



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

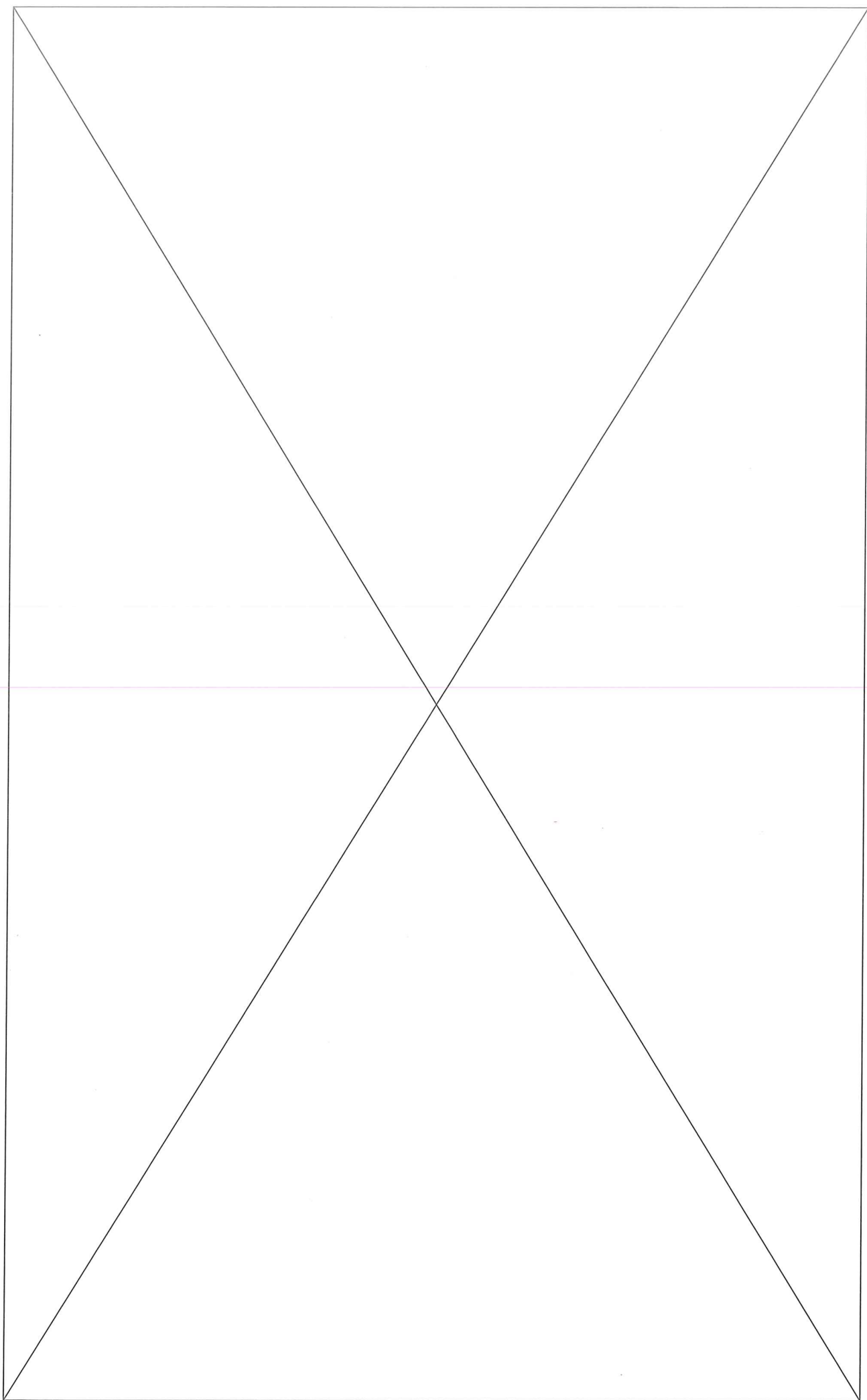
Олимпиада школьников ЛОМОНОСОВ
наименование олимпиады

по ФИЗИКЕ
профиль олимпиады

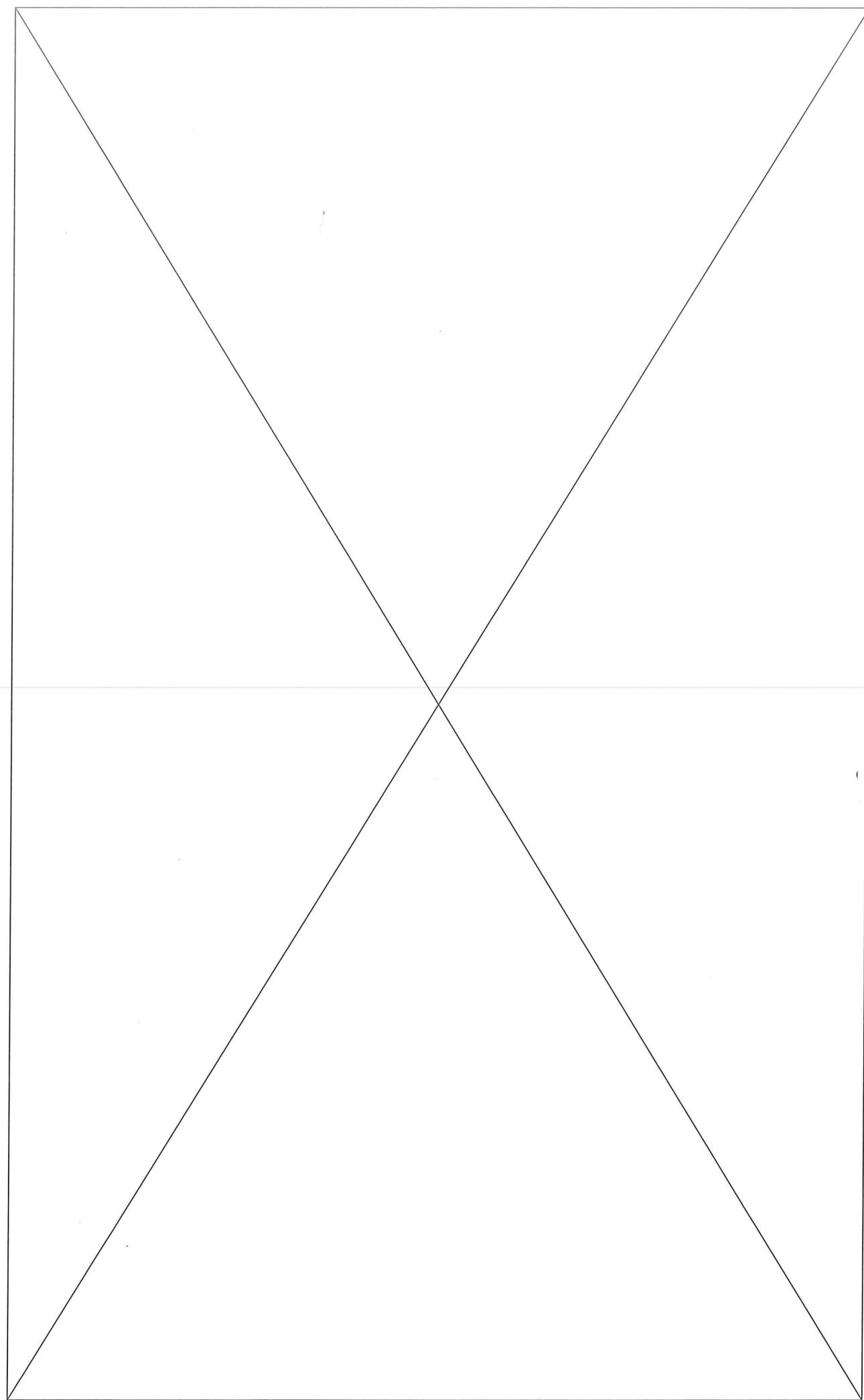
ГАЗЫРИНА ЛЕОНИДА МИХАЙЛОВИЧА
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«13» февраля 2026 года

Подпись участника
БЧ



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

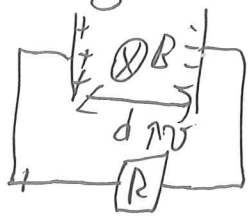


Выполнять задания на титульном листе запрещается!

X

Ишовик

задача 3.3.1.



Дано
 $R = 0,4 \text{ Ом}$
 $d = 10 \text{ мм}$
 $S = 1 \text{ Гл}$
 $P_{\text{max}} = 1 \text{ мВт}$
 $d = ?$

Тк вода является проводником
 в ней есть заряды и напряжение
 Тк же эти заряды движутся
 в заряде магнитном поле,
 то появится электростатическое
 поле по закону магнитной индукции.
 Тк заряды движутся вправо
 вращаясь, то Флоренца, действующую
 на заряды равна Флоренца.

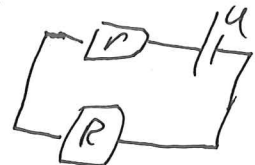
Тогда пусть зарядок имеет
 заряд q (так как $q = 0$), то

$$F_1 = F_{\text{Лоренца}} \quad q \cdot \Delta V = q \cdot E \Rightarrow E = \Delta V$$

по правую крайнюю ^{положительная} заряды идут
 влево, а отрицательные направо.

Тогда, зная магнитное поле можно
 рассчитать потенциалы между обкладками:
 $U = E \cdot d$

Пусть сопротивление участка воды = r
 тогда схема:



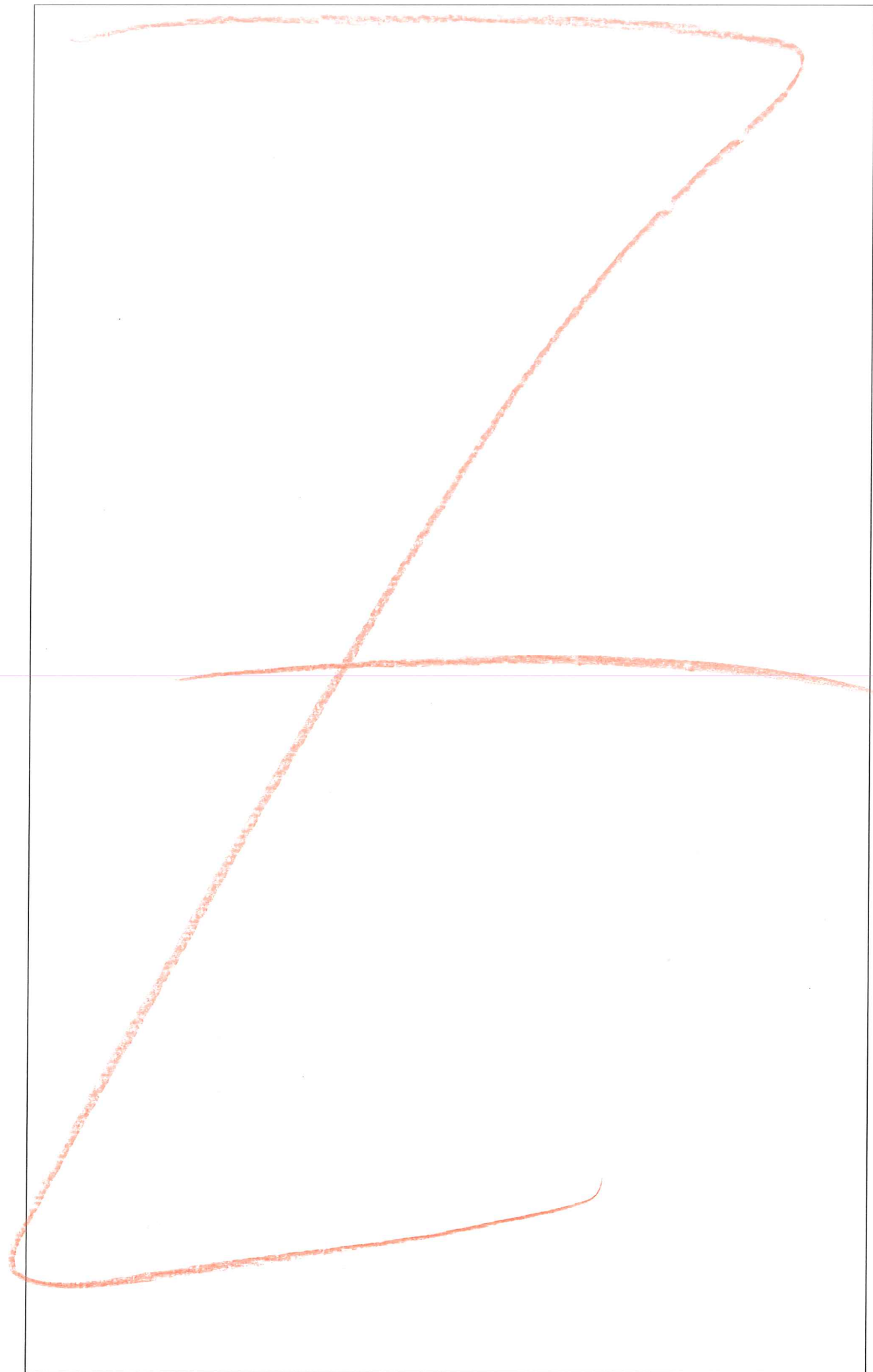
Закон Ома для
 цепи: $\frac{U}{R+r} = I$

Тогда мощность на резисторе R:

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

через $P_{\text{общ}} = UI = P_R + P_r = \frac{U^2 R}{R+r} = PR + \frac{rU^2}{(R+r)^2}$
 пусть $r = x$, тогда $P(x) = \frac{U^2 R}{R+x}$ $P'(x) = 0$ при $x = R$

$$P_R = \frac{U^2}{R+r} \cdot \frac{R}{R+r} = \frac{U^2}{4} \left(\frac{R}{(R+r)^2} \right)$$



55-84-53-25
(1.5)

$$P_R = uI - P_r = \frac{u \cdot u}{R+r} - I^2 r = \frac{u^2}{R+r} - \frac{u^2 r}{(R+r)^2} \quad \text{Шутових}$$

$$= \frac{u^2}{(R+r)^2} (R+r-r)$$

$$P_R(r) = \frac{u^2 R}{(R+r)^2} \quad P'_R(r) = 0 \quad \text{при } r=R, \text{ макс}$$

$$P_{\text{max}} \text{ при } r=R, \text{ тогда } P = I^2 R = \frac{u^2}{4R^2} \cdot R = \frac{u^2}{4R}$$

$$\Rightarrow P_{\text{max}} \cdot 4R = (U B d)^2 \cdot \sqrt{\frac{P_{\text{max}} \cdot 4R}{U^2 B^2}} = d =$$

$$= \sqrt{\frac{10^{-3} \cdot 4 \cdot 0,4}{10^2 \cdot 1,2}} = \sqrt{16 \cdot 10^{-2}} = \frac{40}{10} = 0,4$$

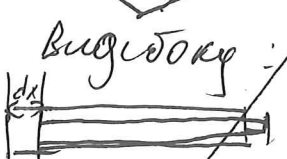
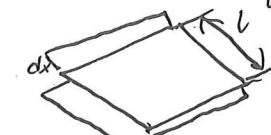
Задача 5.2.1.

Рассмотрим поле в диэлектрике: поле в диэлектрике в E раз меньше, т.е. уменьшено обусловлено зарядом на поверхности, тогда

$$\frac{E}{\epsilon} = E - E_{\text{погр}} \Rightarrow E_{\text{погр}} = (\epsilon - 1) E_{\text{погр}}$$

Заметим, что энергия поля (однородного) можно записать в такой форме: $dW = \frac{\epsilon^2 dV}{2k}$

Тогда запишем энергию при выделении на x : $W = W_{\text{погр}} + W_{\text{поле}} = \frac{\epsilon_{\text{погр}}^2 (l-x) l d}{2k} + \frac{\epsilon_{\text{поле}}^2 x l d}{2k}$



Заметим $U_0 = E_{\text{поле}} \cdot d$
 $E_{\text{поле}} = \frac{U_0}{d}$

$$= \frac{l d}{2k} \left(\frac{\epsilon_{\text{поле}}^2 (l-x)^2}{\epsilon^2} + \epsilon_{\text{поле}}^2 x \right) =$$

$$= \frac{l d \epsilon_{\text{поле}}^2}{k \cdot 2} \left(\frac{(l-x)^2}{\epsilon^2} + x \right) =$$

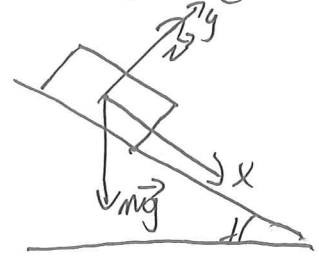
$$= \frac{l d \epsilon_{\text{поле}}^2}{k \cdot 2} \left(\frac{q(l-x)}{10} + x \right)$$

Чистовик

Продолжение задачи 5.2.1.

Запишем полную энергию системы:

$$W_{\text{полн}} = \frac{mv^2}{2} + E_{\text{конд}}$$



Чистовик
задача 1.5.1.

ускорение бруска $a = g \sin \alpha$,
по формуле 3-й школы:
$$\begin{cases} 0 = v - at \cos \alpha \\ m a_x = mg \sin \alpha \end{cases} \Rightarrow a_x = g \sin \alpha$$

$b = 0,1 \text{ м}$.
 $\tau_1 = 20$
 $\tau_2 = 10$
 $g = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
Тогда первый фото элемент был проеден со скоростью v_0 .
Вм проеден с ускорением a и скоростью v_1 .
 $b = v_0 \tau_1 + \frac{a \tau_1^2}{2} \Rightarrow \frac{(b - a \tau_1^2)}{\tau_1} = v_0$
Второй фотоэлемент: $b = v_0 \tau_2 + \frac{a \tau_2^2}{2}$

$$\frac{v_0^2 - v_1^2}{2a} = \tau_{\text{разница}}, \text{ то } \tau_{\text{разница}} = \frac{(b - a \tau_1^2)^2}{\tau_1^2} - \frac{(b - a \tau_2^2)^2}{\tau_2^2}$$

Именно значение τ_k мы смотрим на сколько увеличилась скорость при проезде

$$\begin{aligned} \tau_{\text{разница}} &= \frac{2 \cdot 0,1 - 5 \cdot 4}{5} \left(\frac{2 \cdot 0,1 - 10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2^2}{2 \cdot 2} \right)^2 - \left(\frac{2 \cdot 0,1 - 10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1^2}{2} \right)^2 \\ &= \left(\frac{0,2 - 20}{4} \right)^2 - \left(\frac{0,2 - 5}{2} \right)^2 = \frac{18,42}{10} - \frac{25 - 5,76}{10} \approx 1,842 \end{aligned}$$

$$W_c = \frac{q^2 (x + (l-x) \frac{x^2}{l(l-x)})}{2 C x (l-x)} = \frac{q^2 (x + \frac{x^2}{l(l-x)})}{2 C x (l-x)} = \frac{q^2 (1 + \frac{x}{l(l-x)})}{2 C x (l-x)}$$

$$W_x = \frac{q^2}{2 C k} = \frac{(q^2) \cdot l \cdot x \cdot d}{2 C k}$$

Энергия поля зависит от квадрата смещения пластины, но у меня не получается квадратичной зависимостью.

$$T = \frac{2\pi}{\omega}, \text{ где } \omega \text{ имеет размерность радиан}$$

В формуле ω имеет размерность радиан. $\frac{dU_{\text{полн}}}{dt} = \omega^2$, где ω - какой-то коэффициент.

$$\Delta W \approx \frac{q^2 d(\epsilon - 1) |x|}{2 \epsilon^2 \epsilon_0 l^3}$$

$$\Delta W = Fx$$

Читовик Задача 5.2.1,
Заметим, что уменьшение поле в $\epsilon \epsilon_0$
в диэл. происходит за счёт поляризации
 $\Rightarrow \vec{E} = E - E_{инд} \Rightarrow E_{инд} = \frac{E(\epsilon - 1)}{\epsilon}$

при малом сдвиге не будем учитывать
уменьшение заряда в части диэлектрика
 $\Rightarrow dW = \frac{E^2 dV}{2k}$

$$W_x = \frac{q^2 x^2}{2k} ; W_{\epsilon_0} = \frac{q^2 (l-x)^2}{2k}$$

$$W_c = W_x + W_{\epsilon} = \frac{q^2 U_0^2}{2k d^2} \left(x + \frac{(l-x)}{\epsilon} \right) = \frac{q^2 U_0^2 ((\epsilon-1)x + l)}{2k d^2 \epsilon}$$

зам не получимось

$$E+d = E_2 d \Rightarrow \frac{qx}{\epsilon_0 \epsilon_0 l} = \frac{q_0}{\epsilon_0 (\epsilon(l-x))} \Rightarrow \frac{qx}{x} = \frac{q_0}{\epsilon_0 (\epsilon(l-x))}$$

$$qx + q_{\epsilon} = q \Rightarrow q = qx \left(x + \frac{\epsilon(l-x)}{x} \right) \Rightarrow qx = \frac{q \cdot x}{x + \epsilon(l-x)}$$

$$q_{\epsilon} = q \left(\frac{x + \epsilon(l-x) - x}{\epsilon(l-x) + x} \right) = q \left(\frac{\epsilon(l-x)}{\epsilon(l-x) + x} \right)$$

$$W_x = \frac{q^2 x^2}{2k \left(\epsilon_0 l x \left(x + \frac{\epsilon(l-x)}{x} \right) \right)^2} = \frac{q^2 x^2}{2k \epsilon_0^2 l^2}$$

$$W = \frac{q^2}{2k} \Rightarrow W_x = \frac{q^2 x^2}{2k l^2} = \frac{q^2 x^2}{2k \cdot x} \Rightarrow q_{\epsilon} = \frac{q \cdot \epsilon(l-x)}{x + \epsilon(l-x)}$$

$$\frac{m \dot{x}^2}{2} + W_c = \text{const} \Rightarrow \text{получим колебания}$$

$$W_c = \frac{q^2 x^2}{2k \cdot x} + \frac{q^2 \epsilon^2}{2k(l-x)} = \frac{q^2 x(l-x) + q^2 \epsilon^2 \cdot x}{2k x \cdot (l-x)}$$

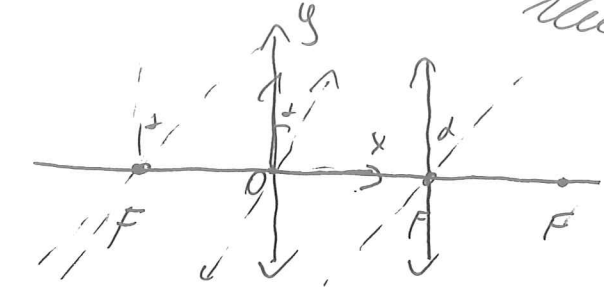
$$\frac{qx}{\epsilon_0 l x} = \frac{q_0}{\epsilon_0 d(l-x)} \Rightarrow qx = \frac{q_0 x}{\epsilon(l-x)} \Rightarrow qx^2 = \frac{q_0^2 x^2}{\epsilon^2 (l-x)^2}$$

55-84-53-25 (1.5)

N 4.10.1.

$F = 4,5 \text{ м}$

Читая х-
радиусом
шарика
и удерживая



Читовик

Повернув шарик на α , её фокальные
плоскости; они повернутся как
один шарик по главной опти-
ческой оси как маяк не проломит,
не проломит



и во второй раз
 \Rightarrow изображение
лент на малой
угловой ширине
оги.

пусть α шар \perp на-ти первой
линзы \Rightarrow он попадет в фокус F_1
на Г.О.О. повернутой линзы.

Пусть малый радиус совпадает с оптикой
первой линзы, тогда изображение первого
источника опаметя в F_1 с координатами
 $x = F \cos t$ $y = -F \sin t$, изображение действитель-
ное тк образуются пересечением
лучей. Тогда по формуле точкой маж.

$$+\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad \left| \frac{1}{F - F \cos t} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F} - \frac{1}{F(1 - \cos t)} = \frac{1}{f} \right.$$

$$f = -F \left(\frac{1 - \cos t}{\cos t} \right), \text{ " " говорит о том, что}$$

изображение мнимое и лежит слева
правой линзы. Найду увеличение Γ
 $\Gamma = \left| \frac{f}{d} \right| = \frac{F \cdot \frac{1 - \cos t}{\cos t}}{F(1 - \cos t)} = \frac{1}{\cos t}$, тогда высота мнимого

изображения: $H = |y| \cdot \Gamma = \frac{F \sin t \cdot \omega}{\cos t} = F \tan t$
источника: $F_1(-F; 0)$ изображение $F'' \left(F - F \left(\frac{1 - \cos t}{\cos t} \right); F \tan t \right)$
Тогда расстояние: $L^2 = \left(F \left(\frac{2 \cos t + \cos t - 1}{\cos t} \right) \right)^2 + (F \tan t)^2 = \frac{F^2}{\cos^2 t} (3 \cos t - 1)^2 + \sin^2 t$

Продолжение ^{итогов} уч. 10.1.

$$L = \frac{15^2 \cdot 4}{2 \cdot 3} \left(\left(\frac{3 \cdot \sqrt{3}}{2} - 1 \right)^2 + \frac{1}{4} \right)$$

$$L^2 = F^2 \left(\left(3 - \frac{1}{\cos \alpha} \right)^2 + 1 \right) = F^2 \cdot \left(\frac{1}{3} + \left(9 - \frac{2 \cdot 3 \cdot 2}{5} + \frac{2}{3} \right) \right) =$$

$$= F^2 \left(10 - \frac{12 \sqrt{3}}{3} \right) = F^2 (10 - 4\sqrt{3})$$

Тогда $L = F \cdot \sqrt{10 - 4\sqrt{3}} \approx F \cdot \sqrt{10 - 4 \cdot \frac{1.73}{10}} \approx F \sqrt{3.2} \approx$
 $\approx 7.56 \cdot \frac{2 \cdot 1.4}{3} \approx \frac{30 \cdot 1.4}{3} \approx 14 \text{ см}$

Задача 5.2.1.

Тк поле в диэлектрике в ϵ раз меньше, а уменьшение обусловлено наличием зарядов на поверхности

$$\frac{E}{\epsilon} = E - E_{\text{нар}} \quad E_{\text{нар}} = \frac{E(\epsilon - 1)}{\epsilon} \Rightarrow E_{\text{нар}} = q \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}$$

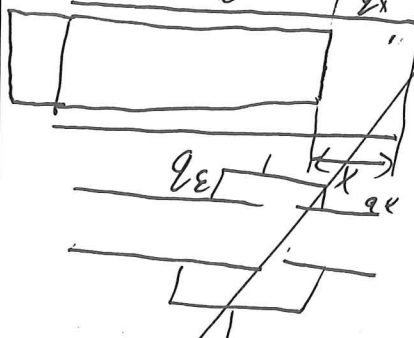
Заметим, что энергию поля можно записать: $dW = \frac{E^2 dV}{2k}$

Заметим, что заряд сохраняется на пластинках конденсатора. $S = l^2$

$$E = \frac{q}{\epsilon_0 S} \Rightarrow \frac{q}{\epsilon_0 S} = \frac{q}{\epsilon_0 S} \Rightarrow q = \frac{C U \epsilon_0 l^2}{d}$$

$$U = Ed \quad q = q_{\text{нар}} + q_{\text{пл}} \quad q = q \epsilon_0 + q x$$

$$U_1 = U_2$$



$$\frac{q \epsilon_0 \cdot d}{\epsilon_0 \cdot (l-x)} = \frac{q_x \cdot d}{\epsilon_0 \cdot x}$$

Энергия конденсатора = $\frac{CU^2}{2} = \frac{C_0 (qd)^2}{2 (\epsilon_0 S)} =$
 $= \frac{C Q^2 d^2}{2 \epsilon_0 S^2}$

$$q = CU \Rightarrow U = \frac{q}{C}$$

$$\Rightarrow W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C q^2}{2C} = \frac{q^2}{2C}$$

$$q \epsilon_0 + q x = q_{\text{нар}} + q_{\text{пл}}$$

$$\frac{q \epsilon_0}{\epsilon_0 (l-x)} = \frac{q x}{\epsilon_0 x} \quad q \epsilon_0 = \frac{\epsilon (l^2 - lx)}{lx} q x = \frac{(l-x) \epsilon}{x} q x$$

$$q = q x \left(1 + \frac{\epsilon (l-x)}{x} \right) \Rightarrow q x = \frac{q x}{x} \cdot \frac{x}{x + \epsilon (l-x)} \Rightarrow q x = \frac{q x}{x + \epsilon (l-x)}$$

$$q \epsilon_0 = q - q x = q \left(1 - \frac{x}{l} \right) = q \frac{(l-x)}{l}$$

размножить на C

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

$$q \epsilon_0 = q - q x = q \left(1 - \frac{x}{l} \right) = q \frac{(l-x)}{l}$$

Заметим $dU = \frac{E^2 dV}{2k} = \frac{E^2 dV}{2k} \cdot q - \text{одно}$

$$q x = \frac{q \cdot x}{\epsilon l - (\epsilon - 1)x} \quad q \epsilon_0 = \frac{q x \cdot \epsilon (l-x)}{(\epsilon l - (\epsilon - 1)x) x}$$

Заметим $dU = \frac{E^2 dV}{2k}$

$$W_x = \frac{l \cdot x \cdot q_x^2}{\epsilon_0 l \cdot x \cdot 2k \epsilon_0 l^2 x^2} \quad W_\epsilon = \frac{(l-x) q^2}{2k \epsilon_0 l^2}$$

$$W_x = \frac{x l d \cdot \left(\frac{q x}{\epsilon_0 l x} \right)^2}{2k}$$

$$q = q \epsilon_0 + q x \quad \frac{q \epsilon_0}{\epsilon_0 (l-x)} = \frac{q x}{x} \Rightarrow q \epsilon_0 = \frac{q x \epsilon (l-x)}{x}$$

$$q = q \frac{\epsilon_0}{x + \epsilon (l-x)}; \quad q \epsilon_0 = \frac{q x}{x + \epsilon (l-x)}; \quad q x = \frac{q \epsilon_0 x}{\epsilon (l-x)}$$

$$= \frac{q x}{x + \epsilon (l-x)} = \frac{q x^2}{\epsilon (l-x) (x + \epsilon (l-x))}$$