0 151878 000002
15-18-78-00
(3.5)

1 лист 16:00
+1 лист 16:35

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Масловой Ани Дмитриевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«13» февраля 2026 года

Подпись участника

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

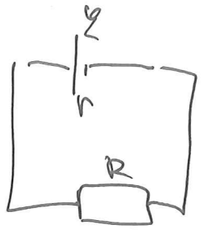
Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик

$$\frac{R+r}{R\cdot r} = f(r)$$

$$f'(r) = \frac{1\cdot Rr - (R+r)\cdot R}{R^2 r^2} = 0$$

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



$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}$$

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

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{F}$$

$$b_1 = \frac{Fa_1}{a_1 - F} = \frac{F\cdot F\cos\alpha}{F\cos\alpha - F}$$

$$a_1 = F\cos\alpha$$

$$\frac{1}{b_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a_2}$$

$$\frac{1}{b_1} = \frac{a_1 - F}{Fa}$$

$$\frac{8_1 3 \cdot 91 \cdot 11}{6 \cdot 2,3} = \frac{91,3 \cdot 91}{13,8}$$

$$6 \cdot 2,3 = 12 + 6\cdot 0,3 = 12 + 1,8 = 13,8$$

$$8_1 3 \cdot 11 = 83 + 8,3 \cdot 1 = 91,3$$

$$\begin{array}{r} 1\,2 \\ +\ 91,3 \\ \hline 91 \\ +\ 8217 \\ \hline 8308,3 \end{array}$$

$$\frac{8308,3}{13,8}$$

$$\begin{array}{r} -83083 \\ 828 \\ \hline 283 \\ 276 \\ \hline :700 \\ -690 \\ \hline 10\nu \end{array} \qquad \begin{array}{|l} 138 \\ \hline 62,50 \end{array}$$

$$138\cdot 5 = 500 + 150 + 40 = 690$$

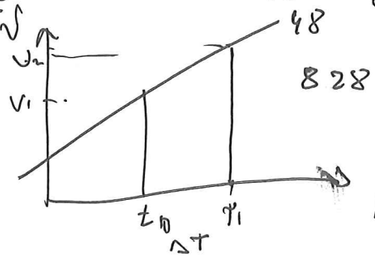
$$\frac{\nu_1+\nu_2}{2}\cdot\Delta T$$

$$138\cdot 6 = 600 + 180 + 48 = 828$$

$$\nu_2 = \nu_1 + a\Delta T$$

$$2\nu_1 + a\Delta T \cdot \Delta T$$

$$\begin{array}{|l} 135 \\ 15 \\ 5 \end{array} \quad \begin{array}{|l} 9 \\ 3 \\ 5 \end{array}$$



$$10+5$$

$$\begin{array}{|l} 135 \\ 27 \\ 9 \end{array} \quad \begin{array}{|l} 5 \\ 3 \end{array}$$

$$100$$

$$50+2$$

$$9+10$$

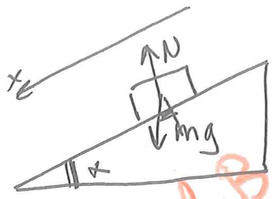
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

15-18-78-00 (3.5)

Чистовик

$\omega = 1.5.3$

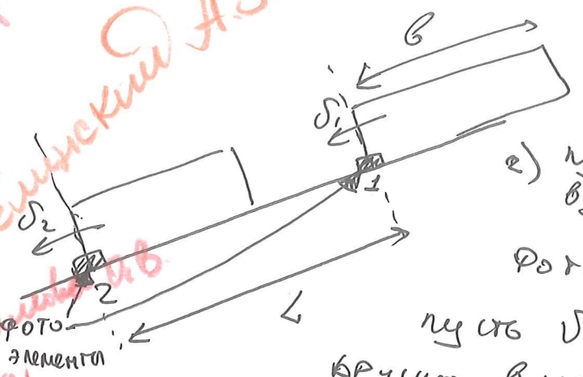
1) II ЗН:



$$mg\cos\alpha = N$$

$$mg\sin\alpha = ma_x \qquad \alpha = 30^\circ$$

$$\Rightarrow a_x = g\sin\alpha = \frac{g}{2}$$



2) пусть L - расстояние вдоль наклонной плоскости между фотоэлементами

пусть ν_1 и ν_2 - скорости бруска в момент перекрывания 1-ого и 2-ого фотоэлементов соответственно.

3) брусок движется равноускоренно

$$\begin{cases} L = \nu_1 T + \frac{a_x T^2}{2} & (1) \\ б = \nu_1 T_1 + \frac{a_x T_1^2}{2} & (2) \\ б = \nu_2 T_2 + \frac{a_x T_2^2}{2} & (3) \\ \nu_2 = \nu_1 + a_x T & (4) \\ a_x = g\sin\alpha = \frac{g}{2} & (5) \end{cases}$$

$T = 0,51\,c$
$T_1 = 2\,c$
$T_2 = 1\,c$

Зсэ для ① и ②

$$\frac{m\nu_1^2}{2} + mgL\sin\alpha = \frac{m\nu_2^2}{2} \qquad (6)$$

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

№ 1.5.3 продолжение 1 Чистовик

Из ур-ий (4) и (5)

$$v_2 = v_1 + \frac{a}{2}T = v_1 + a_x T$$

подставим в ур-ие (3) $a_x = \frac{a}{2} = 5\ м/с^2$

$$\begin{cases} b = (v_1 + \frac{a}{2}T)T_2 + \frac{a_x T_2^2}{2} \\ b = v_1 T_1 + \frac{a_x T_1^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} b - \frac{a_x T_2^2}{2} = (v_1 + a_x T) T_2 \\ b - \frac{a_x T_1^2}{2} = v_1 T_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_1 + a_x T = \frac{b}{T_2} - \frac{a_x T_2}{2} \\ v_1 = \frac{b}{T_1} - \frac{a_x T_1}{2} \end{cases}$$

$$\frac{b}{T_1} - \frac{a_x T_1}{2} + a_x T = \frac{b}{T_2} - \frac{a_x T_2}{2} \quad | \cdot T_1 \cdot T_2$$

$$T_2 b - \frac{a_x T_1^2 T_2}{2} + a_x T_1 T_2 T = T_1 b - \frac{a_x T_2^2 T_1}{2}$$

$$b(T_2 - T_1) = \frac{a_x T_1 T_2}{2}(T_1 - T_2) \quad a_x T_1 T_2 T$$

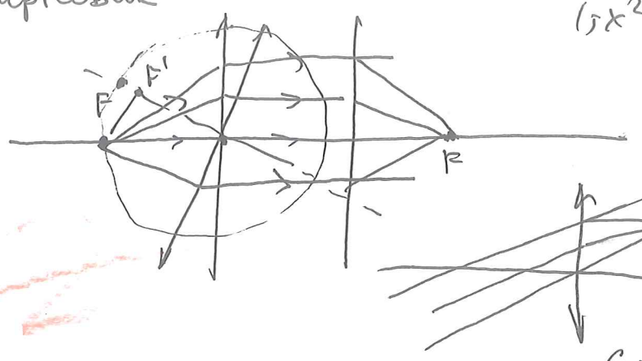
$$b = -\frac{a_x T_1 T_2}{2} - \frac{a_x T_1 T_2 T}{T_2 - T_1} = \frac{a_x T_1 T_2 T}{T_1 - T_2} - \frac{a_x T_1 T_2}{2}$$

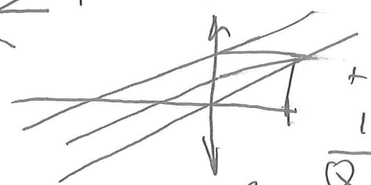
$$b = \frac{5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0{,}51}{2-1} - \frac{5 \cdot 2 \cdot 1}{2} = 10 \cdot 0{,}51 - 5 = 5{,}1 - 5 = 0{,}1\ м$$

$b = 10\ см$ Ответ: 10 см

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

Черновик





$15x^2 - 15x + 4$

$D = 225 - 4 \cdot 4 \cdot 15$ (16·15)

435 × 435 — 2175 + 1305 + 1740 — 189225

$C = \frac{Q}{U}$

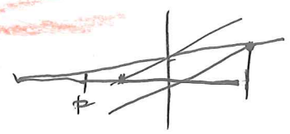
$X = 3F$

$3 \cdot 4{,}5 = 21$

$\frac{256}{3 \cdot 4{,}35^2}$

$U = E \cdot d = \frac{Q d}{S \varepsilon_0}$

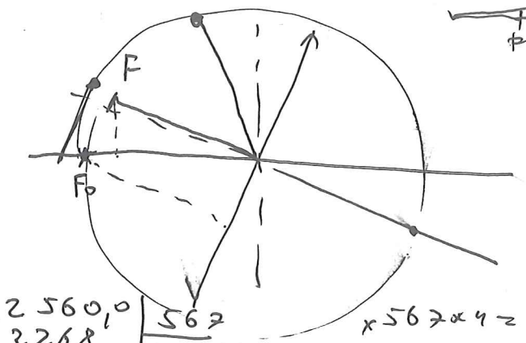
$E = \frac{Q}{S \varepsilon_0}$



$\frac{S \varepsilon_0}{\times 18{,}9}$

$\frac{3}{300 + 240 + 27}$

$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{F}$ — $540 + 27 = 567$



$-\frac{2560}{2268}\ |\ \frac{567}{4{,}514}$

2920

-2835

850

-567

2830

-2268

562

$\times 567 \times 4 = 2000$

$562 \cdot 5 = 2500$

300

$35 a_1 = F \cdot \cos\alpha$

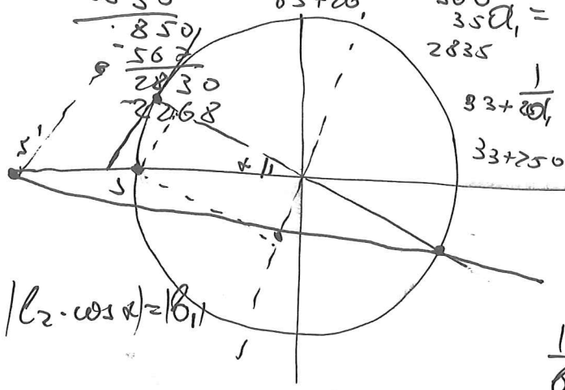
2835

$\frac{1}{b_2} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a_2}$

240

28

2268



$\frac{1}{b_2} = \frac{a_2 - F}{a_2 \cdot F}$

$33 + \frac{1}{200} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{F}$

$33 + 250 = 283$

$\frac{1}{b_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a}$

$\frac{1}{b_1} = \frac{F\cos\alpha - F}{F^2}$

$a_2 = b_2 + F = \frac{F}{\cos\alpha(1 - \cos\alpha)} + F$

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

a_2

$15x^2 - 15x + 4$

$b^2 - 15b + 15 \cdot 4$

$3 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 2$

$3 \cdot 4 \cdot 5$

$\frac{1}{\varepsilon^2 (\frac{z(1-\varepsilon)}{\varepsilon} + 1)^2}$

$(1+x)^\alpha$

$1 + x\,|\,x$

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

№ 5.2.3 продолжение 2

6) $\Delta W_1 = \frac{Q_1^2 d}{2\varepsilon_0 S} - \frac{q_1^2 d}{2(\varepsilon+\Delta\varepsilon)\varepsilon_0 S}$ Чистовик

$q_1 = \frac{\varepsilon}{3\varepsilon+(3-1)\varepsilon} Q$

$Q_1 = \frac{\varepsilon+\Delta\varepsilon}{(\varepsilon+\Delta\varepsilon)(1-\varepsilon)+3\varepsilon} Q$

$\Delta W_1 = \frac{\varepsilon^2 Q^2 d}{2\varepsilon_0 S(3\varepsilon+(3-1)\varepsilon)^2} - \frac{(\varepsilon+\Delta\varepsilon)^2 Q^2 d}{2\varepsilon_0 S(3\varepsilon+(3-1)(\varepsilon+\Delta\varepsilon))^2}$

$\Delta W_1 = \frac{Q^2 d}{2\varepsilon_0 S}\left(\frac{\varepsilon}{(3\varepsilon+(3-1)\varepsilon)^2} - \frac{(\varepsilon+\Delta\varepsilon)}{(3\varepsilon+(3-1)(\varepsilon+\Delta\varepsilon))^2}\right)$

$\varepsilon \gg \Delta\varepsilon$

$\Rightarrow \Delta W_1 = \frac{-Q^2 d\,\Delta\varepsilon}{2\varepsilon_0 S(3\varepsilon+(3-1)\varepsilon)^2}$

7) $\Delta W_2 = \frac{Q_2^2 d}{2(2\varepsilon+\Delta\varepsilon)\varepsilon_0 S} - \frac{q_2^2 d}{2(\varepsilon+\Delta\varepsilon)\varepsilon_0 S}$

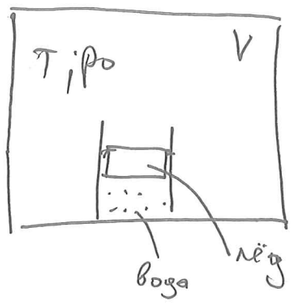
$Q_2 = \frac{3(2\varepsilon+\Delta\varepsilon)}{2\varepsilon+\Delta\varepsilon} Q_1 = \frac{3(2\varepsilon+\Delta\varepsilon)}{2\varepsilon+\Delta\varepsilon} \frac{\varepsilon+\Delta\varepsilon}{(3+(3-1)(2\varepsilon+\Delta\varepsilon))} Q$

$q_2 = \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1} 3 Q_1 = \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1} \cdot 3 \frac{\varepsilon+\Delta\varepsilon}{3\varepsilon+(3-1)\varepsilon} Q$

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

15-18-78-00 (3.5)

№ 2.3.3 $T = 273\,K = 0^\circ C$ Чистовик



1) после установления равновесия воздух в помещении стал влажным и водяной пар, переходящий в него стал насыщенным.

$p_1 = p_0 + p_{нас}$

p_1 - давление в помещении после установ. равновесия

2) пусть испарилось ν молей воды. Модуль теплоты, которое было затрачено для этого:

$|Q| = \nu \cdot \mu \cdot r_n$

это тепло Q холодал лёд

значит $Q = \Delta m \lambda_k$

$\Rightarrow \nu \cdot \mu \cdot r_n = \Delta m \lambda_k$

$\nu = \frac{\Delta m \cdot \lambda_k}{\mu \cdot r_n}$

$V = 30\,м^3$
$T = 273\,K$
$\Delta m = 1\,кг$
$\lambda_к = 3{,}3 \cdot 10^5 \frac{Дж}{кг}$
$r_n = 2{,}3 \cdot 10^6 \frac{Дж}{кг}$
$\mu = 18 \cdot 10^{-3}\,кг/моль$
$R = 8{,}3 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

уравн. К-М:

$p_{нас} \cdot V = \nu R T$

$p_{нас} = \frac{\nu R T}{V} = \frac{RT}{V} \cdot \frac{\Delta m \lambda_k}{\mu \cdot r_n}$

$p_{нас} = \frac{8{,}3 \cdot 273}{30} \cdot \frac{1 \cdot 3{,}3 \cdot 10^5}{18 \cdot 10^{-3} \cdot 2{,}3 \cdot 10^6}$

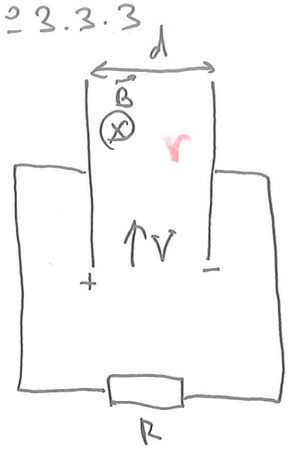
$p_{нас} = \frac{8{,}3 \cdot 273}{3} \cdot \frac{3{,}3 \cdot 10^4}{18 \cdot 2{,}3 \cdot 10^3} = \frac{8{,}3 \cdot 273 \cdot 1{,}1 \cdot 10}{18 \cdot 2{,}3}$

$p_{нас} = \frac{8{,}3 \cdot 91 \cdot 11}{6 \cdot 2{,}3} \approx 62{,}5$ Па

Отв: 62,5 Па ← неверный ответ

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

№ 3.3.3



Чистовик

$P_m = I^2 R_0$

$R_0 = \frac{R \cdot r}{R + r}$

$\mathcal{E}_i = B V d$

$I = \mathcal{E}_i : \left(\frac{R \cdot r}{R + r}\right)$

r - суммарное сопротивление жидкости в конденсаторе

R_0 - общее сопротивление цепи

$I R_0 = \mathcal{E}_i$

$P_m = \frac{\mathcal{E}_i (R + r)}{Rr} \cdot \mathcal{E}_i$

P_{max} при $r \to \infty$

$P_m = \frac{\mathcal{E}_i^2}{R} = \frac{B^2 V^2 d^2}{R}$

$V^2 = \frac{P_m \cdot R}{B^2 d^2}$ | $P_m = 1\,мВт = 1 \cdot 10^{-3}$ Вт, $R = 0{,}4$ Ом, $d = 40\,см = 0{,}4$ м, $B = 1$ Тл

$V = \sqrt{\frac{P_m \cdot R}{Bd}} = \sqrt{\frac{10^{-3} \cdot 0{,}4}{1 \cdot 0{,}4}}$

не учтено сопротивление жидкости.

$V = \frac{10^{-2} \cdot 2}{0{,}4} = \frac{10^{-1}}{2} = 0{,}05$ м/с

Ответ: $V = \sqrt{\frac{P_m \cdot R}{Bd}} = 0{,}05$ м/с

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

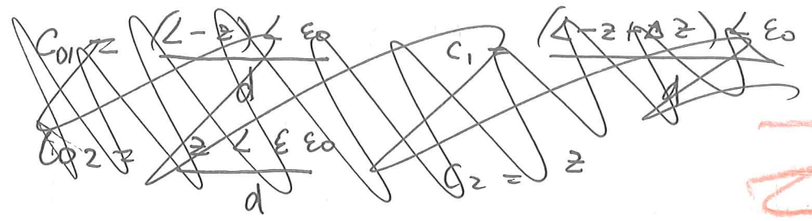
№ 5.2.3 продолжение 1

Чистовик

4) $\Delta W = \Delta W_1 + \Delta W_2$

$\Delta W_1 = \frac{Q_1^2}{2C_1} - \frac{q_1^2}{2C_{01}}$

$\Delta W_2 = \frac{Q_2^2}{2C_2} - \frac{q_2^2}{2C_{02}}$



$C_{01} = \frac{z \cdot \mathcal{L} \varepsilon_0}{d}$ $C_1 = \frac{(z + \Delta z) \mathcal{L} \varepsilon_0}{d}$

$C_{02} = \frac{z \mathcal{L} \varepsilon \varepsilon_0}{d}$ $C_2 = \frac{(\mathcal{L} - z - \Delta z) \mathcal{L} \varepsilon_0 \varepsilon}{d}$

$\Delta W_1 = \frac{Q_1^2 d}{2 \mathcal{L} z \varepsilon_0} - \frac{q_1^2 d}{2 (z + \Delta z) \mathcal{L} \varepsilon_0}$

$\Delta W_2 = \frac{(Q - Q_1)^2 d}{2 (\mathcal{L} - z - \Delta z) \mathcal{L} \varepsilon \varepsilon_0} - \frac{(Q - q_1)^2 d}{2 (\mathcal{L} - z) \mathcal{L} \varepsilon \varepsilon_0}$

5) $\frac{q_1}{C_{01}} = \frac{q_2}{C_{02}} \Rightarrow q_2 = \frac{C_{02}}{C_{01}} q_1 = \frac{(\mathcal{L} - z) \varepsilon}{z} q_1$

$\frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q_2}{C_2} \Rightarrow Q_2 = \frac{C_2}{C_1} Q_1 = \frac{(\mathcal{L} - z - \Delta z) \varepsilon}{z + \Delta z} Q_1$

$q_1 + q_2 = Q$

$q_1 \left(1 + \frac{\mathcal{L} - z}{z} \varepsilon\right) = Q$

$q_1 = \frac{z}{z \mathcal{L} - z + z \varepsilon} Q$

$Q_1 + Q_2 = Q$

$Q_1 \left(1 + \frac{\mathcal{L} - z - \Delta z}{z + \Delta z} \varepsilon\right) = Q$

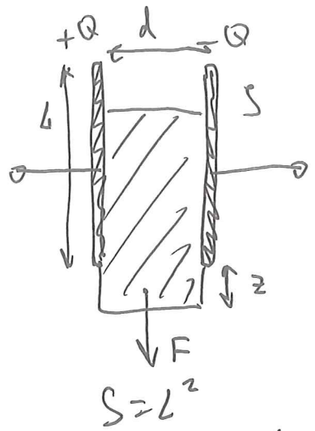
$Q_1 = \frac{z + \Delta z}{(z + \Delta z) \mathcal{L} \varepsilon - z \mathcal{L} + z \varepsilon + z} Q$

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

№ 5.23

Чистовик

1) рашм. сначала Вспомогательную задачу: найдём с какой силой F нужно удержать диэлектрик.



Из конденсатора на z

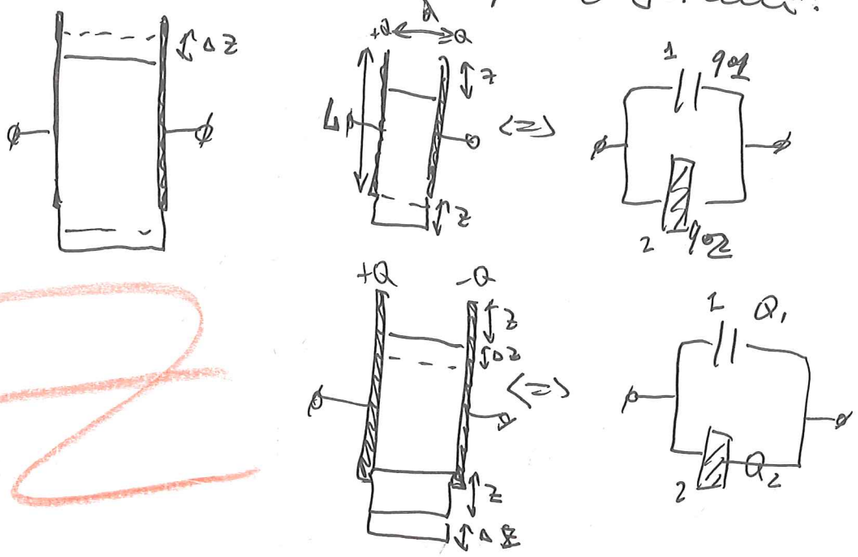
Конденсатор отключён от источника ($Q=const$)

заряды на обкладках: $+Q$ $-Q$

площадь обкладок S

L; d - дано. S - площадь обкладки, d - расстояние между обкладками

г) Воспользуемся методом Виртуальных перемещений:



3) $q_1 + q_2 = Q$ $q_1 + q_2 = Q$

$Q_1 + Q_2 = Q$

$A_F = F\Delta z$

$A_F = -\Delta W.$

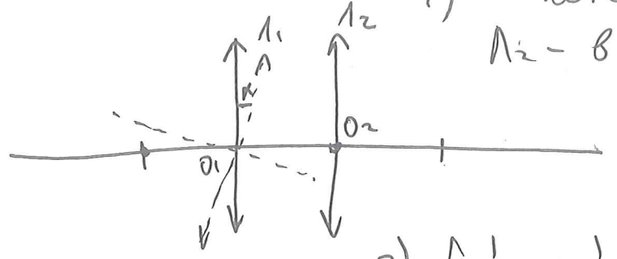
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

15-18-78-00 (3.5)

№ 4.10.3

Чистовик

1) Λ_1 – первая линза
Λ_2 – вторая линза

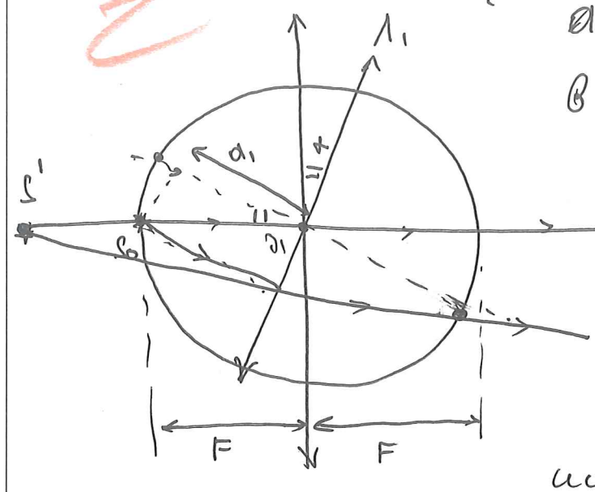


2) $\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{F}$

$a_1 = F\cos\alpha$

$b_1 = \frac{F\cos\alpha}{\cos\alpha - 1} = \frac{F \cdot a_1}{a_1 - F}$

Заметим что $b_1 < 0$



Мнимое изображение в линзе 1 будет мнимым

3) S' – изображение источника S_0 в линзе Λ_1,

4) Найдём расстояние a_2 – от изображения S' до линза Λ_2

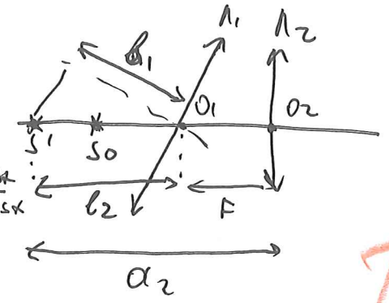
$a_2 \cos\alpha$ · пусть $a_2 = l_2 + F$

$l_2 \cos\alpha = |b_1|$

$a_2 = \frac{F\cos\alpha}{|\cos\alpha \cdot (\cos\alpha - 1)|} + F$

$a_2 = F\left(\frac{1}{1-\cos\alpha} + 1\right) = F \cdot \frac{2 - \cos\alpha}{1 - \cos\alpha}$

$a_2 = F\left(\frac{1 + \cos^2\alpha - \cos\alpha}{\cos^2\alpha - \cos\alpha}\right)$



Формула тонкой линзы

$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{F} \Rightarrow b_2 = \frac{a_2 F}{a_2 - F}$

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

№ 4.10.3 продолжение 1

Чистовик

5) $b_2 = \dfrac{a_2 F}{a_2 - F} = \dfrac{\left(\left|\dfrac{F \cdot \cos\alpha}{\cos\alpha(\cos\alpha - 1)}\right| + F\right) F}{\dfrac{F \cdot \cos\alpha}{|\cos\alpha(\cos\alpha - 1)|} + F - F}$

$b_2 = \left(\dfrac{F}{\cos\alpha(\cos\alpha - 1)} + F\right) \cdot \cos\alpha(\cos\alpha - 1)$

$b_2 = F + F\cos\alpha(\cos\alpha - 1)$

$b_2 = F + F\cos^2\alpha - F\cos\alpha$

Важно заметить что конечное изображение источника будет лежать на пр. $O_1 O_2$ где O_1; O_2 – центры линз $Л_1$ и $Л_2$ соответственно

$b_2 = \left(\dfrac{F}{\cos\alpha(1 - \cos\alpha)} + F\right) R$

$\dfrac{F}{\cos\alpha(1 - \cos\alpha)} + F - F$

$b_2 = \left(\dfrac{F}{\cos\alpha(1 - \cos\alpha)} + F\right) \cdot \cos\alpha(1 - \cos\alpha)$

$b_2 = F + F\cos\alpha(1 - \cos\alpha)$

6) $X = F + F + b_2 = 3F + F\cos\alpha(1 - \cos\alpha)$

$X = 23{,}5$ см

$F = 7{,}5$ см $\quad 3F = 21 + 1{,}5 = 22{,}5$ см

Черновик.

$23{,}5 = 22{,}5 + 7{,}5\cos\alpha(1 - \cos\alpha)$

$1 = 7{,}5\cos\alpha - 7{,}5\cos^2\alpha$

$7{,}5\cos^2\alpha - 7{,}5\cos\alpha + 1 = 0 \quad | \cdot 2$

$15\cos^2\alpha - 15\cos\alpha + 2 = 0$

$D = 225 - 4 \cdot 2 \cdot 15 = 225 - 60 - 30 = 135$ (6·15)

$\cos\alpha = \dfrac{15 \pm \sqrt{135}}{2 \cdot 15} = \dfrac{1}{2} \pm \dfrac{\sqrt{135}}{15} = \dfrac{1}{2} \pm \dfrac{\sqrt{15 \cdot 9}}{15}$

$\begin{cases} \cos\alpha = \dfrac{1}{2} \pm \dfrac{3}{\sqrt{15}} \\ -1 \le \cos\alpha \le 1 \end{cases}$

$\cos\alpha = \dfrac{1}{2} - \dfrac{3}{\sqrt{15}}$

$\dfrac{1}{2} \; ? \; \dfrac{3}{\sqrt{15}} \quad \dfrac{3}{\sqrt{15}} \; ? \; 1$

$\dfrac{3}{\sqrt{15}} \; ? \; \dfrac{1}{2} \quad \dfrac{9}{15} \; ? \; \dfrac{1}{4}$

Ответ: $\alpha = \arccos\left(\dfrac{1}{2} - \dfrac{3}{\sqrt{15}}\right)$ $\dfrac{1}{2} - \dfrac{3}{\sqrt{15}} \; ? \; -1$

$\dfrac{1}{2} \; ? \; \dfrac{3}{\sqrt{15}} \quad \dfrac{9}{4} \; ? \; \dfrac{3}{15}$

$X = 3F + F(1 - \cos\alpha)$

$X = 4F - F\cos\alpha$

$65 : 5 = 13$

$13 \cdot 5 = 50 + 15$

$15 = 10 + 5 = 25$

$F\cos\alpha = 4F - X$

$4{,}5 + 2$

$\dfrac{4 \cdot 7{,}5 - 23{,}5}{7{,}5} = \dfrac{28 + 2 - 23{,}5}{7{,}5} = \dfrac{6{,}5}{7{,}5}$

№ 5.2.3. Продолжение 5 Числовик

$$F_0 = \frac{L\varepsilon_0 U_0^2}{d}\cdot\frac{(1+\varepsilon)}{\varepsilon^2}\cdot\left(1-\frac{2(1-\varepsilon)}{L\varepsilon}x\right)$$

$$F_0 = \frac{U_0^2 L\varepsilon_0(1+\varepsilon)}{d\varepsilon^3}\cdot\left(L\varepsilon-2(1-\varepsilon)x\right)$$

$$\varepsilon = 4$$

$$\begin{cases} F_0 = L\dfrac{U_0^2\varepsilon_0}{d}\cdot\dfrac{5}{64}\cdot(4L+2\cdot3x) \end{cases}$$

~~$\omega^2 = \frac{F_0}{m}$~~ ~~ω^2~~

$T = \frac{2\pi}{\omega}$

$\frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{U_0^2\varepsilon_0}{dm}\cdot\frac{(1+\varepsilon)}{\varepsilon^3}\cdot(L\varepsilon+2(\varepsilon-1)x)$

$$\begin{cases} \ddot{x} + \dfrac{F_0}{m}x = 0 \\ \ddot{x} + \dfrac{k}{m}x + C \\ k = L\dfrac{U_0^2\varepsilon_0(1+\varepsilon)}{d\varepsilon^3}\cdot 2(\varepsilon-1) \\ \dfrac{k}{m} = \omega^2 \\ T = \dfrac{2\pi}{\omega} \end{cases}$$

$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{L U_0^2\varepsilon_0(1+\varepsilon)\cdot 2(\varepsilon-1)}{dm\varepsilon^3}$$

$$L = \frac{4\pi^2 dm\varepsilon^3}{T^2\cdot U_0^2\varepsilon_0(1+\varepsilon)\cdot 2(\varepsilon-1)}$$

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

15-18-78-00 (3.5)

№ 5.2.3 продолжение 3 Числовик

$$Q_2 = \frac{(L-z-\Delta z)\,\varepsilon\, Q}{(3L+(z+\Delta z)(1-\varepsilon)+L\varepsilon)}$$

$$q_2 = \frac{(L-z)\varepsilon}{3L+(3-1)z}\cdot Q$$

$$\Delta W_2 = \frac{(L-z-\Delta z)^2\varepsilon^2 Q^2 d}{2L\varepsilon_0\left[3L+(3-1)(z+\Delta z)(1-\varepsilon)+L\varepsilon\right]^2} -$$

$$-\frac{(L-z)^2\varepsilon^2 Q^2 d}{2L\varepsilon_0\left[3L+(3-1)z\right]^2(L-z+\Delta z)}$$

$$\Delta W_2 = \frac{\varepsilon^2 Q^2 d}{2L\varepsilon_0}\cdot\left[\frac{(L-z-\Delta z)^2}{\left((z+\Delta z)(1-\varepsilon)+L\varepsilon\right)^2} - \frac{(L-z)}{\left(z(1-\varepsilon)+L\varepsilon\right)^2}\right]$$

$\Delta z \ll z \qquad \frac{\Delta z}{z} \ll 1$

$$\Delta W_2 = -\frac{\varepsilon Q^2 d}{2L\varepsilon_0}\cdot\frac{\Delta z}{\left(z(1-\varepsilon)+L\varepsilon\right)^2}$$

8) Вернёмся к методу виртуальных перемещений

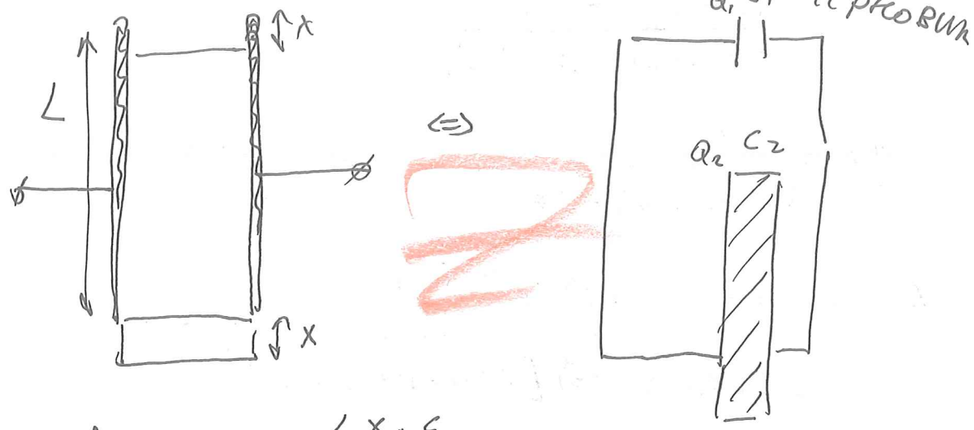
$$\begin{cases} F\Delta z = -\Delta W \\ \Delta W = \Delta W_1 + \Delta W_2 \end{cases}$$

$$F\Delta z = \frac{Q^2 d\,\Delta z}{2L\varepsilon_0\left(z(1-\varepsilon)+L\varepsilon\right)^2} + \frac{\varepsilon Q^2 d\,\Delta z}{2L\varepsilon_0\left(z(1-\varepsilon)+L\varepsilon\right)^2}$$

$$F = \frac{Q^2 d}{2L\varepsilon_0\left[z(1-\varepsilon)+L\varepsilon\right]^2}\cdot(1+\varepsilon)$$

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

№ 5.2.3. продолжение 4 Чистовик Черновик



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

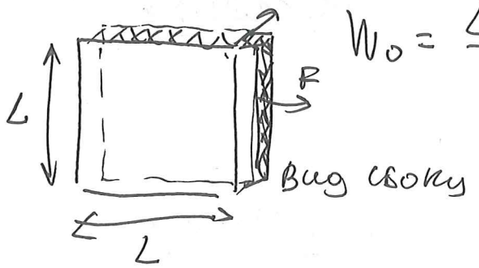
$W_0 = W_1 + W_2$

$W_1 = \frac{Q_1^2}{2C_1}$ ~~+ $\frac{Q_2^2}{2C_2}$~~

$W_1 = \frac{C_1 U_0^2}{2}$

$W_2 = \frac{C_2 U_0^2}{2}$

$$W_0 = \frac{L x \varepsilon_0}{d} \frac{U_0^2}{2} + \frac{L(L-x)\varepsilon\varepsilon_0}{d} \frac{U_0^2}{2} = \text{const}$$



$$W_0 = \frac{L \varepsilon_0 U_0^2}{2d} (x + (L-x)\varepsilon)$$

№ 5.2.3. продолжение 5 Чистовик

g) $$F = \frac{Q^2 d (1+\varepsilon)}{2L^3 \varepsilon^2 \varepsilon_0 \left[\frac{z(1-\varepsilon)}{L\varepsilon} + 1 \right]^2}$$

$(1+x)^\beta \approx 1 + \beta x$ при $x \ll 1$

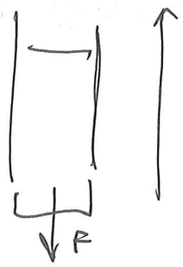
$z \ll L$

$\Rightarrow$ $$\left[\frac{z(1-\varepsilon)}{L\varepsilon} + 1 \right]^{-2} \approx 1 - \frac{2(1-\varepsilon)}{L\varepsilon} z$$

$$F \approx \frac{Q^2 (d) \cdot (1+\varepsilon)}{2L^3 \varepsilon^2 \varepsilon_0} \cdot \left(1 - \frac{2(1-\varepsilon)}{L\varepsilon} z \right)$$

$F \sim z$ сила пропорц. расстоянию

$\Rightarrow$ гармонические колебания.



б) ЗСИ. для нашей задачи: 5.2.3.

$$-F_0 = m\ddot{x}$$

$$\ddot{X} + \frac{F_0}{m} X = 0$$

$$C_0 = \frac{L^2 \cdot \varepsilon \varepsilon_0}{d} \Rightarrow Q_0 = \frac{L^2 \varepsilon_0}{d} U_0$$

$C_0 \cdot U_0 = Q_0$

$$F_0 = \frac{L^4 \varepsilon^2 U_0^2}{d^2} \cdot \frac{\varepsilon^2 \cdot d(1+\varepsilon)}{2L^3 \cdot \varepsilon^2 \varepsilon_0} \cdot (\dots)$$

$$F_0 = \frac{L \varepsilon_0 U_0^2 (1+\varepsilon)}{d} \frac{1}{\varepsilon^2} \left(1 - \frac{2(1-\varepsilon)}{L\varepsilon} x \right)$$

Черновик

$$F = \frac{Q^2 d (1+\varepsilon)}{2L^3 \varepsilon^2 \varepsilon_0} \left(1 + \frac{2(\varepsilon-1)}{L\varepsilon} z\right)$$

пустота $k_1 = \frac{Q_0^2 d(1+\varepsilon)}{2L^3 \varepsilon^2 \varepsilon_0}$

$k_2 = \frac{2(\varepsilon-1)}{L\varepsilon}$

II з.н. для пластины массой m

$-F_0 = m\ddot{x}$

$F_0 + m\ddot{x} = 0$

$k_1 + k_1 k_2 x + m\ddot{x} = 0$

$\omega^2 = \frac{k_1 k_2}{m}$

$C_0 U_0 = Q_0 = \frac{L^2 \varepsilon_0}{d} U_0$

$C_0 = \frac{S\varepsilon_0}{d} = \frac{L^2 \varepsilon_0}{d}$

$K_1 = \frac{L^4 \varepsilon_0^2 U_0^2}{d^2} \cdot \frac{d(1+\varepsilon)}{2L^3 \varepsilon^2 \varepsilon_0} = \frac{L \cdot \varepsilon_0 U_0^2}{d} \cdot \frac{(1+\varepsilon)}{2\varepsilon^2}$

$k_2 = \frac{2(\varepsilon-1)}{L\varepsilon}$

$\omega^2 = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{k_1 k_2}{m}$

$\frac{4\pi^2}{T^2} =$

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

15-18-78-00 (3.5)

№ 5.2.3 Продолжение 6

Чистовик

$$L = \frac{4\pi^2 d m \varepsilon^3}{T^2 U_0^2 \varepsilon_0 (1+\varepsilon) 2(\varepsilon-1)}$$

$\varepsilon = 4$ $\quad U_0 = 100\ В$

$d = 1\ мм = 1 \cdot 10^{-3}\ м$ $\quad \varepsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12}\ Ф/м$

$m = 10\ г = 10 \cdot 10^{-3}\ кг = 1 \cdot 10^{-2}\ кг$

$T = 4{,}35\ с$

$$L \approx \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^{-2} \cdot 64}{4{,}35^2 \cdot 10^4 \cdot 9 \cdot 10^{-12} \cdot 5 \cdot 2 \cdot 3} = \frac{4 \cdot 64 \cdot \pi^2 \cdot 10^{-5}}{4{,}35^2 \cdot 9 \cdot 3 \cdot 10^5 \cdot 10^{-12}}$$

$$L = \frac{4 \cdot 64\, \pi^2}{4{,}35^2 \cdot 9 \cdot 3 \cdot 10^{-2}} \approx \frac{4 \cdot 64 \cdot 9}{4{,}35^2 \cdot 9 \cdot 3} \cdot 10^2 = \frac{4 \cdot 64}{3 \cdot 4{,}35^2}$$

$\pi \approx 3$

$$L = \frac{256}{3 \cdot 18{,}9225} \approx \frac{256}{3 \cdot 18{,}9} = \frac{256}{56{,}7} \approx 4{,}51\ м$$

Отв: $4{,}51\ м$

$$L = \frac{4\pi^2 d m \varepsilon^3}{2 T^2 U_0^2 \varepsilon_0 (1+\varepsilon)(\varepsilon-1)}$$

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

№ 4.10.3 продолжение 2 Чистовик

$$X = 3F + F(1-\cos x)$$

$$F(1-\cos x) = X - 3F$$

$$1-\cos x = \frac{X-3F}{F}$$

$$\cos x = 1 - \frac{X-3F}{F} = \frac{F-X+3F}{F} = \frac{4F-X}{F}$$

$$\cos x = 1 - \frac{23{,}5 - 3\cdot 7{,}5}{7{,}5} = 1 - \frac{1}{7{,}5} = \frac{7{,}5-1}{7{,}5} = \frac{6{,}5}{7{,}5}$$

$$\cos x = \frac{13}{15} \quad ; x = \arccos\frac{13}{15}$$

135

Отв: $x = \arccos\frac{13}{15}$

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

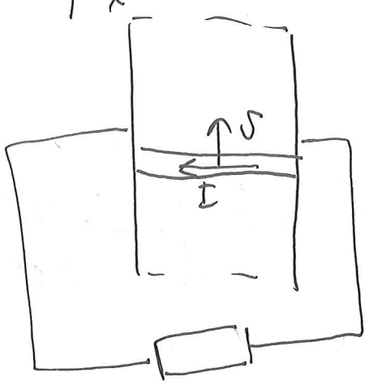
Черновик

$$F = \frac{Q^2 d (\varepsilon+1)}{2\varepsilon_0 [(3\gamma + (\gamma-1)z](\gamma-1)z)^2}$$

$$= \frac{1}{[3\gamma + (\gamma-1)z]^2} = \frac{1}{(\gamma-1)^2 (\frac{3\gamma}{\gamma-1} + z)^2}$$

$$\frac{1}{\frac{2\varepsilon_0 (\gamma+1)}{Q^2 d (\gamma-1)} (1 + \frac{3\gamma}{(\gamma-1)z})^2}$$

$$\frac{2\varepsilon_0 \cdot (\gamma-1)z}{3\gamma} \cdot (1 + \frac{3\gamma}{(\gamma-1)z})$$



$$qvB = e\frac{U_x}{d}$$

$$IB \cdot d = e\frac{U_y}{d}$$

$$I = \frac{dq}{dt} = \frac{e \cdot dn}{}$$

$$U_x = IR$$

$$\frac{U \cdot I \cdot R}{B \cdot d} = \frac{v}{c}\sqrt{IR} \qquad v = \frac{U_x}{Bd} = \frac{IR}{Bd}$$

$$Bde = U$$

$$Be = \frac{U}{v}$$

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