



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Самара
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Черепановой Варвары Николаевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

+1 балл

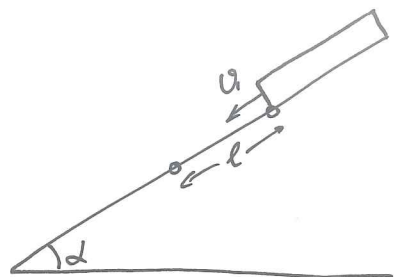
Дата
«13» февраля 2026 года

Подпись участника

Чер

Черновик

1



$g \sin \alpha = a$

$v = v_1 t + \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$

$v = v_1 T_1 + \frac{g \sin \alpha T_1^2}{2}$
 $v = v_2 T_2 + \frac{g \sin \alpha T_2^2}{2}$

$\frac{g \sin \alpha}{2} = \frac{v - v_2 T_2}{T_2^2}$

$v_2 - v_1 = g \sin \alpha T$

$v_2 = v_1 + g \sin \alpha T$

$v = v_1 T_1 + (v - v_2 T_2) \cdot \frac{T_1^2}{T_2^2}$

$v = v_1 T_1 + (v - v_1 T_2 - g \sin \alpha T T_2) \cdot \frac{T_1^2}{T_2^2}$

$v = v_1 T_2 + g \sin \alpha T T_2 + \frac{g \sin \alpha T_2^2}{2}$

$v = v_1 T_2 + g \sin \alpha (T T_2 + \frac{T_2^2}{2})$

$g \sin \alpha = \frac{v - v_1 T_2}{T T_2 + \frac{T_2^2}{2}}$

$v_1 = \dots \rightarrow v = v_1 T_1 + \frac{g \sin \alpha T_1^2}{2}$

2) $T = 273 \text{ K}$ $\Delta m = 1 \text{ kg}$



$Q_- = \lambda_k \Delta m$

$Q_+ = \nu_n \cdot m_u$

$p_{\text{нас}} V = \nu_u RT$

$\nu_u = \frac{p_{\text{нас}} V}{RT}$

$m_u = \nu_u \cdot M$



$Q = 0$

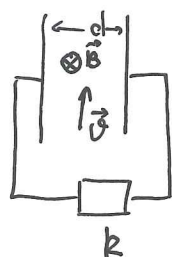
$\Delta U = -\lambda_k \Delta m + \nu_n m_u$

$A = p_a V$

$\Delta U + A = 0$

$-\lambda_k \Delta m + \nu_n m_u + p_a V = 0$

3



$F = qUB$

$E = UB$

$Ed = \Delta U$

$p_m = \frac{U^2}{R} = \frac{E^2 d^2}{R} = \frac{U^2 B^2 d^2}{R}$

Чистовик

задача №1.5.2

Дано:

$T = 0,51 \text{ c}$

$v = 0,1 \text{ м}$

$T_1 = 2 \text{ c}$

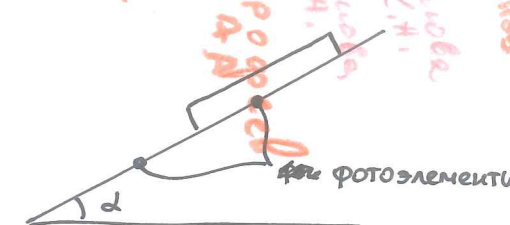
$T_2 = 1 \text{ c}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$d = ?$

Решение:

1	2	3	4	5	Σ
10	20	10	23	15	83



Восемьдесят три

- Вдоль оси x (направленной вдоль наклонной пл-ти) действует только проекция на неё силы тяжести:

$ma = mg \sin \alpha \Rightarrow a = g \sin \alpha$ - ускорение бруска
- Пусть v_1 - скорость бруска в момент начала перекрытия первого фотоэлемента.

Тогда $v_2 = v_1 + aT$ - скорость бруска в момент начала перекрытия второго фотоэлемента

$v_2 = v_1 + g \sin \alpha T$
- $v = v_1 T_1 + \frac{a T_1^2}{2}$ - т.к. за время T_1 передний конец бруска проедет расстояние, равное длине бруска (тогда первый фотоэлемент перестал быть перекрытым) с нач. скоростью v_1 .

Аналогично для второго фотоэлемента: $v = v_2 T_2 + \frac{a T_2^2}{2}$
- Подставим v_2 и a и получим систему:

$$\begin{cases} v = v_1 T_1 + \frac{g \sin \alpha T_1^2}{2} \\ v = v_1 T_2 + g \sin \alpha T T_2 + \frac{g \sin \alpha T_2^2}{2} \end{cases} \rightarrow v_1 = \frac{v - \frac{g \sin \alpha T_1^2}{2}}{T_1}$$

$v = (v - \frac{g \sin \alpha T_1^2}{2}) \frac{T_2}{T_1} + g \sin \alpha T T_2 + \frac{g \sin \alpha T_2^2}{2}$

$v = v \cdot \frac{T_2}{T_1} - \frac{g \sin \alpha T_1 T_2}{2} + g \sin \alpha T T_2 + \frac{g \sin \alpha T_2^2}{2}$

$v(1 - \frac{T_2}{T_1}) = g \sin \alpha (T T_2 + \frac{T_2^2}{2} - T_1 T_2)$

$\sin \alpha = \frac{v}{g} \cdot \frac{1 - \frac{T_2}{T_1}}{T T_2 + \frac{T_2^2}{2} - T_1 T_2} = \frac{0,1 \text{ м}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \cdot \frac{1 - \frac{1}{2}}{0,51 \text{ c} + \frac{1}{2} \text{ c}^2 - 2 \text{ c}^2}$

Ситуация невозможна:

если первый фотоэлемент начал перекрываться в момент времени $t_1 = 0$, второй - в момент $t_2 = 0,51 \text{ c}$, то в момент $t_3 = 1,51 \text{ c}$ брусок уже преодолел целиком второй фотоэлемент, значит, и первый тоже.

Но первый фотоэлемент был перекрыт до момента $t_4 = 2 \text{ c}$.

Противоречие.

№ 2.3.2.

Дано:

- $T = 273\text{K}$
- $p_0 = 10^5\text{Па}$
- $\Delta m = 1\text{кг}$
- $p_{\text{нас}} = 611\text{Па}$
- $\lambda_k = 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
- $r_n = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
- $M = 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$
- $R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

V-?

Решение:

- 1) Рассмотрим систему лёд-вода-водяной пар. Температура в ней равна температуре окружающего воздуха и не меняется. Значит, теплообмена нет и энергия в систему не поступает. $Q = 0$
- 2) $Q_- = \lambda_k \cdot \Delta m$ - величина, на которую уменьшилась внутр. энергия системы
 $Q_+ = r_n \cdot \mu \cdot \nu_{\text{исп}}$ - величина, на которую увеличилась внутр. энергия системы

3) Т.к. помещение сухое, изначальное давление водяных паров равно 0.

Значит, $p_{\text{нас}}$ будет создаваться $\nu_{\text{исп}}$

ур-е Менделеева-Клапейрона:

$$p_{\text{нас}} \cdot V = \nu_{\text{исп}} RT \rightarrow \nu_{\text{исп}} = \frac{p_{\text{нас}} V}{RT}$$

4) Ур-е баланса энергии:

$\Delta U + A = 0$, ΔU - изменение внутр. энергии системы, A - работа, совершённая системой.

$$Q_+ - Q_- + p_0 V = 0 \quad A = 0$$

~~работа, которую совершил испарившийся водяной пар при расширении~~

$$r_n \mu \frac{p_{\text{нас}} V}{RT} - \lambda_k \Delta m + p_0 V = 0$$

$$V \left(\frac{r_n \mu p_{\text{нас}}}{RT} + p_0 \right) = \lambda_k \Delta m$$

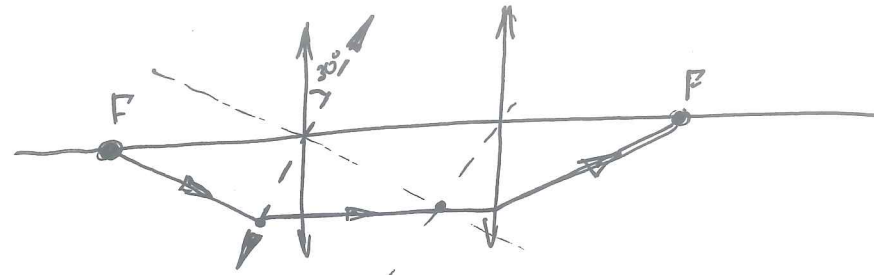
$$V = \frac{\lambda_k \Delta m}{\frac{r_n \mu p_{\text{нас}}}{RT} + p_0} = \frac{3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 1\text{кг}}{\frac{2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 611\text{Па}}{8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 273\text{К}} + 10^5\text{Па}}$$

$\approx 30\text{м}^3$

Отв: 30м^3

20

4



5



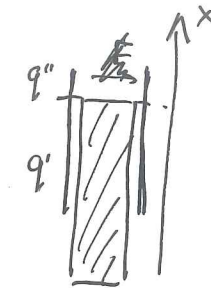
$x \ll d \ll l$

$+ m-?$

$$C = \frac{ES}{\rho l}$$

$$q = U_0 C = \frac{U_0 \rho S}{d}$$

m-?



$$\frac{m x^2}{2} + \frac{\cos \alpha U^2}{2} = \text{const}$$

$$W = \frac{U^2}{2} !!!$$

$$\frac{q'}{SE\epsilon} = \frac{q''}{SE} \rightarrow q' = \epsilon q''$$

$$q' + q'' = q_0$$

$$(\epsilon + 1) q'' = q_0$$

$$q'' = \frac{q_0}{\epsilon + 1} \quad q' = \frac{\epsilon}{\epsilon + 1} q_0$$

$$U = \frac{q''}{SE} d = \frac{q_0 d}{SE(\epsilon + 1)}$$

$$\frac{\epsilon \epsilon S \frac{q_0 d}{SE(\epsilon + 1)}}{d} + \frac{\epsilon_0 S \frac{q_0 d}{SE(\epsilon + 1)}}{d} =$$

$$= \frac{\epsilon S \epsilon \epsilon}{\epsilon d} - \frac{\epsilon_0 \epsilon S x}{\epsilon d} + \frac{\epsilon_0 S x}{\epsilon d}$$

$$\frac{3,3 \cdot 10^5}{2,3 \cdot 10^6 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot 611 + 10^5} =$$

$$= \frac{3,3 \cdot 10^5}{2,3 \cdot 18 \cdot 611 \cdot 10^3 + 10^5} = \frac{3,3}{2,3 \cdot 18 \cdot 611 \cdot 10^{-2} + 1}$$

$$\begin{array}{r} \times 611 \\ 18 \\ \hline 4388 \\ + 611 \\ \hline 10998 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 10998 \\ 73 \\ \hline 32994 \\ + 21996 \\ \hline 252954 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 252954 \quad | \quad 83 \\ 249 \quad | \quad 3047 \\ \hline 395 \\ - 332 \\ \hline 634 \\ - 581 \\ \hline 53 \end{array}$$

~ 3048

$$23,5 \cdot \frac{16 \cdot 2,17}{61}$$

$$= \frac{16 \cdot 3,4}{61} \cdot 23,5 =$$

$$= \frac{19,4}{61} \cdot 23,5$$

$$\begin{array}{r} 455,9 \quad | \quad 61 \\ 428 \quad | \quad 8,45 \\ \hline 279 \\ - 246 \\ \hline 33 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3048 \quad | \quad 273 \\ 273 \quad | \quad 11 \\ \hline 318 \end{array}$$

0,11

1,11

$\frac{3,3}{1,1} \sim 3$

$$\frac{3,3}{0,11} = \frac{330}{11} = 30$$

$$\begin{array}{r} 19,4 \\ \times 23,5 \\ \hline 582 \\ + 388 \\ \hline 455,9 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 455,9 \quad | \quad 61 \end{array}$$

44-18-68-05
(2.15)

№ 3.3.2

Дано:

$R = 0,4 \text{ Ом}$

$d = 40 \text{ см}$

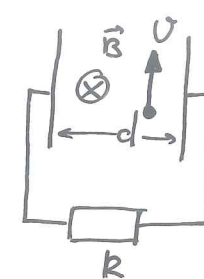
$v = 10 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

$P_m = 1 \text{ мВт}$

$B = ?$

CU

Решение:



$F_A = qvB$ - сила, действующая на каждую заряженную частицу в жидкости

$E = \frac{F_A}{q} = vB$ - эквивалент напряжённости, только в магнитном поле

$\Delta\varphi = E \cdot d = vBd$ - эквивалент разности потенциалов

$$P_m = \frac{\Delta\varphi^2}{R} = \frac{v^2 B^2 d^2}{4 \cdot R}$$

$$\hookrightarrow B^2 = \frac{4 P_m R}{v^2 d^2}$$

$$B = \frac{\sqrt{P_m R}}{v d} = \frac{\sqrt{10^{-3} \text{ Вт} \cdot 0,4 \text{ Ом}}}{0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,4 \text{ м}} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-2}} \text{ Тл} = 0,5 \text{ Тл}$$

Не учтено сопр-е проводящ. среды

Ответ: 0,5 Тл

№ 4.10.2

Дано:

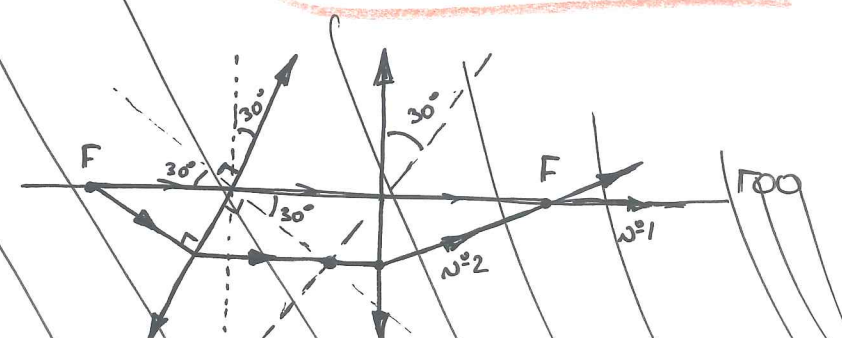
$\alpha = 30^\circ$

$x = 23,5 \text{ см}$

$F = ?$

CU

Решение:



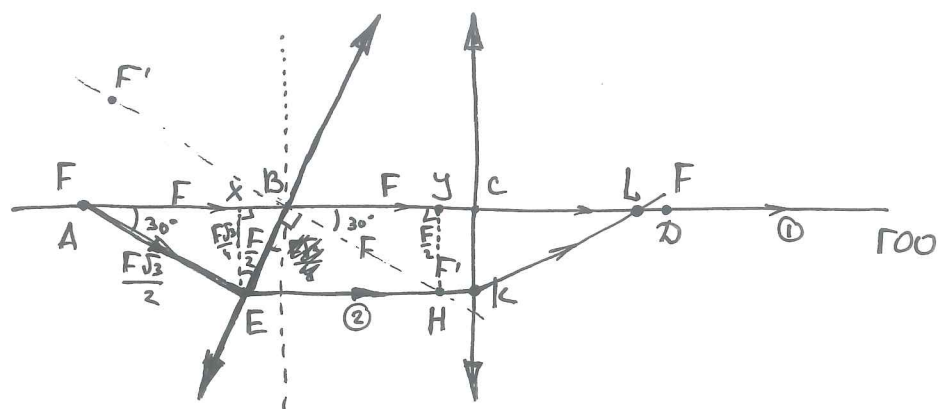
- 1) Луч, идущий вдоль FOO исходной системы, и после поворота первой линзы не преломляется. (луч №1)
- 2) Рассмотрим луч №2. Он падает так, что падает на первую линзу под прямым углом. Тогда после преломления он пройдет через её фокус.

№ 4.10.2.

Чистовик

Дано: $\alpha = 30^\circ$
 $x = 23,5 \text{ см}$
 $F = ?$

Решение:



1) Луч 1 пущен вдоль исходной GOO - он не преломляется и идёт также вдоль неё

2) Луч 2 пущен перпендикулярно пл-ти первой линзы => он пройдёт через её фокус (точка на рис. отмечена F')

Введём точки A, B, C, D, E, H, K, L, X (см. рис.)

Из геометрии:

$$BE = AB \sin 30^\circ = \frac{F}{2}$$

$$EX = BE \cos 30^\circ = \frac{F\sqrt{3}}{4}$$

$$HY = BH \sin 30^\circ = \frac{F}{2}$$

$$XY = BH \cos 30^\circ + BE \sin 30^\circ = \frac{F\sqrt{3}}{2} + \frac{F}{4} = \frac{2\sqrt{3}+1}{4} F$$

$$YC = BC - BY = F - F \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{2-\sqrt{3}}{2} F$$

Пусть $EH \cap GOO = Z$

$$\frac{ZX}{ZX+XY} = \frac{XE}{YH}$$

$$1 + \frac{XY}{ZX} = \frac{YH}{XE} = \frac{F/2}{F\sqrt{3}/4} = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{\sqrt{3}} = \frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{XY}{ZX} = \frac{2-\sqrt{3}}{\sqrt{3}}$$

$$ZX = XY \cdot \frac{\sqrt{3}}{2-\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{3}+1}{4} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2-\sqrt{3}} F = \frac{6+\sqrt{3}}{4(2-\sqrt{3})} F$$

$$ZC = ZX + XY + YC = \frac{6+\sqrt{3}}{4(2-\sqrt{3})} F + \frac{2\sqrt{3}+1}{4} F + \frac{2-\sqrt{3}}{2} F = \frac{6+\sqrt{3}}{8-4\sqrt{3}} + \frac{5}{4} F = \frac{1}{4} F \left(\frac{6+\sqrt{3}}{2-\sqrt{3}} + 5 \right) = \frac{16-4\sqrt{3}}{4(2-\sqrt{3})} F = \frac{4-\sqrt{3}}{2-\sqrt{3}} F = \frac{(4-\sqrt{3})(2+\sqrt{3})}{4-3} F = (8+2\sqrt{3}-3) F = (5+2\sqrt{3}) F$$

3) Ф-ла тонкой линзы для луча 2 и второй линзы:

$$\frac{1}{z_c} + \frac{1}{cl} = \frac{1}{F} \rightarrow cl = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{z_c}} = \frac{F \cdot z_c}{z_c - F} = \frac{F \cdot (5+2\sqrt{3}) F}{(4+2\sqrt{3}) F} = \frac{5+2\sqrt{3}}{4+2\sqrt{3}} F$$

Черновик

$$q_0 = U_0 \cdot \frac{l^2 \cdot \epsilon_0}{d} = \frac{U_0 \epsilon_0 l^2}{d}$$

$$q_1 + q_2 = q_0$$

$$\frac{q_1}{\epsilon(l-x)\epsilon_0} = \frac{q_2}{\epsilon x \epsilon_0}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{(l-x)\epsilon}{x} = \left(\frac{l}{x} - 1 \right) \epsilon$$

$$q_1 + q_2 = q_0$$

$$\left(\left(\frac{l}{x} - 1 \right) \epsilon + 1 \right) q_2 = q_0$$

$$q_2 = q_0 \cdot \frac{1}{\frac{l-x}{x} \epsilon + 1} =$$

$$= \frac{x}{(l-x)\epsilon + x} q_0$$

$$\frac{1}{1 + \frac{l-x}{x} \epsilon} q_0$$

$$q_1 = \frac{(l-x)\epsilon}{(l-x)\epsilon + x} q_0$$

$$\frac{Cl^2}{2} = \left(\frac{q_1^2}{2C} \right) = \frac{q_1^2}{2}$$

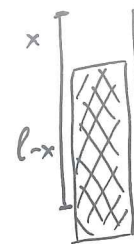
$$\frac{q_1^2}{2C_1} = \frac{((l-x)\epsilon)^2}{((l-x)\epsilon + x)^2} q_0^2 \cdot \frac{d}{2 \cdot \epsilon_0 \epsilon (l-x) l} =$$

$$= \frac{(l-x)\epsilon q_0^2 d}{2\epsilon_0 l ((l-x)\epsilon + x)^2}$$

$$\frac{q_2^2}{2C_2} = \frac{x^2}{((l-x)\epsilon + x)^2} q_0^2 \cdot \frac{d}{2 \cdot \epsilon_0 l y} = \frac{x q_0^2 d}{2\epsilon_0 l ((l-x)\epsilon + x)^2}$$

$$\frac{q_0^2 d}{2\epsilon_0 l ((l-x)\epsilon + x)} = \frac{q_0^2 d}{2\epsilon_0 l} \cdot \frac{1}{l\epsilon + x(\epsilon - 1)} = \frac{1}{1 + x \cdot \frac{\epsilon - 1}{l\epsilon}}$$

Черновик



$$\frac{CU^2}{2} = \frac{CE^2 d^2}{2} = \frac{SE\epsilon_0 \epsilon}{d} \cdot \frac{d^2 E^2}{2} = \frac{\epsilon \epsilon_0 V E^2}{2}$$

$$W = \frac{\epsilon \epsilon_0 V E^2}{2}$$

$$E \approx \text{const} = \frac{U_0}{l}$$

$$\sigma = \text{const} = \frac{q_0}{l^2}$$

$$W_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 E^2 \cdot q_0^2}{2 \epsilon^2 \epsilon_0^2 E^2 \cdot 2} = \frac{q_0^2}{2 \epsilon^2 \epsilon_0 E} \cdot d(l-x)$$

$$Ed = \text{const}$$

$$E = \text{const}$$

$$\frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon} = \frac{q_1}{S \epsilon} = \frac{q_2}{(l-x) \epsilon \epsilon_0}$$



$$q_0 = \frac{l^2 \epsilon_0 U_0}{d}$$

$$\sigma = \frac{q_0}{S} = \frac{\epsilon_0 U_0}{d}$$

$$E_1 = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon} = \frac{U_0}{d}$$

$$E_2 = \frac{U_0}{\epsilon d}$$

$$W_1 = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{\epsilon_0 \times l U_0^2}{2d}$$

$$W_2 = \frac{\epsilon_0 \epsilon (l-x) l U_0^2}{2d \epsilon^2} = \frac{\epsilon_0 (l-x) l U_0^2}{2d \epsilon}$$

$$\frac{\epsilon_0 l U_0^2}{2d} \left(x + \frac{l-x}{\epsilon} \right) =$$

$$= \frac{\epsilon_0 l U_0^2}{2d \epsilon} (\epsilon x + l - x)$$

44-18-68-05
(2.15)

Чистовик

4) Расстояние между источником и изображением:

$$x = 2F + CL = 2F + \frac{5+2\sqrt{3}}{4+2\sqrt{3}} F = \frac{13+6\sqrt{3}}{4+2\sqrt{3}} F$$

$$F = x \cdot \frac{4+2\sqrt{3}}{13+6\sqrt{3}} = x \cdot \frac{(4+2\sqrt{3})(13-6\sqrt{3})}{169-36 \cdot 3} = x \cdot \frac{52+2\sqrt{3}-36}{169-108} = x \cdot \frac{16+2\sqrt{3}}{61}$$

$$= 23,5 \text{ см} \cdot \frac{16+2\sqrt{3}}{61} = 23,5 \text{ см} \cdot \frac{16+2 \cdot 1,7}{61} \approx 8,5 \text{ см} \quad (+)$$

Ответ: 8,5 см.

№5.2.2.

Дано:

$$l = 20 \text{ см}$$

$$U_0 = 100 \text{ В}$$

$$d = 1 \text{ мм}$$

$$x = 0,1 \text{ мм}$$

$$T = 4,35 \text{ с}$$

$$E = 4$$

$$\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$$

m-?

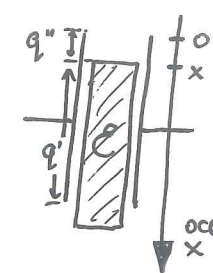
CU

$$0,2 \text{ м}$$

$$10^{-3} \text{ м}$$

$$10^{-4} \text{ м}$$

Решение:



$$1) C_0 = \frac{S \epsilon_0}{d} \text{ - кон. ёмкость}$$

$$\frac{q_0}{U_0} \rightarrow q_0 = \frac{S \epsilon_0 U_0}{d}$$

заряд на пластинах
он не меняется, т.к. конденса-
тор отключён от источника
заряд в ситуации, ука-

2) Рассчитаем, как распределится заряд в ситуации, ука-

$$\Delta \varphi' = \Delta \varphi''$$

$$\frac{q'}{S \cdot \frac{l-x}{\epsilon} \epsilon_0 \epsilon} d = \frac{q''}{S \cdot \frac{x}{\epsilon} \epsilon_0} d$$

$$\frac{q'}{\epsilon(l-x)} = \frac{q''}{x}$$

$$\frac{q'}{q''} = \epsilon \cdot \frac{l-x}{x}$$

$$q' = q'' \cdot \epsilon \cdot \frac{l-x}{x}$$

$$q' + q'' = q_0 \rightarrow q'' \left(\epsilon \frac{l-x}{x} + 1 \right) = q_0$$

$$q'' \cdot \frac{\epsilon l + x(1-\epsilon)}{x} = q_0$$

$$q'' = \frac{x}{\epsilon l + x(1-\epsilon)} q_0$$

$$q' = \epsilon \cdot \frac{l-x}{x} \cdot q'' = \frac{\epsilon(l-x)}{\epsilon l + x(1-\epsilon)} q_0$$

$$\Delta\varphi = \frac{q'}{S \cdot \frac{l-x}{l} \epsilon_0 \epsilon} d = \frac{q(l-x)}{\epsilon(l-x)+x} \cdot q_0 \cdot \frac{l}{(l-x)S\epsilon_0 \epsilon} d = \text{Чистовик}$$

$$= \frac{q_0 d}{l\epsilon_0 (\epsilon(l-x)+x)}$$

ЗСЭ:

$$\frac{m\dot{x}^2}{2} + \frac{CU^2}{2} = \text{const}$$

$$U = \Delta\varphi$$

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

$$\frac{m\dot{x}^2}{2} + \frac{q_0^2 d^2}{2d^2 \epsilon^2 (\epsilon(l-x)+x)^2} = \text{const}$$

$$\frac{m\dot{x}^2}{2} + \frac{q_0^2 d}{2l\epsilon_0 (\epsilon(l-x)+x)} = \text{const}$$

$$\frac{m\dot{x}^2}{2} + \frac{q_0^2 d}{2l\epsilon_0 (\epsilon l + x(1-\epsilon))} = \text{const}$$

$$\frac{m\dot{x}^2}{2} + \frac{q_0^2 d}{2l\epsilon_0 \epsilon l (1+x \cdot \frac{1-\epsilon}{\epsilon l})} = \text{const}$$

$$\frac{m\dot{x}^2}{2} + \frac{q_0^2 d}{2l\epsilon_0 \epsilon l} \cdot \frac{1}{1+x \cdot \frac{1-\epsilon}{\epsilon l}} = \text{const}$$

$$\frac{m\dot{x}^2}{2} + \frac{q_0^2 d}{2l\epsilon_0 \epsilon l} = \text{const} \quad \ll 1 \Rightarrow \text{пренебрегаем}$$

$\Rightarrow \dot{x} = \text{const}$

Найдём нач. энергию: $W_0 = \frac{C \cdot \epsilon_0 (\frac{U_0}{\epsilon})^2}{2} = \frac{C U_0^2}{2\epsilon^2} = \frac{l^2 \epsilon_0 U_0^2}{2\epsilon^2 d}$

$$\frac{m\dot{x}^2}{2} + \frac{q_0^2 d}{2l^2 \epsilon^2 \epsilon} = \frac{l^2 \epsilon_0 U_0^2}{2\epsilon^2 d}$$

$$\frac{m\dot{x}^2}{2} = \frac{\epsilon_0 l^2 U_0^2}{2\epsilon^2 d} - \frac{q_0^2 d}{2l^2 \epsilon^2 \epsilon} \cdot \frac{l^2 \epsilon^2 U_0^2}{d^2} = \frac{\epsilon_0 l^2 U_0^2}{2d\epsilon} \left(\frac{1}{\epsilon} - 1 \right) = 0$$

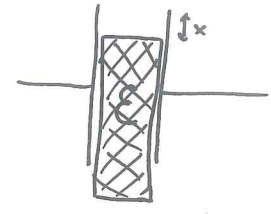
Значит, не тот порядок малости.

Чистовик

Рассмотрим с др. стороны:

пусть $\sigma = \text{const}$ - заряд нити не перераспределяется

$$\sigma_0 = \frac{q_0}{l^2} = \frac{U_0 l^2 \epsilon_0}{l^2 d} = \frac{U_0 \epsilon_0}{d}$$



$$W_3 = \frac{C_1 U_1^2}{2} + \frac{C_2 U_2^2}{2} = \frac{\epsilon_0 \cdot l}{d} \cdot \left(\frac{U_0}{d} \cdot d \right)^2 + \frac{\epsilon_0 \epsilon (l-x) l}{d} \cdot \left(\frac{U_0}{d} \right)^2 = \frac{\epsilon_0 l U_0^2}{2d} + \frac{\epsilon_0 (l-x) l U_0^2}{2d\epsilon}$$

ЗСЭ:

$$\frac{m\dot{x}^2}{2} + W_3 = \text{const}$$

$$\frac{m\dot{x}^2}{2} + \frac{\epsilon_0 l U_0^2}{2d} \left(x + \frac{l-x}{\epsilon} \right) = \text{const}$$

$$\frac{m\dot{x}^2}{2} + \frac{\epsilon_0 l^2 U_0^2}{2d\epsilon} + \frac{\epsilon_0 l U_0^2}{2d} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) x = \text{const} \quad / \frac{d}{dx}$$

$$\frac{m \cdot 2\dot{x}\ddot{x}}{2} + \frac{\epsilon_0 l U_0^2}{2d} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) \dot{x} = 0$$

$$m\ddot{x} = - \frac{\epsilon_0 l U_0^2}{2d} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right)$$

$$\ddot{x} = - \frac{\epsilon_0 l U_0^2}{2dm} \left(\frac{1}{\epsilon} - 1 \right), \text{ т.е. ускорение константа.}$$

Кинематика:

$$x = \frac{|\ddot{x}| t^2}{2} \rightarrow T = 4t = 4 \sqrt{\frac{2x}{|\ddot{x}|}} = 4 \sqrt{\frac{2x \cdot 2dm}{\epsilon_0 l U_0^2} \cdot \frac{\epsilon}{\epsilon-1}} = 8 \sqrt{\frac{x dm \epsilon}{\epsilon_0 l U_0^2 (\epsilon-1)}}$$

$$\frac{T^2}{64} = \frac{x dm \epsilon}{\epsilon_0 l U_0^2 (\epsilon-1)}$$

$$x = m = \frac{T^2 \epsilon_0 l U_0^2 (\epsilon-1)}{64 x d \epsilon^2} = \frac{4,35^2 \cdot 9 \cdot 10^{-12} \frac{\Phi}{\text{м}} \cdot 0,2 \text{ м} \cdot 10^9 \cdot 3}{64 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-3} \cdot 4} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м} \approx 4 \text{ м}$$

Ответ: 4 м

Черновик

$$\begin{array}{r} 4,35 \\ \times 4,35 \\ \hline 2175 \\ + 1305 \\ \hline 189225 \\ \times 9 \\ \hline 1708025 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 170,8025 \\ \times 0,6 \\ \hline 10,24950 \end{array}$$

$$2^0 \cdot 2^2 = 2^2 = 256$$

$$-12 + 4 + 4 + 3 = -12 + 11 = -1$$

10^{-1}

$$40,25 \quad \frac{10,25}{256} \cdot 10^{-1}$$

$$\begin{array}{r} 10,25 \overline{) 256} \\ \underline{0} \\ 1025 \\ \underline{624} \\ 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3,3 \\ \times 2,3 \\ \hline \end{array}$$

~~mp~~
~~RT~~

$$\frac{h_{mp} V}{RT} = \lambda_m$$

$$V = \frac{\lambda_m RT}{h_{mp}} = \frac{3,3 \cdot 2,3 \cdot 273}{18 \cdot 611 \cdot 2,3} \cdot 10^{-1} =$$

=

44-18-68-05
(2.15)

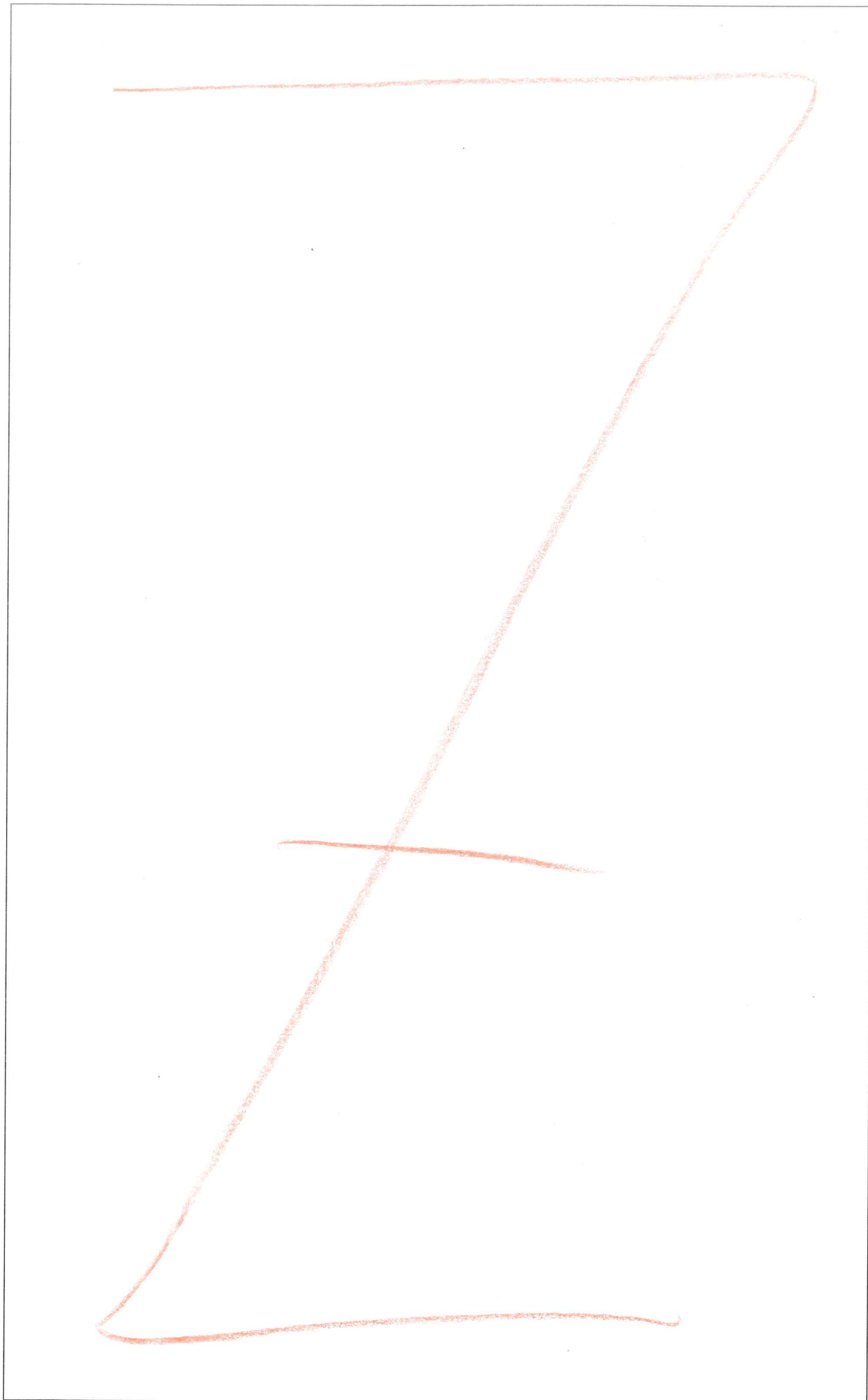
Черновик

$$\begin{array}{r} 3,3 \\ \times 8,3 \\ \hline 199 \\ + 264 \\ \hline 2739 \\ \times 273 \\ \hline 1'8217 \\ + 19173 \\ 5478 \\ \hline 5677947 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1'8217 \\ + 19173 \\ 5478 \\ \hline 5677947 \end{array}$$

56779,5

$$\begin{array}{r} 611 \\ \times 18 \\ \hline 4888 \\ + 611 \\ \hline 10998 \\ \times 23 \\ \hline 32994 \\ + 21996 \\ \hline 252954 \end{array}$$



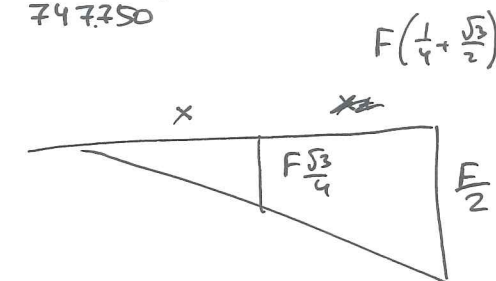
черновик

$$\frac{3,3 \cdot 10^5 \cdot 6,3 \cdot 273}{2,3 \cdot 10^6 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot 611} = 10^2$$

$$\begin{array}{r} 3,3 \\ \times 8,3 \\ \hline 99 \\ + 264 \\ \hline 27,39 \end{array} \quad \begin{array}{r} 27,39 \\ \times 273 \\ \hline 8217 \\ + 19173 \\ + 5478 \\ \hline 7477,47 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2,3 \\ \times 18 \\ \hline 184 \\ + 23 \\ \hline 41,4 \end{array} \quad \begin{array}{r} 41,4 \\ \times 611 \\ \hline 414 \\ + 2484 \\ + 25295,4 \\ \hline 25295,4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 74775 \overline{) 252954} \\ \underline{747750} \end{array}$$



$$\frac{1}{2} \cdot \frac{4}{\sqrt{3}} = \frac{x + F \cdot \frac{1}{4} (1 + 2\sqrt{3})}{x} = 1 + \frac{F(1 + 2\sqrt{3})}{4x}$$

$$\frac{2}{\sqrt{3}} = 1 + \frac{F(1 + 2\sqrt{3})}{4x}$$

$$\frac{2 - \sqrt{3}}{\sqrt{3}} = \frac{F(1 + 2\sqrt{3})}{4x}$$

$$x = F \cdot \frac{\sqrt{3} + 6}{8 - 4\sqrt{3}} = \frac{F}{4} \cdot \frac{6 + \sqrt{3}}{2 - \sqrt{3}}$$

$$= \frac{F}{4} \cdot \frac{12 - 4\sqrt{3} - 3}{1} =$$

$$= \frac{F}{4} \cdot \frac{9 - 4\sqrt{3}}{1} +$$