Выход 12 ...
Возвр 12 ...

0653720310005

65-37-20-31
(2.16)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Ульяновск
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов"
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Шумакова Дмитрия Константиновича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«13» февраля 2026 года

Подпись участника

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

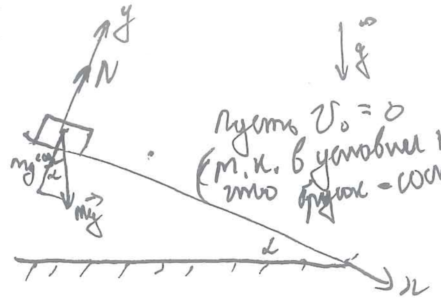
65-37-20-31 (2.16)

1	2	3	4	5	Σ
10	20	24	24	5	83
Никонов	Дорофеев А.А.	Анисимова К.А.	Анисимова К.А.	Никонов	[illegible]

№1.5.2 Чистовик

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

α - ?



$\vec{g}$

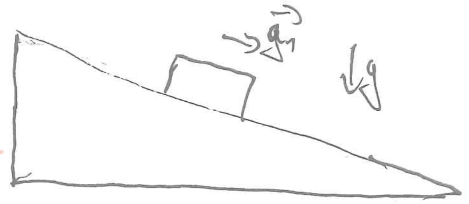
пусть $v_0 = 0$ (т.к. в условии написано, что брусок - соскальзывает)

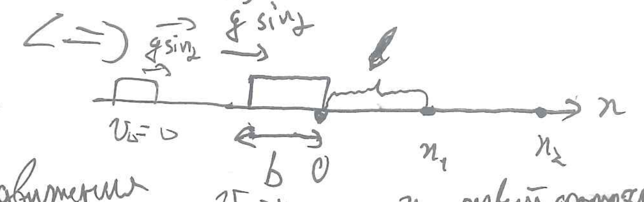
1) по II з. Ньютона: OX : $m \cdot a = mg \cdot \sin\alpha$

OY: $N = mg\cos\alpha$, $a_y = 0$

$\Rightarrow g_1 = a = g \cdot \sin\alpha$ - ускорение бруска

движение можно считать равноускоренным, так же можно интерпретировать ситуацию эквивалентным рисунком:





t_1 - время с начала движения до перекрытия I элемента

x_1 - первый фотоэлемент

x_2 - второй

~~$x = \frac{g t^2}{2}$~~ $\boxed{x = \frac{g_1 t^2}{2} \quad v = g_1 t}$ $\quad$ $\boxed{\tau_1 = 2\tau_2}$ - из условия

$x_1 = \frac{g_1 t_1^2}{2}$ $\quad \boxed{v_1 = g_1 t_1}$ $\quad$ ~~$x_2 - x_1$~~

$x_2 = \frac{g(t_1 + \tau)^2}{2}$

$$\begin{cases} x_2 - x_1 = v_1 \cdot \tau + \frac{g_1 \tau^2}{2} \\ b = v_1 \cdot \tau_1 + \frac{g_1 \tau_1^2}{2} \quad * \\ b = (v_1 + g_1 \tau) \cdot \tau_2 + \frac{g_1 \tau_2^2}{2} \end{cases}$$

$$v_1 \tau_1 + \frac{g_1 \tau_1^2}{2} = (v_1 + g_1 \tau)\tau_2 + \frac{g_1 \tau_2^2}{2}$$

$$v_1(\tau_1 - \tau_2) = g_1 \tau \tau_2 + \frac{3 g_1 \tau_2^2}{2}$$

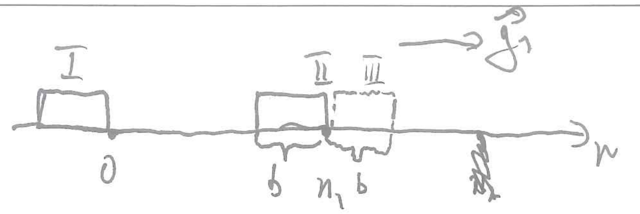
$$\begin{cases} v_1 = g_1 \dfrac{\tau \tau_2 - \frac{3}{2}\tau_2^2}{\tau_1 - \tau_2} \\ v_1 = g_1 \cdot t_1 \end{cases} \Rightarrow t_1 = \frac{\tau \tau_2 - \frac{3}{2}\tau_2^2}{\tau_1 - \tau_2} = \frac{0{,}51 - \frac{3}{2}}{1} < 0$$

$-0{,}99 \approx -1$

$*: b = $ ~~$g t_1 \cdot \sin\alpha$~~ $g t_1 \tau_1 \sin\alpha + \frac{g \tau_1^2}{2} \sin\alpha = \sin\alpha \cdot \left(g t_1 \tau_1 + \frac{g \tau_1^2}{2}\right)$

$$\underline{\alpha} = \boxed{\arcsin \frac{b}{\left(g t_1 \tau_1 + \frac{g \tau_1^2}{2}\right)}} = \arcsin \frac{0{,}1}{(-20 + 20)}$$

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



II - закрытие первого

$t_{(0)} = 0$

$t_{\text{на II}} = t_1 \quad v_{t_1} = g_1 \cdot t_1$

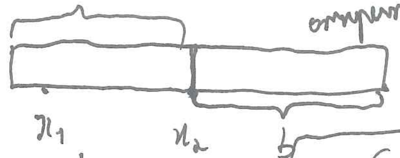
III - открытие первого фотоэлемента

II → III: $S = b \quad v_0 = v_{t_1} = g_1 \cdot t_1$

$a = g_1 \Rightarrow \boxed{b = g_1 t_1 \cdot \tau_1 + \frac{g_1 \tau_1^2}{2}}$

$t_{II \to III} = \tau_1$

открытие второго



$v_{x_2} = g_1 t_1 + g_1 \cdot \tau$

$a = g_1$

$\boxed{b = (g_1 t_1 + g_1 \tau) \cdot \tau_2 + \frac{g_1 \tau_2^2}{2}}$

$\tau_1 = 2\tau_2 \Rightarrow \quad 2 g_1 t_1 \tau_2 + \frac{4 g_1 \tau_2^2}{2} = g_1 t_1 \tau_2 + g_1 \tau \tau_2 + \frac{g_1 \tau_2^2}{2}$

$g_1 t_1 \tau_2 = g_1 \tau \tau_2 - \frac{3}{2} g_1 \tau_2^2 \quad \Big| \cdot \frac{1}{g_1}$

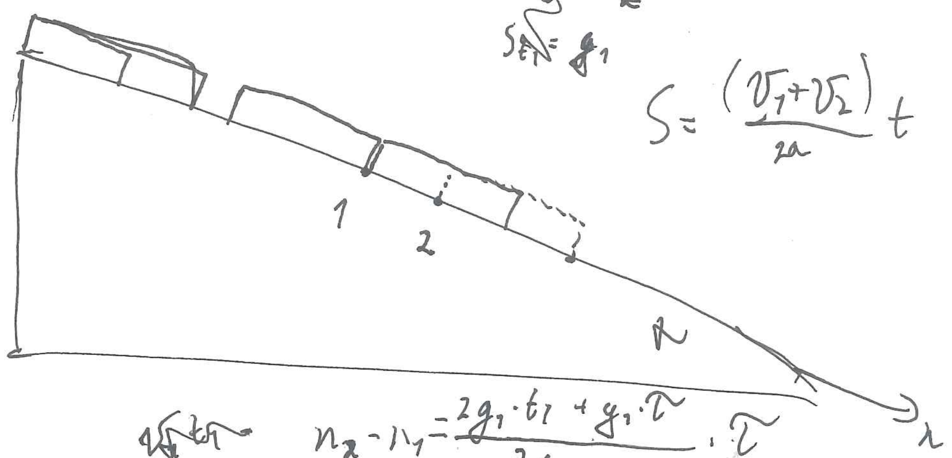
$t_1 \tau_2 = \tau \cdot \tau_2 - \frac{3}{2} \tau_2^2 = 0{,}5\, c^2 - \frac{3}{2} c^2$

$\boxed{t_1 = -0{,}22\, c}$

$S = \frac{g_1 t^2}{2}$

$S_{t_1} = g_1$

$S = \frac{(v_1 + v_2)}{2a} t$



$x_2 - x_1 = \frac{2 g_1 \cdot t_1 + g_1 \cdot \tau}{2 g_1} \cdot \tau$

$x = \frac{g (t + \tau)^2}{2} \quad x_1 = \frac{g t_1^2}{2}$

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

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

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

65-37-20-31
(2.16)

Задача 2.3.2

Чистовик

$\varphi_0 = 0$

$T_0 = 273$ K

$\Delta m = 1$ кг

$p_{нас} = 611$ Па

$\lambda_{кр} = 3{,}3 \cdot 10^5 \frac{Дж}{кг}$

$r_{исп} = 2{,}3 \cdot 10^6 \frac{Дж}{кг}$

$M_{H_2O} = 18 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$

$R = 8{,}3 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

$V_{помещ} - ?$

Решение:

$Q_{пара} = \Delta m \cdot \lambda$ – Q которую выделит пар

по скольку пар насыщенный, то в конеч. состоянии (пусть $T_{комнаты} = const = T_0$)

$p_{нас} \cdot V_{помещ} = \nu R T_0$ (~~поскольку не сказано, что $T_{комнаты}$ меняет~~)

$V_{помещ} = \frac{RT_0}{p_{нас}} \cdot \nu_{пара}$

$\nu_{пара} = \frac{m}{M_{H_2O}}$ $\quad m = \frac{Q_{пара}}{r_{исп}} = \frac{\Delta m \cdot \lambda}{r_{исп}}$

$\Rightarrow \nu_{пара} = \frac{\Delta m \cdot \lambda}{M_{H_2O} \cdot r_{исп}} \Rightarrow \boxed{V_{помещ} = \frac{RT_0 \cdot \Delta m \cdot \lambda}{p_{нас} \cdot M_{H_2O} \cdot r_{исп}}}$

данный результат возможен при полном тепловом равновесии и начально $\varphi_0 = 0\%$, и при динамическом равновесии жидкости и пара = данные условия утверждены условием $\Rightarrow$

$V_{помещ} = \frac{8{,}3 \cdot 273 \cdot 1 \cdot 3{,}3 \cdot 10^5}{611 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot 2{,}3 \cdot 10^6}$ $\left(\frac{\frac{Дж}{моль \cdot K} \cdot K \cdot кг \cdot \frac{Дж}{кг}}{Па \cdot \frac{кг}{моль} \cdot \frac{Дж}{кг}} \right)$

$\frac{Дж}{Па} = м^3$

$\times \frac{8{,}3}{3{,}3}$ 249, 249, 27,39 ≈ 27,4

$\times \frac{18}{2{,}3}$ 54, 36, 41,4

27,4 | 41,4 = 0,661; 274, 248,4, 25,6, 248,4, 7,6

273 | 611 = 0,45; 2730, 2444, 286

$\times \frac{66}{45}$ 330, 264, 0,2970

$V_{помещ} = 0{,}66 \cdot 0{,}45 \cdot 10^2 \approx 29{,}7$ м^3

Ответ: $\boxed{29{,}7 \text{ м}^3 = V_{помещ}}$

20

Задача 3.3.2

Чистовик

Дано:

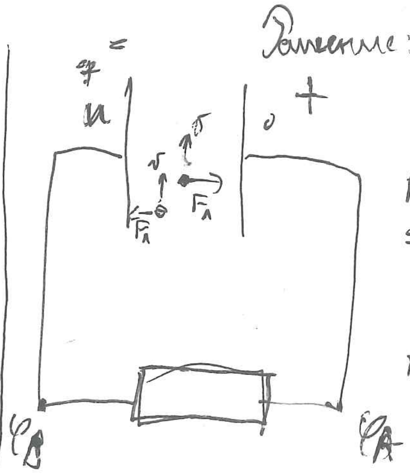
$R = 0{,}4$ Ом

$P_{max} = 10^{-3}$ Вт ?

$d = 0{,}1$ м

$v = 0{,}1 \frac{м}{с}$

$B - ?$



Решение:

$P = UI = U \frac{dq}{dt} = \frac{U^2}{R}$

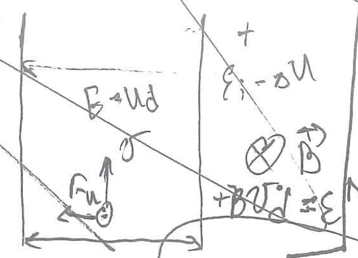
поскольку система в равновесии $\Rightarrow U = const \Rightarrow P' = \frac{d(dq)}{d(dt)} = 0$

$d(dq) = 0$

то $\varphi_A = \varphi_B$

напряжение возникает т.к. ~~заряды~~ электроны двигаются с $\vec{v}$ в постоянном $\vec{B}$ по правилу левой руки - силой Лоренца, однако поток жидкости проводник ⇒ есть внутреннее внутреннее напряжение

$-\mathcal{E} = -Bvd$



$\mathcal{E}_i = +Bvd$

$E_{эп} = Ud$ (внутри конденсатора) ⇒ $U = \mathcal{E}_0 - \Delta U$

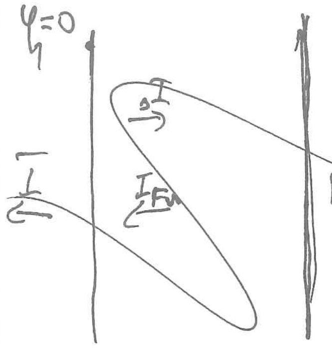
$F_{эп} = q_e(\mathcal{E}_0 - \Delta U)d$

$A_{эп} = q_e(\mathcal{E}_i - \Delta U)d^2$

$\Delta U = \frac{A_{эп}}{q_e} = (\mathcal{E}_0 - \Delta U)d^2$

$\Delta U = d^2\mathcal{E}_0 - d^2\Delta U$

$\boxed{\Delta U = \frac{d^2}{1+d^2}\mathcal{E}_i}$



$\varphi_2 = Bvd$

$E = Bvd^2$

$F_e = q_e Bvd^2$

$\varphi_1 = \mathcal{E}_i - \Delta U = \frac{1}{1+d^2}\mathcal{E}_i = \frac{Bvd}{1+d^2}$

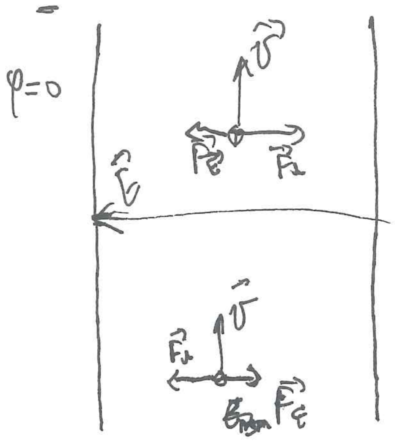
$\varphi_0 = 0$

$\Rightarrow U_R = \frac{Bvd}{1+d^2}$ $P_R = \frac{B^2v^2d^2}{(1+d^2)^2R}$

~~$I_R = \mathcal{E}_i$~~

~~$I_{F_л} = I + \Delta I$~~ ~~$I = (I_{F_л} - \Delta I)$~~

$\frac{dq}{dt} = \frac{d(I_{F_л} - \Delta I)}{dt}$



$+$ $\varphi = U$

Рассмотрим ситуацию когда у нас установилось стационарное течение жидкости в потоке v; $P_R = max = const$ ⇒ $U = const$

⇒ две силы действуют на электрон:

$\vec{F_л}$ и $\vec{F_E}$, $\vec{E} = const = \frac{U}{d}$, т.к.

($P_R = const$ ⇒ $U = const$ ⇒ $U = E\cdot d = const$)

$qvB - qE = F$ ⇒ $F_E = q(vB - E)$

⇒ $F_E = q(vB - \frac{U}{d})$ - в каждой точке в каждом заряде потока

$A_E = F_E \cdot d = q(vB - \frac{U}{d})d$

$\mathcal{E} = \frac{A_E}{q} = (vB - \frac{U}{d})d$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

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

$q_{левого} = \frac{\varepsilon_0 \ell \pi \cdot U}{d}$ $\quad q_{правого} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon \ell(\ell-\pi) U}{d}$

65-37-20-31 (2.16)

$\mathcal{E} \approx U \Rightarrow U = \left(vB - \frac{U}{d}\right) d \Rightarrow U = dvB - U$

$2U = d v B$

$U = \frac{dv}{2} B$ = const

$P_R = \frac{U^2}{R} = \frac{d^2 v^2}{4R} B^2$ $\quad B = \frac{2\sqrt{R P_R}}{v \cdot d}$

$U = I \cdot R$

$P = I \cdot U$ $\quad P = I U$ $\quad I = \frac{P}{U}$

U = const

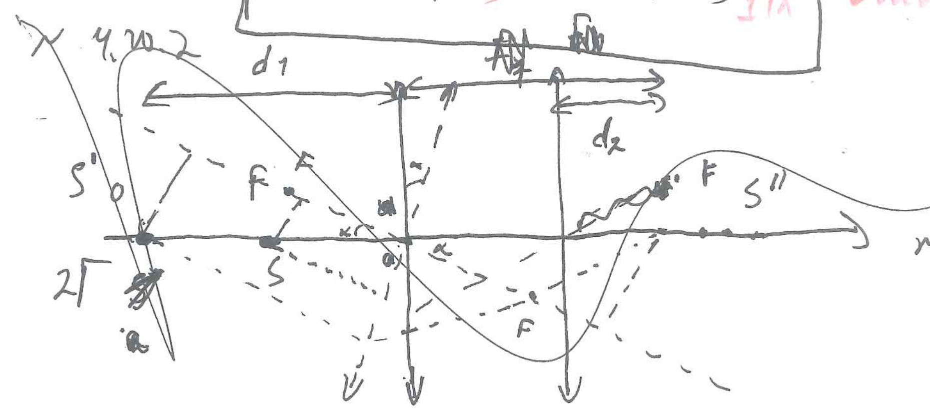
Заряды вытекают с «+» обкладки и втекают в неё с одной скоростью. Пусть r – сопротивление потока между пластинами $\Rightarrow P_{внутр} = P_R$

(+) $\boxed{B = \frac{2\sqrt{P_R \cdot R}}{v \cdot d}} = \frac{2 \cdot 10^{3,5}}{0,1 \cdot 0,4} =$?

$B = \frac{10^{3,5}}{0} = \sqrt{10} \sim 3 \quad = 10^{4,5} = 10000 \cdot \sqrt{10}$

Ответ: $B = 10000\sqrt{10}\ \frac{кг}{Кл \cdot м}$ $\quad$ 1 Тл

Ошибка в вычислениях



$\alpha = 30$

$n = 23,5$

I. $\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} \Rightarrow f_1 = \frac{F \cdot d_1}{d_1 - F}$

II. $\frac{1}{F} = -\frac{1}{f_1 \cdot F} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow f_2$

I. $\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1 \cos\alpha} + \frac{1}{f_1 \cos\alpha} \Rightarrow \boxed{f_1 = \frac{F \cdot d_1}{d_1 \cos\alpha - F}}$

$d_2 = \frac{F \cdot d_1}{d_1 \cos\alpha - F} - F = F \frac{d_1(1-\cos\alpha) + F}{d_1 \cos\alpha - F}$

II. $\frac{1}{F} = -\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2}$

$f_1 = \frac{F \cdot d_1}{d_1 \cos\alpha - F} = \frac{F}{\cos\alpha - 1}$

$\boxed{f_1 = \frac{F}{\cos\alpha - 1}} = \frac{2}{\sqrt{3} - 2} F$

$\cancel{d_2 = f_1 + F}$

$\cancel{\frac{1}{F} = \frac{1}{|f_1|+F} + \frac{1}{f_2}}$

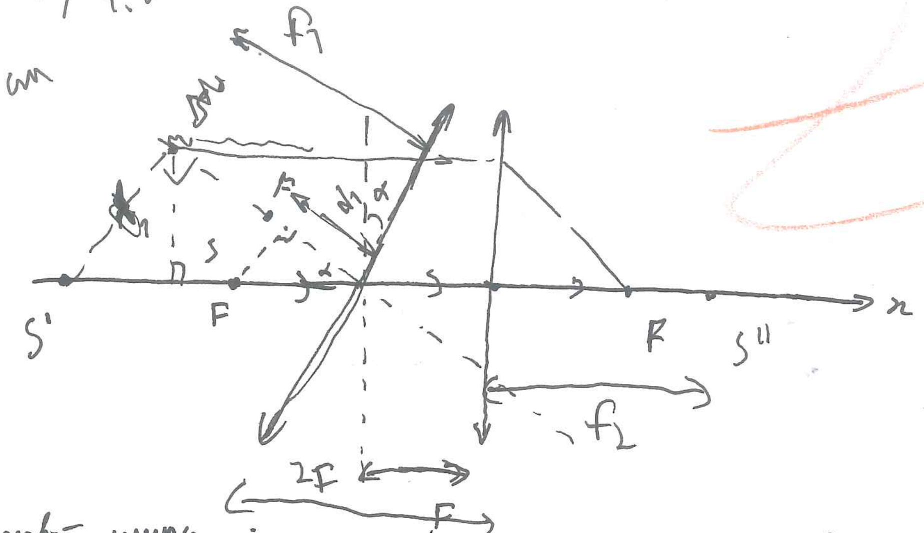
$d_2 = |f_1| + F = \frac{2}{2-\sqrt{3}}F + F = \frac{4-\sqrt{3}}{2-\sqrt{3}}F$

$f_2 = \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{d_2}\right)^{-1} = \frac{d_2 F}{d_2 - F} = \frac{d_2}{\frac{d_2}{F} - 1} = \frac{\frac{4-\sqrt{3}}{2-\sqrt{3}}}{\frac{4-\sqrt{3}-2+\sqrt{3}}{2-\sqrt{3}}}F$

$f_2 = \frac{4-\sqrt{3}}{2}F$

$x =$

№ 4.10.2



$n = 23{,}5$ см

$\alpha = 30°$

для первой линзы: $d_1 = F\cdot\cos\alpha < F \Rightarrow$ изображ. мнимое

$\frac{1}{F} = \frac{1}{F\cdot\cos\alpha} - \frac{1}{f_1}$

$f_1 = \left(\frac{1}{F\cos\alpha} - \frac{1}{F}\right)^{-1} = \frac{F\cos\alpha}{1-\cos\alpha}$

$d_2 = \frac{f_1}{\cos\alpha} + F = \frac{F}{1-\cos\alpha} + F = F\frac{2-\cos\alpha}{1-\cos\alpha}$

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow f_2 = \frac{d_2 F}{d_2 - F} = F\frac{\frac{2-\cos\alpha}{1-\cos\alpha}}{\frac{1}{1-\cos\alpha}} = F(2-\cos\alpha)$

$\cancel{x = 2F}$ $\cancel{k = \frac{f_2}{d_2} = \frac{F}{d_2 - F}}$

$x = 2F + f_2 = 2F + F(2-\cos\alpha)$

n: $\boxed{F = \frac{n}{4-\cos\alpha}}$

(+)

$F = \frac{23{,}5}{4-\frac{\sqrt{3}}{2}}$ см $= \frac{47}{8-\sqrt{3}}$ см

Ответ: $\boxed{F = \frac{47}{8-\sqrt{3}}\text{ см}}$?

№ 5.2.2

$l = 0{,}2$ м $\Rightarrow S = 0{,}04$ м^2

$U_0 = 100$ В

$d = 4\cdot10^{-3}$ м

$x_{max} \ll d \ll l$

$x_{max} = 10^{-4}$ м

$T = 4{,}35$ с

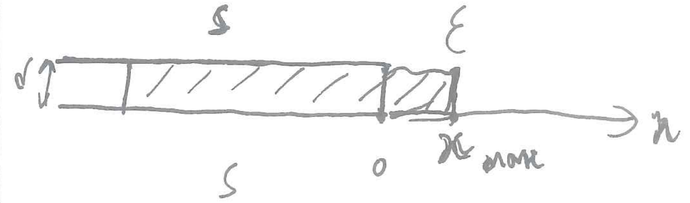
$\frac{1}{1+x} \approx 1$

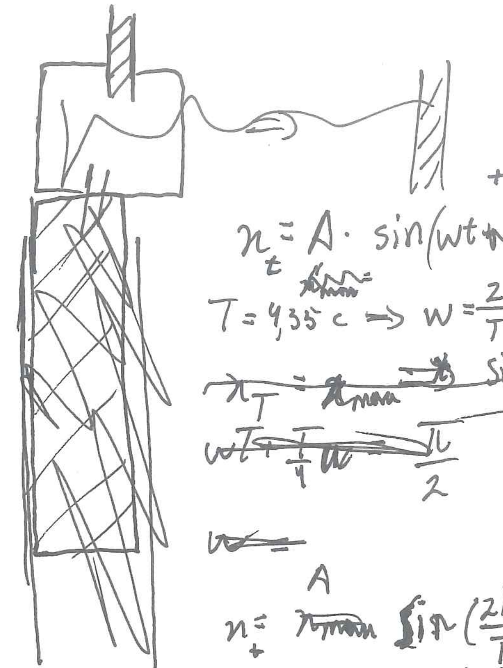
$\varepsilon = 4$

$\varepsilon_0 = 9\cdot10^{-12}$ Ф/м

$m - ?$

Решение:





$x_t = A\cdot\sin(\omega t + \varphi_0)$

$T = 4{,}35$ с $\Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T}$

$x_t = A\sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right)$

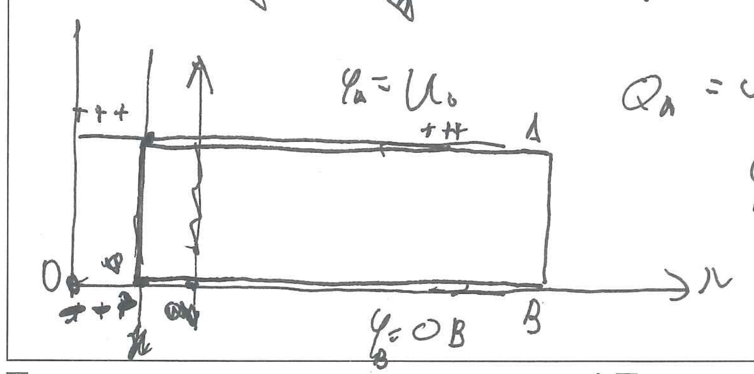
$x_T = x_{max} \Rightarrow \sin\left(\frac{2\pi}{T}T + \varphi_0\right) = 1$

$\frac{2\pi}{T}T + \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$ $x_{min} = x\left(\frac{T}{2}\right) = A\sin\left(\pi - \frac{3\pi}{2}\right) = A\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) = 0 \Rightarrow A = \frac{x_{max}-x_{min}}{2}$

$\varphi_0 = -\frac{3\pi}{2} \Rightarrow \boxed{x_t = \frac{x_{max}}{2}\sin\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{3\pi}{2}\right)}$

$v_t = \frac{2\pi}{T}x_{max}\cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{3\pi}{2}\right)$ $\boxed{a_t = -\frac{2\pi^2}{T^2}x_{max}\sin\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{3\pi}{2}\right)}$

$F_{равнод.} = m_{ε}\cdot a \Rightarrow$ $\boxed{F_{равн.\,t} = -m\frac{2\pi^2}{T^2}x_{max}\sin(\dots)}$



$Q_A = const$ $Q_B = const$

$C_{нижний} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} = \frac{\varepsilon_0 l\cdot x}{d}$

$C_{верхний} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 l(l-x)}{d}$

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