



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

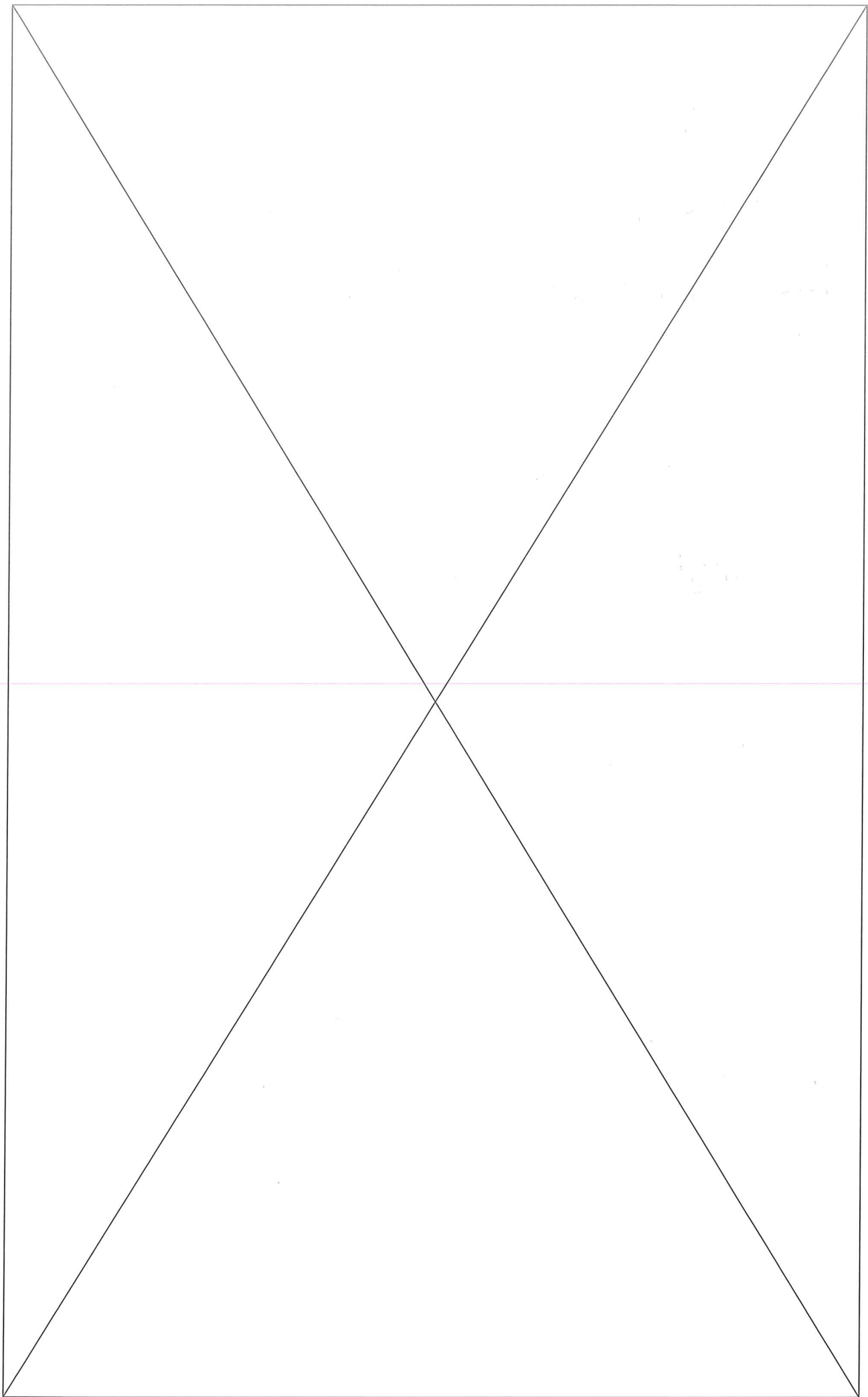
Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

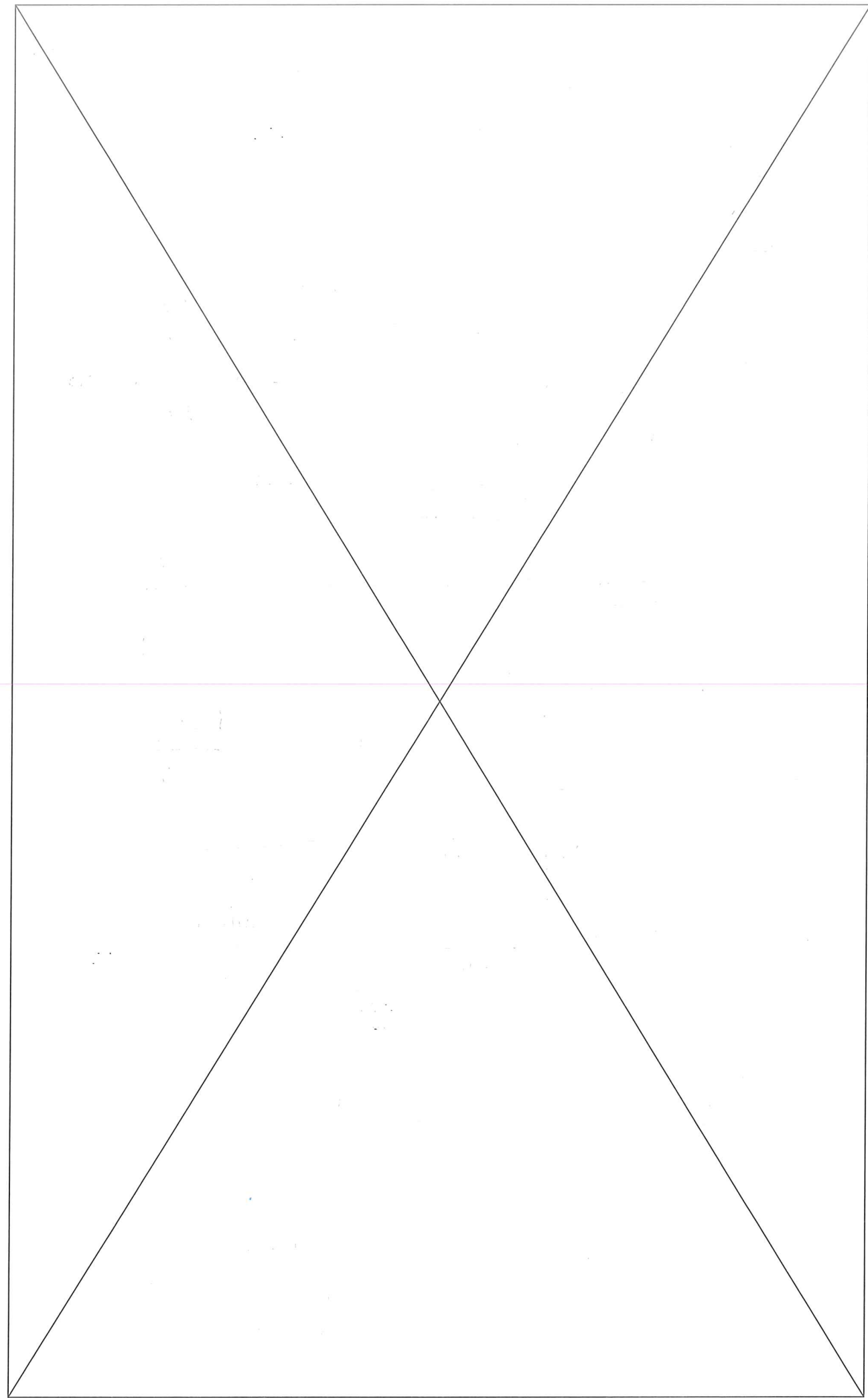
Чистякова Вадима Андреевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«13» февраля 2026 года

Подпись участника
Вадим



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик

$$\frac{10^{-3}}{3 \cdot 10^{-12} \cdot 10^3 \cdot 0,2} = \frac{10^3}{3 \cdot 2 \cdot 10^3} = \frac{1}{6}$$

$$0,1 - 2,5 - 0,05 + 5 = 2,5 + 0,05 = 2,55$$

$$0,05 - 5 = -4,95 \text{ м/с}^2, v_2 = 0,1 - 2,5 = 2,4 \text{ м/с}$$

$$\frac{20}{4} = 5$$

$$\frac{9,1}{2} = 4,55$$

$$b = v_1 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \Rightarrow v_1 = \frac{b}{t_1} + \frac{g t_1}{2} = 5,05 \text{ м/с}$$

$$v_2 = \frac{b}{t_2} + \frac{g t_2}{2} = 0,1 + 2,5 = 2,6 \text{ м/с}$$

$$\frac{b}{t_1} + \frac{g t_1}{2} - \frac{b}{t_2} - \frac{g t_2}{2} = 2,6 - 5,05 = -2,45 \text{ м/с}$$

$$\frac{g t}{2} = 5,05 - 2,45 = 2,6 \text{ м/с}$$

$$g = \frac{2,6 \cdot 2}{t} = \frac{5,2}{t}$$

$$\frac{E_0 \cdot l \cdot l_0^2}{2d} + \frac{E_0 l l_0 x}{2Ed} = \frac{2,3 \cdot 18 \cdot 1833}{33 \cdot 8,3 \cdot 273} = 273 \cdot 7 = 1400 + 490 + 21 = 1911$$

$$273 \cdot 7 = 1911$$

$$\frac{m x^2}{2} + \frac{k x^2}{2} = 0$$

$$(x)^2 + \frac{k}{m} x^2 = 0$$

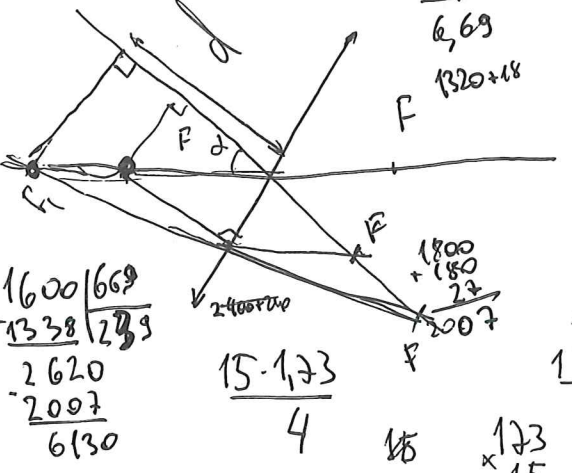
$$11 \cdot 83 \cdot 83 \cdot 273 = 6486$$

$$11 \cdot 83 \cdot 7 = 6391$$

$$1081 \cdot 6 = 6000 + 486 = 6486$$

$$11 \cdot 83 = 830 + 83 = 913$$

$$\frac{6486}{6391} = \frac{6486}{6391} = \frac{6486}{6391}$$



$$\frac{1}{p} = \frac{1}{6} + \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{1}{6} - \frac{1}{0} \Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{1}{6}$$

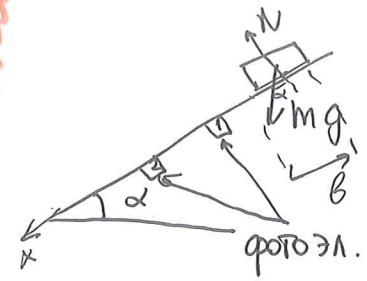
$$\Rightarrow d = 6$$

$$173 \cdot 173 = 29929$$

$$174 \cdot 174 = 30276$$

Задача 1. Черновик

99-71-48-71
(1,6)



II 3) на ось x: $ma_x = mg_x + N_x$
 $N_x = 0; g_x = g \sin \alpha \Rightarrow ma_x = mg \sin \alpha$
 $\Rightarrow a_x = g \sin \alpha = a = \frac{g}{2}$

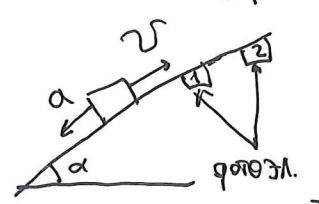
Пусть брусок движется со скоростью v_1 , когда он начал перекрывать 1-й фотоземель. Тогда за t_1 он прошел расстояние $b \Rightarrow b = v_1 t_1 + \frac{a t_1^2}{2}$. Пусть, брусок движется со скоростью v_2 , когда он начал перекрывать 2-ой фотозл. Тогда за время t_2 он прошел расстояние $b \Rightarrow b = v_2 t_2 + \frac{a t_2^2}{2} = v_1 t_1 + \frac{a t_1^2}{2}$

$$v_1 = \frac{b}{t_1} - \frac{a t_1}{2} = \frac{b}{t_1} - \frac{g t_1}{4} = \frac{10 \text{ м}}{2 \text{ с}} - \frac{10 \text{ м/с}^2}{4} = 2,5 \text{ м/с} - 2,5 \text{ м/с} = 0$$

$$v_2 - v_1 = a t = \frac{g t}{2} \Rightarrow \frac{g t}{2} = \frac{b}{t_2} - \frac{g t_2}{4} - \frac{b}{t_1} + \frac{g t_1}{4}$$

$$= 2,55 \text{ м/с} \Rightarrow t = \frac{2 \left(\frac{b}{t_2} - \frac{b}{t_1} + \frac{g(t_1 - t_2)}{4} \right)}{g} = \frac{5,1 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} = 0,51 \text{ с}$$

$v_1 = \frac{b}{t_1} - \frac{g t_1}{4} = -4,95 \text{ м/с} < 0$. Это означает, что v_1 направлена вверх по плоскости наклонной \Rightarrow брусок изначально двигался вверх по плоскости. $v_2 = \frac{b}{t_2} - \frac{g t_2}{4} = -2,4 \text{ м/с} \Rightarrow v_2$ направлена тоже вверх по плоскости. Однако тогда $b = v_1 t_1 - \frac{a t_1^2}{2} \Rightarrow v_1 = \frac{b}{t_1} + \frac{g t_1}{2} = 0,05 \text{ м/с} + 5 \text{ м/с} = 5,05 \text{ м/с}$. Аналогично $b = v_2 t_2 - \frac{a t_2^2}{2} \Rightarrow v_2 = \frac{b}{t_2} + \frac{g t_2}{4} = 2,6 \text{ м/с}$.



$$v_2 - v_1 = a t = \frac{g t}{2} \Rightarrow \frac{g t}{2} = v_1 - v_2 = 2,45 \text{ м/с} \Rightarrow t = \frac{2 \cdot 2,45 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} = 0,49 \text{ с}$$

Время t_2 2-ой брусок останется и 2-й фотоземель не откроется \Rightarrow ответ 0,49 с

Задача 2. Шестивек

Водяной пар в помещении будет конденсироваться, т.к. он находится в соприкосновении с водой. Каждый массу пара:

$$P_{нас} V = \frac{m_p}{\mu} R T \Rightarrow m_p = \frac{\mu P_{нас} V}{R T}$$

При этом вода

в соседях отдаст тепло на парообразование, а значит, часть воды превратится в лёд, и u_n паров оставив. вода

$$\text{можно такое же кол-во тепла} \Rightarrow \lambda_k \Delta T = r_n m_n$$

$$\Rightarrow \Delta m = \frac{r_n m_p}{\lambda_k} = \frac{r_n \mu P_{нас} V}{\lambda_k R T} = \frac{2,3 \cdot 10^5 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot 611 \cdot 30}{3,3 \cdot 10^8 \cdot 8,3 \cdot 273} =$$

$$= \frac{2,3 \cdot 18 \cdot 611 \cdot 300 \cdot 10^{-3}}{3,3 \cdot 8,3 \cdot 273} = \frac{2,3 \cdot 18 \cdot 611 \cdot 3}{33 \cdot 8,3 \cdot 273} = \frac{6486}{6391} \approx 1,01 \text{ кг}$$

Черновик

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d} \quad q = \frac{\epsilon_0 S U}{d} = \frac{\epsilon_0 S E d}{d} = \epsilon_0 S E$$

$$C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} = 4C$$

$$E = \frac{q}{\epsilon \epsilon_0} \quad q = C E d \Rightarrow C \cdot \frac{q}{\epsilon \epsilon_0} d \Rightarrow C = \frac{\epsilon \epsilon_0 q}{d}$$

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

$$W_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 E^2 U^2}{2d}$$

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

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

$$\frac{\epsilon_0 l U_0^2 (\epsilon - 1)}{m \epsilon d} = \frac{9 \cdot 10^{-12} \cdot 0,2 \cdot 10^4 \cdot 3}{901 \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = \frac{9 \cdot 0,2 \cdot 3 \cdot 10^{-8}}{4 \cdot 10^2}$$

$$= \frac{9 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 10^{-4}}{4} \Rightarrow \sqrt{\frac{9 \cdot 2 \cdot 3}{4}} \cdot 10^{-2} = \frac{3}{2} \sqrt{6} \cdot 10^{-2} \quad \frac{2\pi}{3\sqrt{6} \cdot 10^{-2}} = \frac{4\pi}{3\sqrt{6}} \cdot 100$$

$$\sqrt{6} \approx 2,23 \quad \pi \approx 3,14$$

$$\frac{4 \cdot 314}{3 \cdot 2,23} = \frac{1256}{6,69} = 187,74$$

$$\Rightarrow W = \frac{\epsilon_0 l (\epsilon l - (1-\epsilon)x) U_0^2}{2d} \quad C = \frac{\epsilon_0 l (\epsilon l + (1-\epsilon)x)}{d}$$

$$= \frac{\epsilon_0 l (\epsilon l - (1-\epsilon)x) U_0^2 - \epsilon_0 l^2 U_0^2}{2d} \quad \sqrt{\frac{m \epsilon d x}{\epsilon_0 l U_0^2}} = \sqrt{10^{-2} \cdot 901 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}$$

$$= \frac{9 \cdot 10^{-12} \cdot 0,2 \cdot 10^4 \cdot 3}{2 \cdot 10^{-2} \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = \frac{9 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 10^{-12} \cdot 10^3}{2 \cdot 4 \cdot 10^{-5}} = \frac{81}{8} \cdot 10^3 = 10125$$

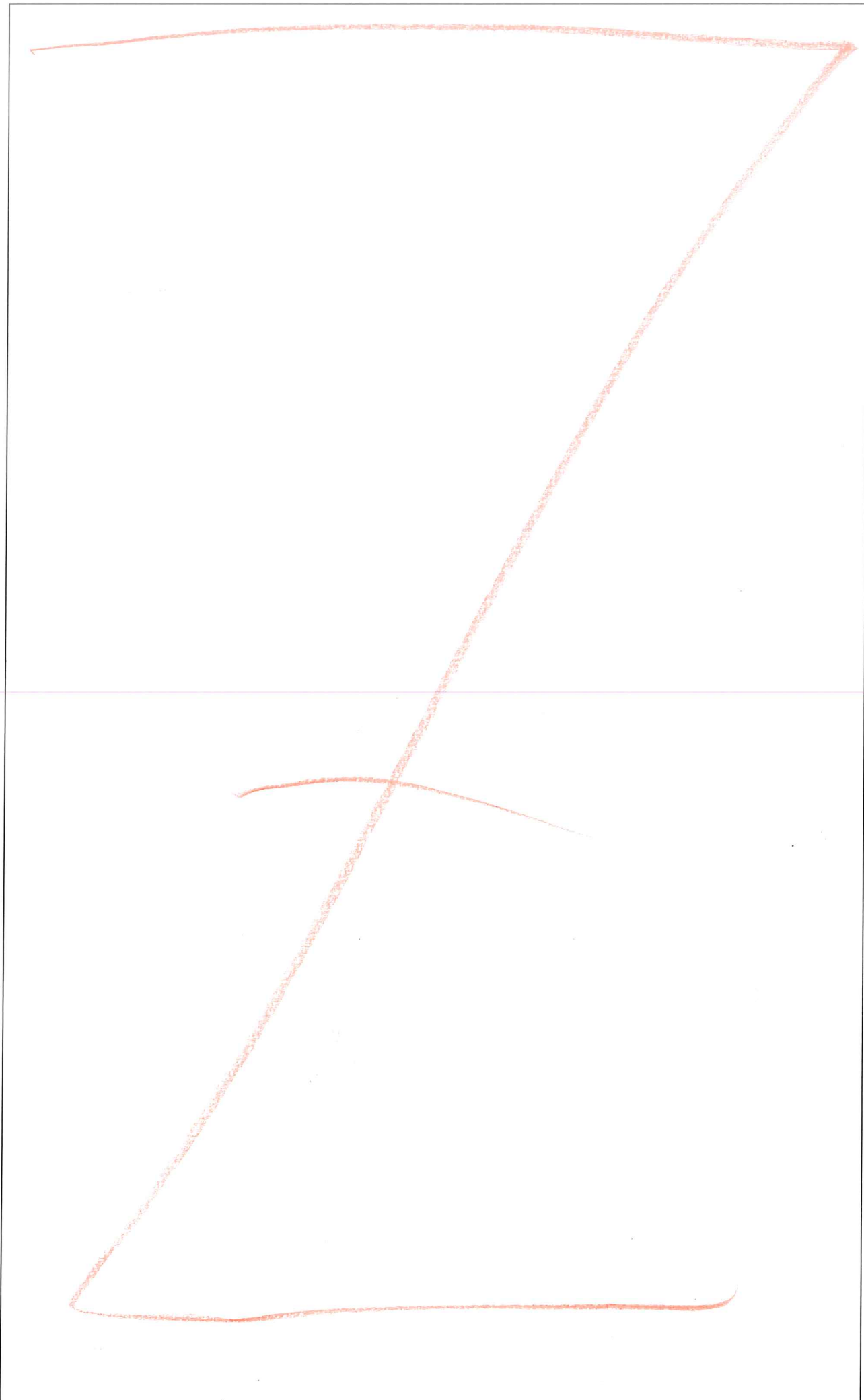
$$4 \sqrt{\frac{10}{27}}$$

$$\frac{4}{27} \cdot \sqrt{10 \cdot 27} = \frac{4}{27} \sqrt{16 \cdot 5 \cdot 9 \cdot 3} = \frac{4}{27} \cdot 4 \cdot 3 \sqrt{15} = \frac{16}{9} \sqrt{15}$$

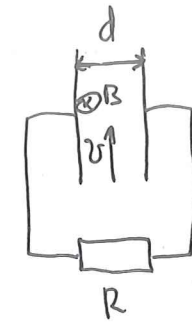
$$(38)^2 = 900 + 60 \cdot 8 + 64 = 900 + 480 + 64 = 1444$$

$$38(40-1)^2 = 1601 - 80 = 1521$$

$$\begin{array}{r} 389 \\ \times 389 \\ \hline 3501 \\ + 15522 \\ \hline 152121 \end{array}$$

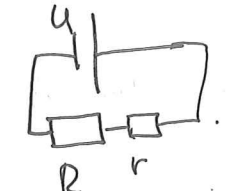


99-71-48-71
(1.6)



Задача 3. Установки
 На заряд, находящийся в тиждности, действует сила Лоренца $F_L = qvB$, направл. влево. С другой стороны, на него действует сила Кулона $F_{кл} = Eq$, направленная вправо.

$F_L = F_{кл} \Rightarrow qvB = Eq \Rightarrow E = vB, U = Ed = vBd$. При этом тиждность создаёт ещё какое-то сопротивление $R \Rightarrow$
 \Rightarrow наша схема выведет след. образом:



$$P = I^2 r; I = \frac{U}{R+r} \Rightarrow P = \frac{U^2 r}{(R+r)^2}$$

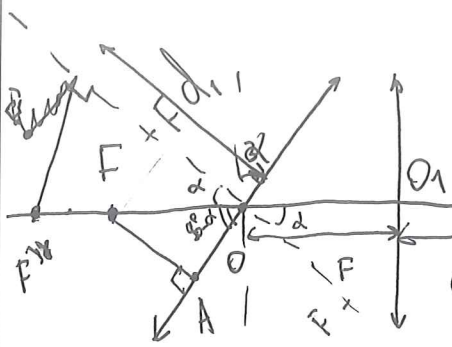
Значит P будет макс., когда $\frac{r}{(R+r)^2}$ будет тоже максимальным $\Rightarrow f'(r) = \frac{(R+r)^2 - 2r(R+r)}{(R+r)^4} = 0$

$$\Rightarrow (R+r)^2 - 2r(R+r) = 0 \Rightarrow R+r = 2r \Rightarrow R=r \Rightarrow P_{\max} = \frac{U^2 r}{(r+r)^2} = \frac{U^2 r}{4r^2}$$

$$= \frac{U^2}{4r} = \frac{v^2 B^2 d^2}{4r} = P_m \Rightarrow d^2 = \frac{4P_m r}{v^2 B^2} \Rightarrow d = \frac{\sqrt{4P_m r}}{vB} = \boxed{0,4 \text{ м}}$$



Задача 4. Шировик



Изображение ист., полученное 1-ой линзой, будет ка фоо 2-ой линзы, т.к. луч, идущий через опт. центр линзы, не изменяет своего направления хода, при повороте линзы. При этом изображение, даваемое 1-ой линзой, будет элементом изображения для 2-ой. $\frac{1}{F} = \frac{1}{FA} + \frac{1}{d_1}$

$$FA = F \sin(90^\circ - \alpha) = F \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}F}{2} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{2}{\sqrt{3}F} + \frac{1}{d_1} \Rightarrow \frac{1}{d_1} = \frac{1}{F} - \frac{2}{\sqrt{3}F} = \frac{\sqrt{3}-2}{\sqrt{3}F} = \frac{3-2\sqrt{3}}{3F} \Rightarrow d_1 = \frac{3F}{3-2\sqrt{3}} < 0 \Rightarrow \text{изображение мнимое.}$$

Но $|d_1|$ - расстояние от изображения F'' до линзы по её фоо, измеренное под углом α к фоо 2-ой линзы $\Rightarrow F''O = \frac{|d_1|}{\cos \alpha} =$

$$= \frac{2|d_1|}{\sqrt{3}} = \frac{2}{\sqrt{3}} \left| \frac{3F}{3-2\sqrt{3}} \right| = \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{3F}{2\sqrt{3}-3} = \frac{6F}{6-3\sqrt{3}}$$

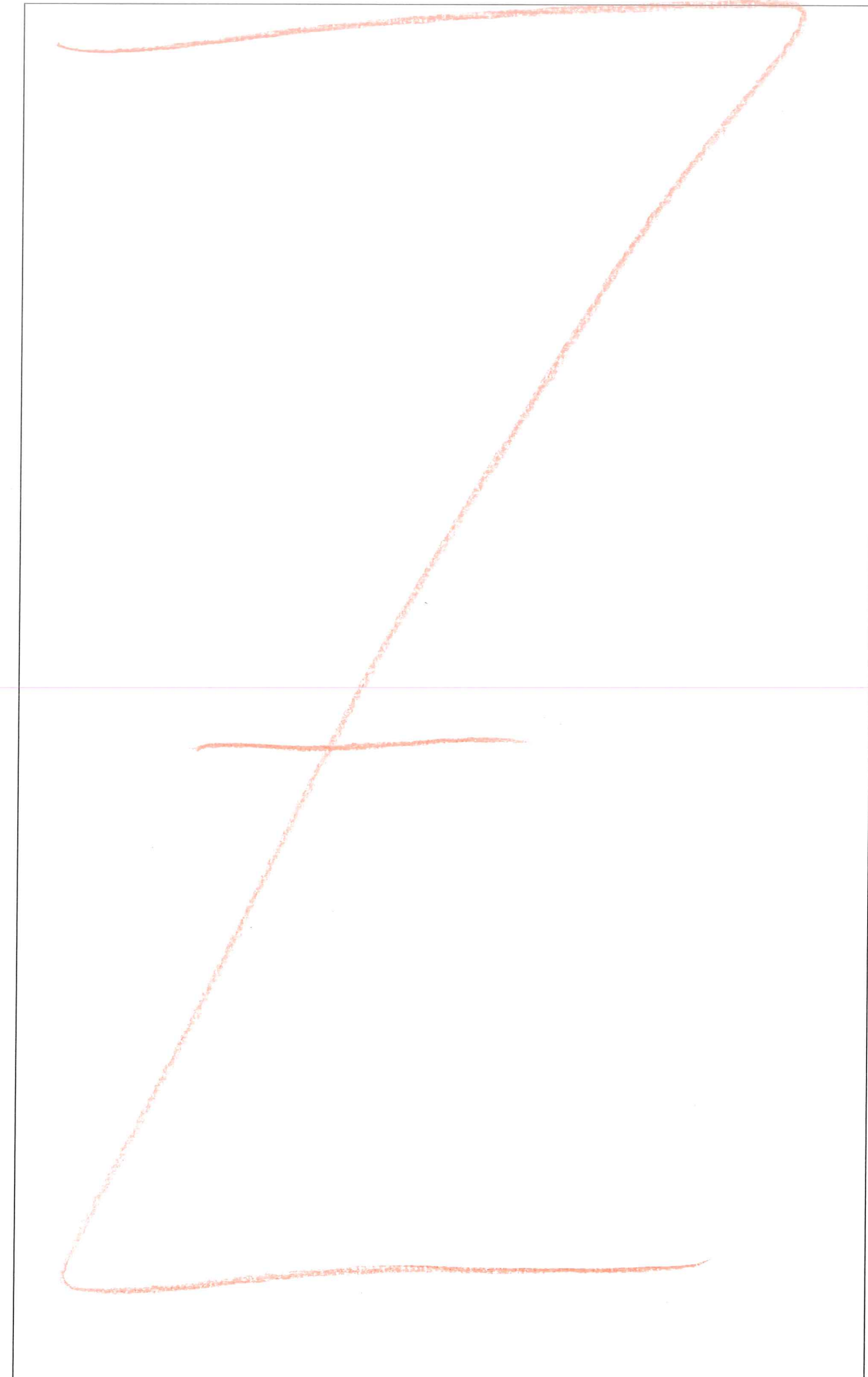
Расстояние от 2-ой линзы до F'' : $d_2 = F + F''O = \frac{6F}{6-3\sqrt{3}} + F = \frac{12-3\sqrt{3}}{6-3\sqrt{3}} F$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{d_3} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{6-3\sqrt{3}}{12-3\sqrt{3}F} + \frac{1}{d_3} \Rightarrow \frac{1}{d_3} = \frac{1}{F} - \frac{6-3\sqrt{3}}{12-3\sqrt{3}F}$$

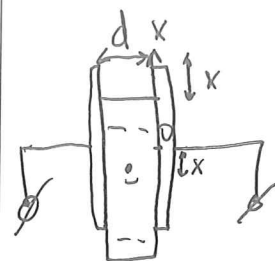
$$= \frac{12-3\sqrt{3}-6+3\sqrt{3}}{12-3\sqrt{3}F} = \frac{6}{12-3\sqrt{3}F} \Rightarrow d_3 = OF''' = \frac{(12-3\sqrt{3})F}{6} \cdot X =$$

$$= d_3 + FO_1 = d_3 + 2F = OF''' = \frac{12-3\sqrt{3}}{6} F + 2F = F \left(4 - \frac{3\sqrt{3}}{6} \right) =$$

$$= \frac{15}{2} \left(4 - \frac{3\sqrt{3}}{6} \right) = 30 - \frac{45\sqrt{3}}{2 \cdot 6} = 30 - \frac{5 \cdot 3 \cdot 3\sqrt{3}}{2 \cdot 2 \cdot 3} = 30 - \frac{15\sqrt{3}}{4} \approx \boxed{23,5 \text{ см}}$$



99-71-48-71
(1.6)



Задача 5. Литовик

За "0" на оси x отбукетены положение равновесия, относительно которого будет совершаться колебания пластинка.

Элемент конденсатора при полном вставке

в него диэлектрик $C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$ Энергия $W_1 = \frac{C_1 U_0^2}{2} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{2d} \left(\frac{U_0}{\epsilon}\right)^2 =$

$= \frac{\epsilon_0 S U_0^2}{2\epsilon d} = \frac{\epsilon_0 l U_0^2}{2\epsilon d}$ т.к. $C_1 = \frac{U_0}{\epsilon}$. Запишем закон сохранения энергии:

$\Delta E_{кин} + \Delta E_{пот} = \Delta E_{элект} = 0$ т.к. см кон. $\Delta E_{кин} = E_{кин2} - E_{кин1} = \frac{m v^2}{2} - 0 =$
 $= \frac{m(x')^2}{2}$ т.к. $v = x'$. $\Delta E_{пот} = E_{пот2} - E_{пот1} = E_{пот2} - W_1$. $E_{пот2}$ это

энергия 2-х конденсаторов, 1 из которых имеет ширину l и высоту x, а другой ширину l-x и высоту l-x и диэлектрик.

$E_{пот2} = W_2' + W_2$; $W_2' = \frac{\epsilon_0 S_2' U_0^2}{2d} = \frac{\epsilon_0 x l U_0^2}{2d}$; $W_2 = \frac{\epsilon_0 S_2 U_0^2}{2\epsilon d} = \frac{\epsilon_0 l(l-x) U_0^2}{2\epsilon d}$

$\Rightarrow E_{пот2} = \frac{\epsilon_0 x l U_0^2}{2d} + \frac{\epsilon_0 l(l-x) U_0^2}{2\epsilon d} = \frac{\epsilon \epsilon_0 x l U_0^2 + \epsilon_0 l(l-x) U_0^2}{2\epsilon d} = \frac{\epsilon_0 l U_0^2 (\epsilon x + l)}{2\epsilon d}$

$\Rightarrow \frac{m(x')^2}{2} + \frac{\epsilon_0 l U_0^2 (\epsilon x + l)}{2\epsilon d} - \frac{\epsilon_0 l U_0^2}{2\epsilon d} = \frac{m(x')^2}{2} + \frac{\epsilon_0 l U_0^2 (\epsilon - 1)x}{2\epsilon d} = 0$

$\Rightarrow (x')^2 + \frac{\epsilon_0 l U_0^2 (\epsilon - 1)x}{m\epsilon d} = 0 \Rightarrow \omega^2 = \frac{\epsilon_0 l U_0^2 (\epsilon - 1)}{m\epsilon d} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{\epsilon_0 l U_0^2 (\epsilon - 1)}{m\epsilon d}}}$

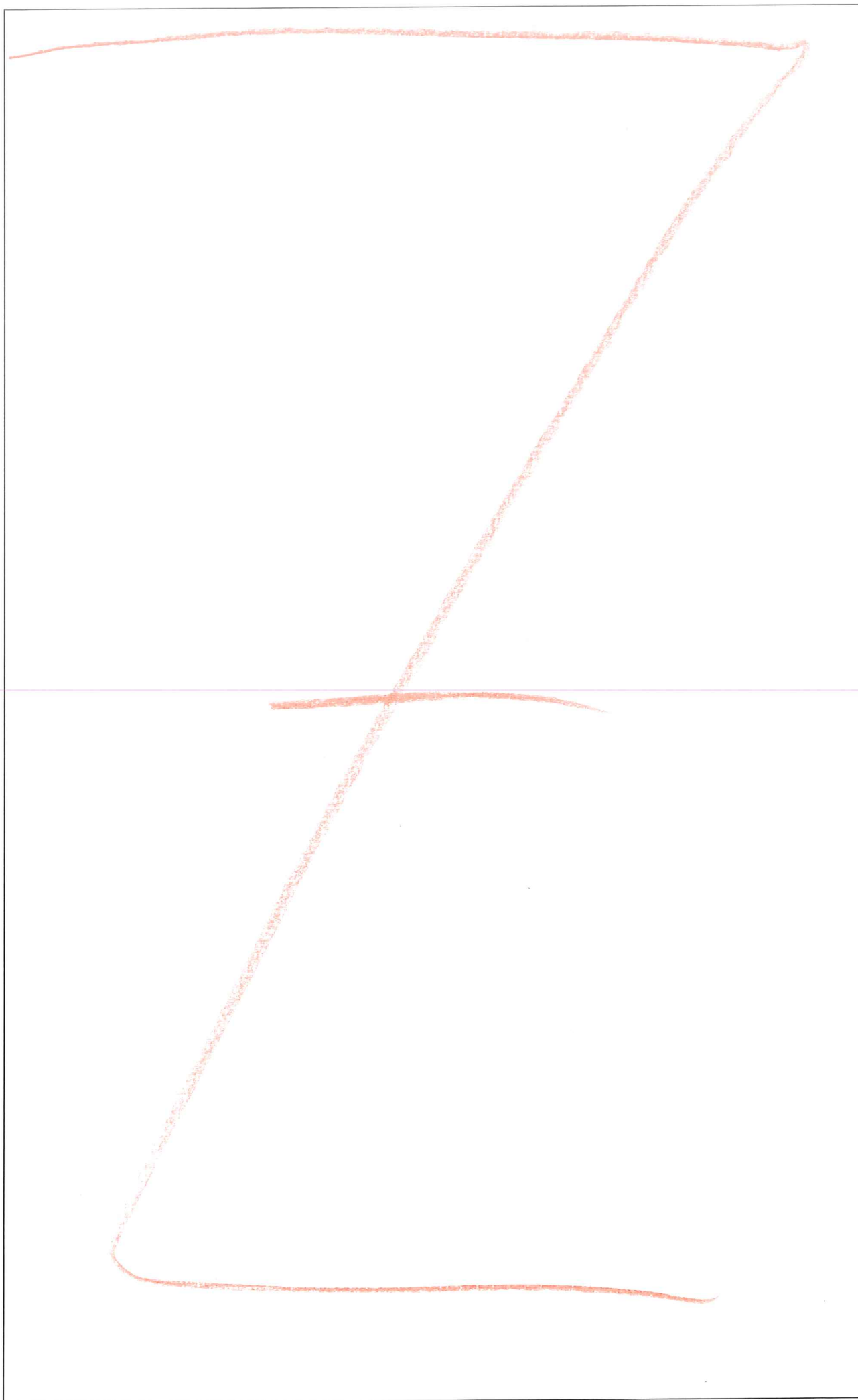
Откуда $\Delta E_{пот} = \frac{\epsilon_0 l U_0^2 (\epsilon - 1)x}{2\epsilon d} \Rightarrow F = \frac{\epsilon_0 l U_0^2 (\epsilon - 1)}{2\epsilon d} = const \Rightarrow$ движение

будет равноускоренным; $a = \frac{F}{m} = \frac{\epsilon_0 l U_0^2 (\epsilon - 1)}{2m\epsilon d} \Rightarrow x = \frac{at^2}{2} \Rightarrow$

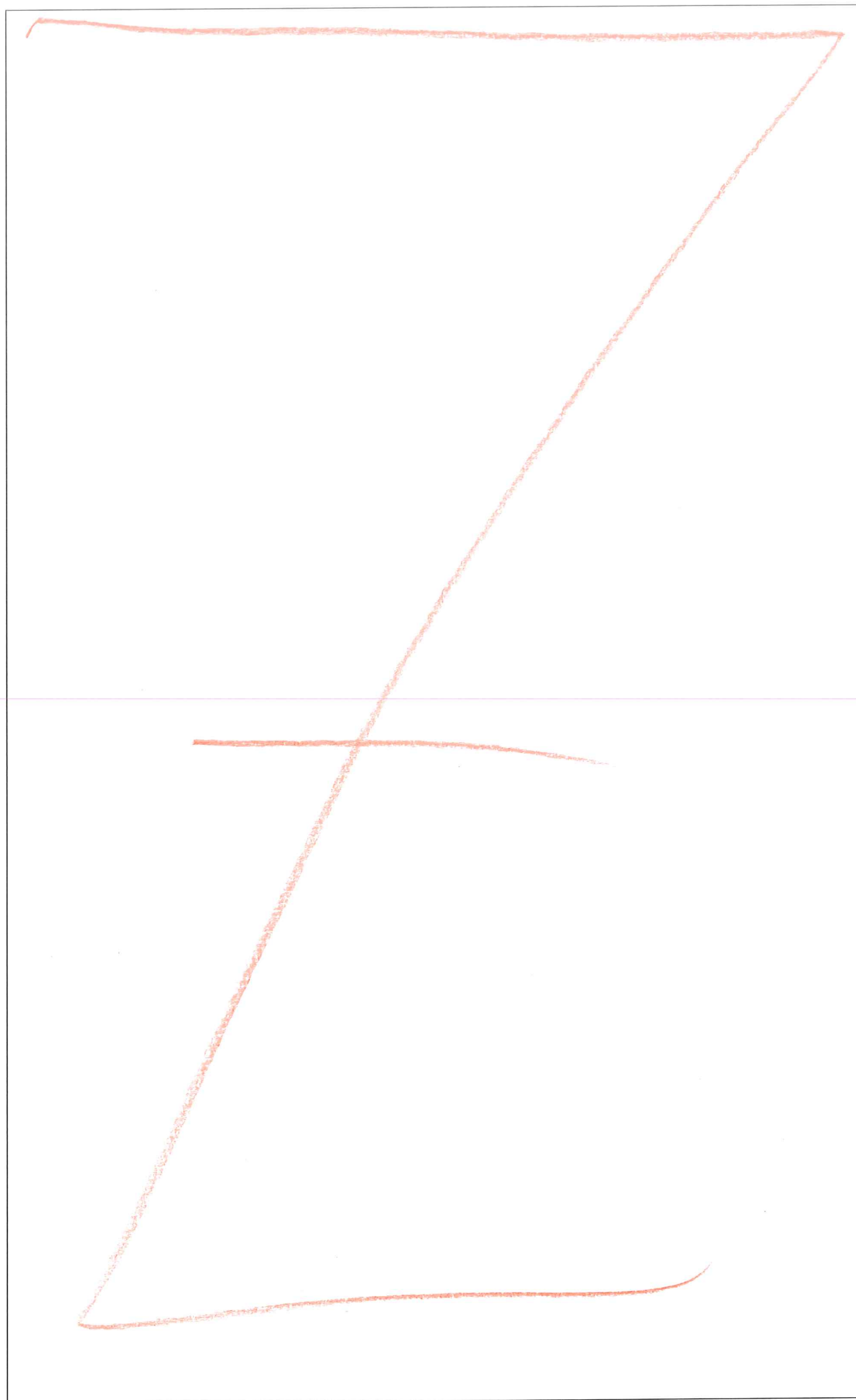
$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2x}{a}} = \sqrt{\frac{4m\epsilon d x}{\epsilon_0 l U_0^2 (\epsilon - 1)}} = \frac{T}{4} \Rightarrow T = 4 \sqrt{\frac{4m\epsilon d x}{\epsilon_0 l U_0^2 (\epsilon - 1)}}$

$= 16 \sqrt{\frac{m\epsilon d x}{\epsilon_0 l U_0^2 (\epsilon - 1)}} \approx 16 \sqrt{\frac{10^{-2} \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-4}}{9 \cdot 10^{-12} \cdot 92 \cdot 10^4 \cdot 3}} = 16 \sqrt{\frac{10^{-9}}{9 \cdot 3 \cdot 92 \cdot 10^{-8}}} =$

$= 16 \sqrt{\frac{1}{9 \cdot 3 \cdot 2}} = \frac{16}{\sqrt{54}} = \frac{16}{3\sqrt{6}} \approx 2,4 \text{ с}$



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



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