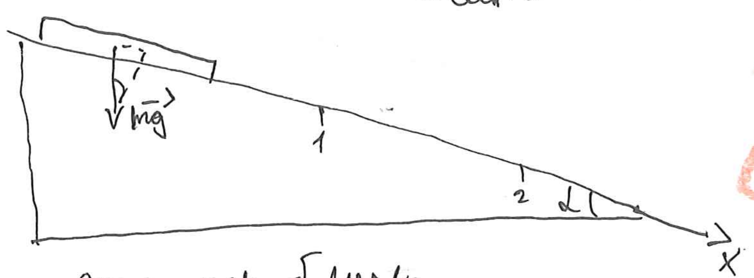
Ответ: $p_н = 660$ Па

Задача решена верно (20)

№1 ~~считаем, что~~

Дано:
$\alpha = 30°$
$\tau = 0{,}51\ с$
$\tau_1 = 2\ с$
$\tau_2 = 1\ с$

$б - ?$



$a = g\sin\alpha$ – уск. бруска.

Ск. в точке 1 – υ_1, в т. 2 – $\upsilon_1 + g\sin\alpha\,\tau$

$\cancel{б = \upsilon_1\tau_1 + \frac{g\tau_1^2\sin\alpha}{2}\ (1)}$ $\cancel{\upsilon_1\tau_1}$

$\cancel{б = \upsilon_2\tau_2 + \frac{g\tau_2^2\sin\alpha}{2}\ (2)}$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Чистовик

$\cancel{б - \frac{g\tau_1^2\sin\alpha}{2} = \upsilon_1\tau_1\ (1)}$

$\cancel{б - \frac{g\tau_2^2\sin\alpha}{2} = \upsilon_2\tau_2 = (\upsilon_1 + g\tau\sin\alpha)\tau_2\ (2)}$

$\cancel{\frac{(2)}{(1)}\ \frac{\upsilon_1\tau_2 + g\tau\tau_2\sin\alpha}{\upsilon_1\tau_1} = \frac{2б - g\tau_2^2\sin\alpha}{2б - g\tau_1^2\sin\alpha} = \lambda}$

$\cancel{\frac{\tau_2}{\tau_1} + \frac{g\tau\tau_2\sin\alpha}{\upsilon_1\tau_1} = \lambda}$

$\cancel{\upsilon_1\tau_1 = \frac{g\tau\tau_2\sin\alpha}{\left(\lambda - \frac{\tau_2}{\tau_1}\right)}}$

$\boxed{\cancel{б = \frac{g\tau\tau_2\sin\alpha}{\left(\lambda - \frac{\tau_2}{\tau_1}\right)} + \frac{g\tau_1^2\sin\alpha}{2}}}$, где $\lambda = \frac{2б - g\tau_2^2\sin\alpha}{}$

$\cancel{(2)-(1)\ -\frac{g\tau_1^2\sin\alpha}{2} + \frac{g\tau_2^2\sin\alpha}{2} =}$

$(2)-(1)\quad 0 = \upsilon_2\tau_2 - \upsilon_1\tau_1 + \frac{g\tau_2^2\sin\alpha}{2} - \frac{g\tau_1^2\sin\alpha}{2}$

$\upsilon_2\tau_2 - \upsilon_1\tau_1 = \frac{g\sin\alpha}{2}(\tau_1^2 - \tau_2^2)$

$\upsilon_1\tau_2 + g\tau\tau_2\sin\alpha - \upsilon_1\tau_1 = \frac{g\sin\alpha}{2}(\tau_1^2 - \tau_2^2)\ \cancel{< 0}$

$\upsilon_1(\tau_2 - \tau_1) + g\tau\tau_2\sin\alpha$

$\upsilon_1 = \frac{g\sin\alpha}{2}(\tau_2 + \tau_1) + g\sin\alpha\frac{\tau\tau_2}{\tau_1 - \tau_2}\ \cancel{< 0}$ ~~брус двигался~~ снизу вверх

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

$\cancel{б = 10\frac{м}{с^2}\cdot 4с\cdot\frac{1}{2}\left(\frac{0{,}51с\cdot1с}{2с - 1с} - \frac{2+1}{2}с\right) + \frac{10\ \frac{м}{с^2}\cdot 4с^2\cdot\frac{1}{2}}{2} =}$

$\cancel{= 10\ м\left(0{,}51 - \frac{3}{2}\right) + 10\ м = -10{,}1\ м + 10\ м = -0{,}1\ м}$

$\cancel{\frac{б}{\tau} = \frac{\upsilon_2 + \upsilon_1}{2}\quad \frac{2б}{\tau} = \upsilon_2 + \upsilon_1}$ $\upsilon_2 = \frac{2б}{\tau} - \upsilon_1$

$\upsilon_1 = \frac{б}{\tau_2}\left(\frac{2\tau_2}{\tau} - 1\right) + \frac{g\tau_2^2\sin\alpha}{2}$

$\cancel{б = \frac{2б}{\tau}\tau_2 - \upsilon_1\tau_2 + \frac{g\tau_2^2\sin\alpha}{2}}$

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

$\cancel{б\left(1 - \frac{\tau_1}{\tau_2}\left(\frac{2\tau_2}{\tau} - 1\right)\right) = \frac{g\tau_2^2\sin\alpha}{2}}$ $\upsilon_2 = \upsilon_1 + g\tau\sin\alpha$

$б = \upsilon_1\tau_1 + \frac{g\tau_1^2\sin\alpha}{2}$ $\cancel{б = \upsilon_1(\tau_2 - \tau_1)}$

$б = \upsilon_2\tau_2 + \frac{g\tau_2^2\sin\alpha}{2} = \upsilon_1\tau_2 + g\tau\tau_2\sin\alpha + \frac{g\tau_2^2\sin\alpha}{2}$

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