



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

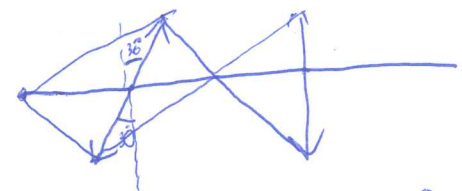
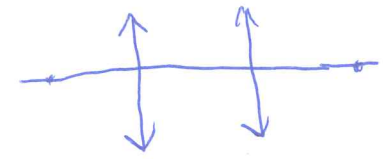
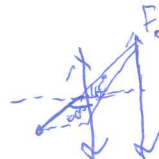
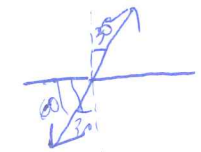
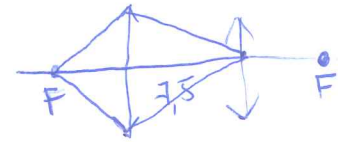
Журкина Дании Александровича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
13 февраля 2026 года

Подпись участника
[Signature]

Черновики:

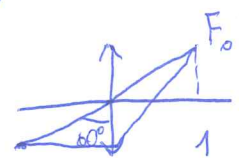
$p = 10^5 \text{ Па}$



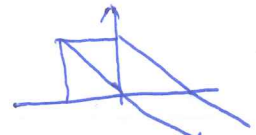
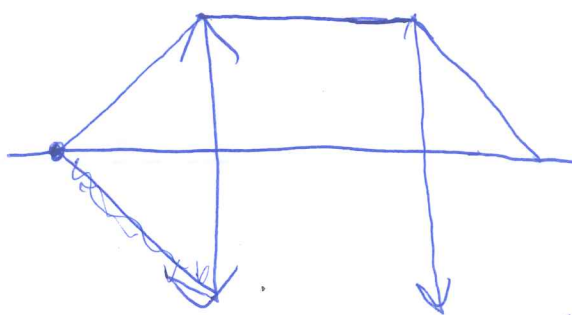
$(\Delta M_B) r_n = (\Delta M_A) \cdot \lambda_n$

$\Delta M_B =$

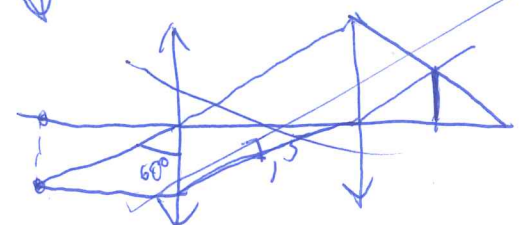
$p_0 V = \frac{m_B}{M} n R T$



$\frac{1}{7.5} + \frac{1}{d} = \frac{1}{7.5}$



$\frac{1}{x} + \frac{1}{d} = \frac{1}{7.5}$



$b = v_1 \cdot j_1 + \frac{a j_1^2}{2} = v_2 \cdot j_2 + \frac{a j_2^2}{2}$

$a = g \cdot \sin \alpha$

$v_2 = v_1 + a \cdot j$

$j = \frac{v_2 - v_1}{g \cdot \sin \alpha} = \frac{j_1 - j_2}{2} + \frac{b \cdot (\frac{j_1 - j_2}{2})}{j_1 \cdot j_2 \cdot g \cdot \sin \alpha}$

$p_0 V = \frac{m}{M} n R T$

$v_2 = v_1 + a \cdot j$

$p_0 = 0 \text{ Па}$
 $p_{\text{нас}} = 611 \text{ Па}$
 $\Delta p = 611 \text{ Па}$

$p_0 V = \frac{m_B}{M_B} n R T$

$\frac{v_2 - v_1}{g \cdot \sin \alpha} = j$

$v_1 =$

$\frac{1}{7.5} + \frac{1}{d} = \frac{1}{7.5}$

62-02-40-90
(1.11)

Черновики:

1. Дано:

Скорости стружки

$b = v_1 \cdot j_1 + \frac{a j_1^2}{2} = v_2 \cdot j_2 + \frac{a j_2^2}{2}$

$a = g \cdot \sin \alpha$

$v_2 = v_1 + a \cdot j$

$j = \frac{v_2 - v_1}{g \cdot \sin \alpha} = \frac{j_1 - j_2}{2}$

1.5. Дано:

Найти: j

$\alpha = 30^\circ$
 $b = 0.1 \text{ м}$
 $j_1 = 2 \text{ с}$
 $j_2 = 1 \text{ с}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$

1) $b = v_1 \cdot j_1 + \frac{a j_1^2}{2} = v_2 \cdot j_2 + \frac{a j_2^2}{2}$

2) $v_2 = v_1 + a \cdot j$

$j = \frac{v_2 - v_1}{a} = \frac{v_2 - v_1}{g \cdot \sin \alpha}$

$v_1 = \frac{b - \frac{a j_1^2}{2}}{j_1} = \frac{b - g \cdot \sin \alpha \cdot \frac{j_1^2}{2}}{j_1} = \frac{0.1 - \frac{10 \cdot 1}{2} \cdot 4}{2}$

$a = g \cdot \sin \alpha$
 v_1 - скорость стружки при начале переключения
1-20 по таблице
 v_2 - скорость стружки при начале переключения
2-20 по таблице

5	99
4	19
3	20
2	20
1	10

Копировать
Копировать
Копировать
Копировать
Копировать

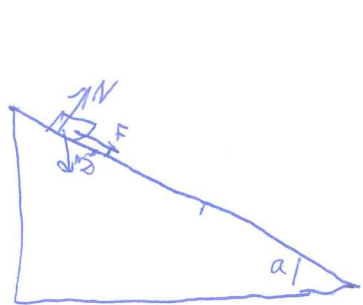
Условие:

1.5.1.

Дано:

- $\alpha = 30^\circ$
- $b = 0,1 \text{ м}$
- $J_1 = 2 \text{ с}$
- $J_2 = 1 \text{ с}$

$g = 10 \text{ м/с}^2$



Найти: J

$$1) b = V_1 \cdot J_1 + \frac{a J_1^2}{2} = V_2 \cdot J_2 + \frac{a J_2^2}{2}$$

$$V_1 = \frac{b - \frac{a J_1^2}{2}}{J_1} ; V_2 = \frac{b - \frac{a J_2^2}{2}}{J_2}$$

2) $a = g \cdot \sin \alpha$

3) $V_2 = V_1 + a \cdot J$

$$J = \frac{V_2 - V_1}{a} = \frac{V_2 - V_1}{g \cdot \sin \alpha}$$

$$J = \frac{\frac{b - \frac{a J_2^2}{2}}{J_2} - \frac{b - \frac{a J_1^2}{2}}{J_1}}{g \cdot \sin \alpha}$$

$$J = \frac{0,1 - 2,5 - (-\frac{0,1 - 10}{2})}{5} = 0,51 \text{ с}$$

Ответ: $J = 0,51 \text{ с}$

Условие:

$$\frac{V_2 - V_1}{g \cdot \sin \alpha} =$$

$$b = V_1 \cdot J_1 + \frac{a J_1^2}{2}$$

$$b = V_2 \cdot J_2 + \frac{a J_2^2}{2}$$

$$0,1 = V_2 + \frac{5 \cdot 1}{2,5}$$

$$V_2 = \frac{b - \frac{a J_2^2}{2}}{J_2}$$

$$V_1 = \frac{b - \frac{a J_1^2}{2}}{J_1}$$

$$= \frac{-2,4 + 4,25}{5}$$

VP =

$$\frac{2}{0,1 \cdot 1} \cdot \sqrt{4 \cdot 10^{-3}} = \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot 2}{0,1} = 20 \cdot 2 \cdot 10^{-2}$$

$\Delta M \cdot \lambda_n = M_{\text{нпр}} \cdot \Gamma_n$; $20 \times 40 M_{\text{нпр}} = \frac{P_{\text{нр}} \cdot V \cdot M}{RT}$

$$\frac{18 \cdot 10^3 \cdot 2,3 \cdot 611 \cdot 30}{3,3 \cdot 8,3 \cdot 273 \cdot 10^3} = \frac{18 \cdot 30 \cdot 2,3 \cdot 611}{273 \cdot 33 \cdot 83} = \frac{13 \cdot 23 \cdot 611}{273 \cdot 11 \cdot 83}$$

$F_{\text{нпр}} = q \cdot V \cdot B$

$V = F_{\text{нпр}} \cdot d \cdot \frac{1}{q} = V \cdot B \cdot d$

$$d = \frac{P_m \cdot 4R}{R \cdot V \cdot B^2}$$

$$d = \frac{2R}{V \cdot B} \cdot \sqrt{\frac{P_m}{R}}$$

$$d = \frac{0,8}{10 \cdot 1} \cdot \sqrt{\frac{1}{0,4}}$$

$$d = \frac{0,8}{1 \cdot 0,1}$$

$$b = 8 \cdot \sqrt{\frac{101 \cdot 10^3}{0,4}} = 8 \cdot \sqrt{4 \cdot 10^4} = 8 \cdot 2 \cdot 10^2$$

$$d = 2V \cdot B \cdot \sqrt{P_m \cdot R} = 2 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot \sqrt{1 \cdot 10^3 \cdot 0,4} =$$

$$J = \frac{b - \frac{a J_2^2}{2}}{J_2} - \frac{b - \frac{a J_1^2}{2}}{J_1}$$

$$J = \frac{0,1 - \frac{5 \cdot 1}{2}}{1} - \frac{0,1 - \frac{5 \cdot 1}{2}}{2} = \frac{0,1 - 2,5 - (-\frac{0,1 - 10}{2})}{5}$$

$$V_2 = \frac{b - \frac{a J_2^2}{2}}{J_2} = \frac{0,1 - \frac{5 \cdot 1}{2}}{1} = -2,4$$

$$V_1 = \frac{b - \frac{a J_1^2}{2}}{J_1} = \frac{0,1 - \frac{5 \cdot 1}{2}}{2} = -2,4$$

$$VP = \frac{2}{0,1 \cdot 1} \cdot \sqrt{4 \cdot 10^{-3}} = 20 \cdot 2 \cdot 10^{-2} = 40$$

$$\frac{1}{J_1} + \frac{1}{J_2} = \frac{1}{J}$$

$J_1 > 0$!

$$b_2 = |f_1| + F$$

$$\frac{13 \cdot 23 \cdot 611}{273 \cdot 11 \cdot 83}$$

$$\frac{23 \cdot 611}{29} = 611$$

$$\frac{23 \cdot 611}{29} = 611$$

$$\frac{23 \cdot 611}{29} = 611$$

Чертовик:

При выдвигании диэлек. пластин конден. можно представить как 2 к параллельно конден. конден. 1-й - заполнен воздухом 2-й - диэлектриком

Случай их введения. емкость = сумме 1-го и 2-го конд.

$$C(x) = C_1 + C_2 = \frac{\epsilon_0 \cdot L \cdot x}{d} + \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot L \cdot (L-x)}{d}$$

$x > 0$
 $\frac{q}{C(x)} = \frac{q}{C(0)}$
 $\frac{q}{2C(x)} = \frac{q}{2C(0)}$

$\Delta W = \frac{q^2}{2C(x)} - \frac{q^2}{2C(0)}$
 $\Delta W \approx \frac{q^2}{2C(x)} - \frac{q^2}{2C(0)}$
 $\Delta W \approx \frac{q^2}{2C(x)} - \frac{q^2}{2C(0)}$
 $\Delta W \approx \frac{q^2}{2C(x)} - \frac{q^2}{2C(0)}$

Условие гармон. колебаний (незатухающие), поэтому время возврата в равновесие $= \frac{1}{\omega} T$ колебания

$$x = \frac{a \cdot (\frac{T}{4})^2}{2} \Rightarrow T = 4 \cdot \sqrt{\frac{2x}{a}} = 4 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot x^2}{\Delta W}}$$

$$C_1 + C_2 = \frac{\epsilon_0 \cdot L \cdot x + \epsilon_0 \cdot L \cdot (L-x) \cdot \epsilon}{d}$$

$$T = 4 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot x^2}{\epsilon_0 \cdot L \cdot (x + \epsilon \cdot L - x \cdot \epsilon)}}$$

$$P' = \frac{v^2 \cdot (R+M)^2 - 2R(R+M)}{(R+M)} = 0 \text{ при } R=M$$

62-02-40-90 (1.11)

Чертовик:

2.3.1:

Дано:

- $V = 30 \text{ м}^3$
- $T = 273 \text{ К} = 0^\circ \text{ С}$
- $P_{нас} = 611 \text{ Па}$
- $\lambda_n = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$
- $\Gamma_n = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
- $\mu = 16 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
- $R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

Найти: Δm

Испарение воды в сосуде \checkmark так как давление пара не становится равным $P_{нас}$. Пар как воздух изкачается для суши, то:

$$1) Q_{исп} = \Gamma_n \cdot m_{пара} = \Delta m \cdot \lambda_n$$

$$2) P_{нас} \cdot V = \frac{m_{пара} \cdot R \cdot T}{\mu}$$

$$3) m_{пара} = \frac{4 \cdot P_{нас} \cdot V}{R \cdot T} \quad m_{пара} = \frac{\mu \cdot P_{нас} \cdot V}{R \cdot T}$$

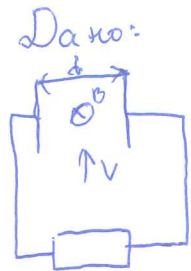
$$4) \Delta m = \frac{\mu \cdot \Gamma_n \cdot P_{нас} \cdot V}{\lambda_n \cdot R \cdot T}$$

$$\Delta m = \frac{16 \cdot 10^{-3} \cdot 2,3 \cdot 10^6 \cdot 611 \cdot 30}{3,3 \cdot 10^5 \cdot 8,3 \cdot 273} = \frac{13 \cdot 2,3 \cdot 611 \cdot 30}{215 \cdot 33 \cdot 83} = \frac{242680}{249749} \approx 1 \text{ кг}$$

Ответ: $\Delta m \approx 1 \text{ кг}$

Условие:

3.3.1.



$R = 4 \text{ [Ом]}$

$V = 10 \text{ см/с}$

$\sin = 1$

$B = 1 \text{ Тл}$

$P_m = 1 \text{ мВт}$

Найти: d

1) $F_{\text{лор}} = q \cdot V \cdot B$ $F_{\text{лор}} = q \cdot V \cdot B \cdot \sin \alpha$

2) Напряжение между пластинами:

$U = F_{\text{лор}} \cdot d \cdot \frac{1}{q} = V \cdot B \cdot d$

P - мощность P выделяющаяся на R :

$P = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{(R+r)^2} \cdot R$, где r - внутрен. сопротивление

r - сопротивление пндности (аналог ЭДС) между пластинами

Так как P максимално:

$P'(R) = \frac{U^2 \cdot (R+r)^2 - 2 \cdot R \cdot (R+r)}{(R+r)^4} = 0$

$R = r$
 $P_m = \frac{U^2 \cdot d^2}{(2 \cdot R)^2} \cdot R$

$d = \frac{P_m \cdot 4R^2}{R \cdot V^2 \cdot B^2} = \frac{4R \cdot P_m}{V^2 \cdot B^2}$

$d = \frac{2}{V \cdot B} \cdot \sqrt{P_m \cdot R}$

$d = \frac{2}{0,1} \cdot \sqrt{1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4} = 0,4 \text{ м}$

Ответ: $d = 0,4 \text{ м}$

Черновик:

$C_1 + C_2 = \frac{\epsilon_0 \cdot L \cdot (\epsilon \cdot L - x \cdot \epsilon)}{d}$

$\Delta W = \frac{\epsilon_0 \cdot L^2 \cdot U_0^2}{2d}$

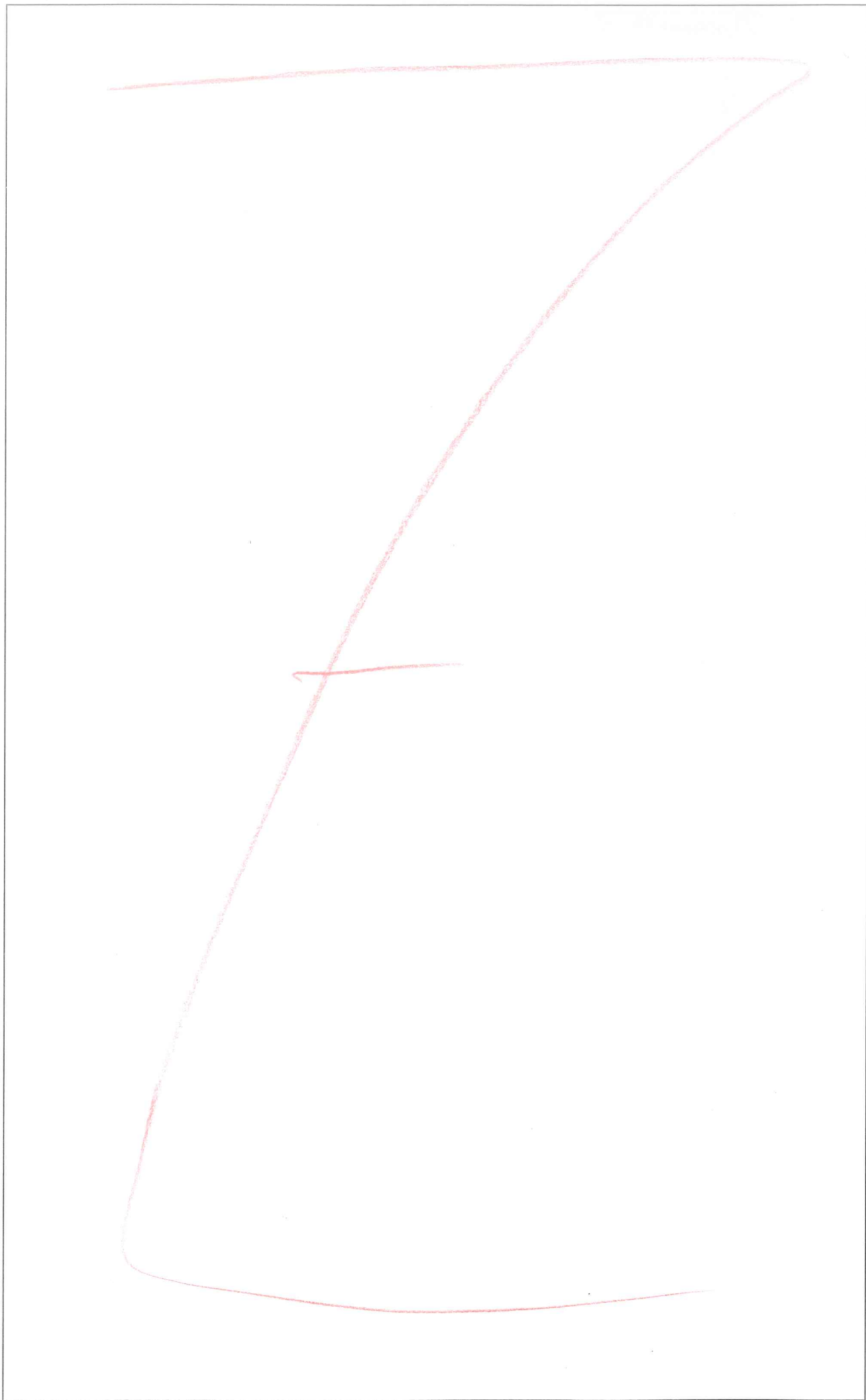
$\frac{\epsilon_0 \cdot L \cdot (\epsilon \cdot L - x \cdot \epsilon)}{d}$

$\Delta W = \frac{q^2}{2 \cdot \left(\frac{1}{C(x)} - \frac{1}{C(0)} \right)}$

$C(x) = \frac{\epsilon_0 \cdot L \cdot x}{d \cdot (x + \epsilon \cdot (L-x))} = \frac{C(0)}{\epsilon \cdot (\epsilon - (\epsilon-1) \cdot \frac{x}{L})}$, где $C(0) = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot L^2}{d}$

$\Delta W = \frac{q^2}{2 \cdot C(0) \cdot \left(\frac{\epsilon}{\epsilon - (\epsilon-1) \cdot \frac{x}{L}} - 1 \right)}$

$T = \frac{1}{V_0} \sqrt{\frac{q^2 \cdot \epsilon_0 \cdot L^3 \cdot m \cdot x^2}{2 \cdot d \cdot (\epsilon-1) \cdot x}} = \frac{1}{V_0} \sqrt{\frac{m \cdot x \cdot d}{\epsilon_0 \cdot L \cdot (\epsilon-1)}}$



62-02-40-90
(1.11)

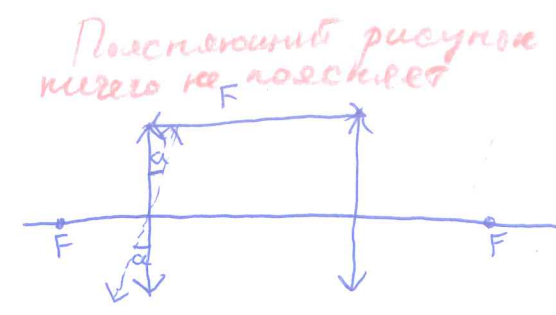
Условие:

Ч. 10. 1.

Дано:

$F = 7,5 \text{ см}$

$\alpha = 30^\circ$



Последний рисунок
ниже не подходит

Найти: x

Изображение источника после поворота линзы не будет
смещаться в вертикальном направлении, так как координаты
оптических центров линзы не изменятся.

Рассмотрим 1-ую линзу после поворота:

1) $\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$ + формула повн. линзы

2) $d_1 = F \cdot \cos \alpha \Rightarrow f_1 = \frac{F \cdot \cos \alpha}{\cos \alpha - 1}$ +

так как $\cos \alpha \leq 1$, то $f_1 < 0 \Rightarrow$ изображение расположено
левее 1-й линзы +

Рассмотрим 2-ую линзу:

$d_2 = |f_1| + F$

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

$x = 2 \cdot F + f_2 = F \cdot (4 - \cos \alpha) = 30 - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 7,5 \approx 23,5 \text{ см}$

Ответ: $x \approx 23,5 \text{ см}$ +



5.2.1.

Дано:
 $V_0 = 100 \text{ В}$
 $l = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$
 $d = 1 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ м}$
 $x = 0,1 \text{ мм} = 10^{-4} \text{ м}$
 $m = 10^2 = 0,01 \text{ кг}$
 $\epsilon = 4$
 $\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$
 Найти: T



При выдвигании диэлектрической пластинки конденсатор можно представить как 2 параллельно подключенных конденсатора: 1-й - заполнен воздухом; 2-й - диэлектриком ϵ

$C(x) = C_1 + C_2$ при их эквивалентной емкости общей емкости будет равняться их сумме.

$C_1 = \frac{\epsilon_0 \cdot l \cdot x}{d}$; $C_2 = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot l \cdot (l-x)}{d}$

План конденсатор отключен: $q = \cos \alpha$; $q = \frac{\epsilon_0 \cdot l^2 \cdot U_0}{\epsilon_0 \cdot d \cdot l}$ ($C_0 = \frac{q}{U_0}$)

~~В условии сказано, что колебания гармонические и возвращение в положение равновесия будет равняться $\frac{1}{4} T$.~~

~~$x = \frac{a(\frac{T}{4})^2}{2} \Rightarrow T = 4 \cdot \sqrt{\frac{2x}{a}} = 4 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot x^2}{\epsilon_0 \cdot l \cdot (\epsilon - 1) \cdot x}}$~~

$C(x) = \frac{\epsilon_0 \cdot l}{d} \cdot (x + \epsilon \cdot (l-x)) =$

$\Delta W = \frac{q^2}{2(\frac{1}{C(x)} - \frac{1}{C_0})} \Rightarrow \Delta W = \frac{q^2}{2 \cdot C_0 \cdot (\frac{\epsilon}{\epsilon - (\epsilon - 1) \cdot \frac{x}{l}} - 1)}$

$C(x) = \frac{\epsilon_0 \cdot l}{d(x + \epsilon(l-x))} = \frac{C_0}{\epsilon - (\epsilon - 1) \cdot \frac{x}{l}}$

$C_0 = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot l^2}{d}$

$T = 4 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot x^2}{\Delta W}} = 8 \cdot \sqrt{\frac{q^2 \cdot \epsilon_0 \cdot l^2 \cdot m \cdot x^2}{q^2 \cdot \epsilon \cdot l \cdot (\epsilon - 1) \cdot x}} = 8 \cdot \frac{\epsilon}{V_0} \cdot \sqrt{\frac{m \cdot x \cdot d}{\epsilon_0 \cdot l \cdot (\epsilon - 1)}}$

(поскольку колебания гармоничны и возвращение в положение равновесия $= \frac{T}{4}$)

5.2.1. Продолжение

$T = 8 \cdot \frac{\epsilon}{V_0} \cdot \sqrt{\frac{m \cdot x \cdot d}{\epsilon_0 \cdot l \cdot (\epsilon - 1)}}$

$T = 8 \cdot \frac{4}{100} \cdot \sqrt{\frac{0,01 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3}}{9 \cdot 10^{-12} \cdot 0,2 \cdot 3}} = \frac{32}{100} \cdot \sqrt{\frac{1}{9 \cdot 0,2 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}} =$

$= \frac{32}{100} \cdot \sqrt{\frac{10^3}{9 \cdot 0,2 \cdot 3}} \approx 4 \text{ с}$

Ответ: ~~T~~ $T \approx 4 \text{ с}$

