

Вход: 16<sup>11</sup> - 16<sup>11</sup>  
С/М

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

Вариант 1

Место проведения Москва  
город

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

Горохова Александра Андреевича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«13» февраля 2026 года

Подпись участника  
А.Гор.

Черновик

$$b = v_{I_1} + \frac{g \sin \alpha \cdot I_1^2}{2} = 2x + \frac{10}{2} = 0,1$$

$$b \sin \alpha = \mu g x \Rightarrow$$

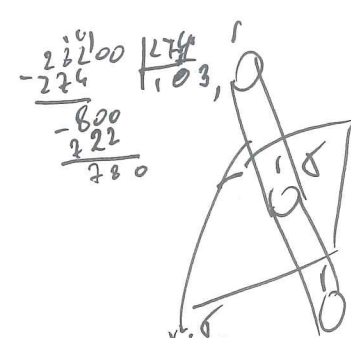
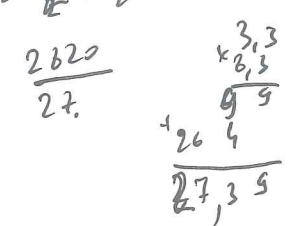
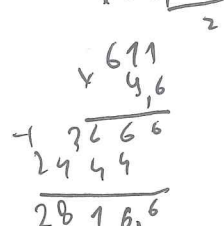
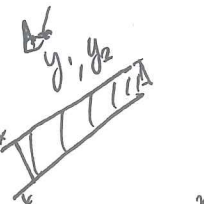
$$2x + 0,1 = 0,1$$

$$x = \frac{0,1 - 0,1}{2} = 0$$

$$0,05 - 5 = 4,95$$

$$U = E \cdot I =$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{10}{20} = 0,5$$



$$\frac{4 \cdot 10^{-4}}{10 \cdot 10^{-2}} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{10 \cdot 10^{-2}} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{7,5}{2} = \frac{7,5 \sqrt{3}}{\sqrt{3} - 2} = \frac{7,5 \sqrt{3} (0,3 + 2)}{3 - 4} = 7,5 \cdot 3 + \frac{15 \sqrt{3}}{1} = 22,5 + 15 \sqrt{3}$$

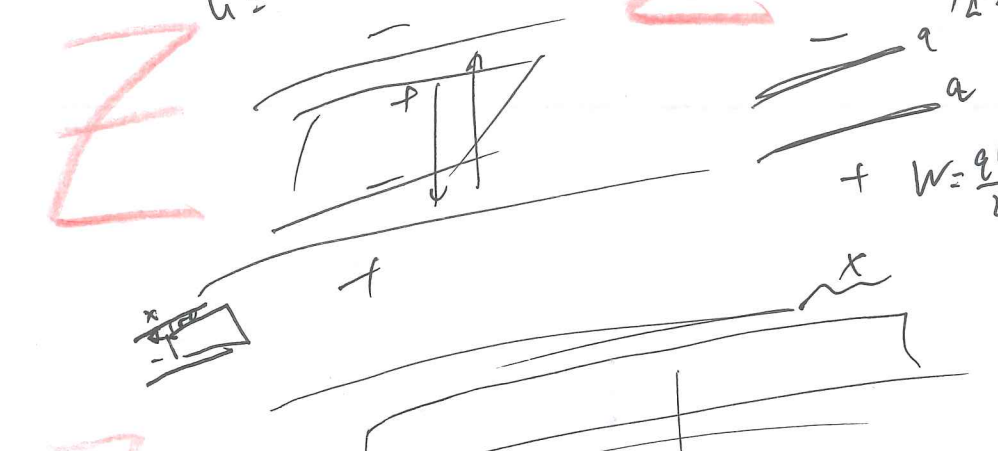
$$F + \frac{F}{1 - \cos \alpha} = \frac{F - F \cos \alpha + F}{1 - \cos \alpha} = \frac{2F - F \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

$$C_2 \epsilon \epsilon_0 \cdot d$$

$$U = \frac{q}{4 \pi \epsilon_0 r^2} \cdot q = U \cdot C$$

$$\frac{1 - \cos \alpha}{\sin(2\alpha - \cos \alpha)} = \frac{1}{\sin(2\alpha)}$$

$$\frac{3,25}{26,25} = \frac{3,25}{26,25}$$



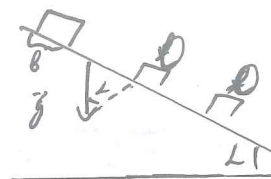
34-29-48-78 (1.1)

Черновик 1

№ 1.5.1

Ступени пер., макета узкая

Дано:  $L=30, b=9,1, I_1=20, I_2=10, g=10 \text{ м/с}^2$



1) найти длину каждого элемента  $\rightarrow x, y$  (толщина ступени)

2) перекрывание первого бруска, начальная скорость  $\rightarrow v_0$

$$x(t) = v_0 t + \frac{a t^2}{2}, \text{ где } a = g \sin \alpha$$

За  $I_2$  бруска проехал свою длину  $b$ :

$$b = v_0 I_1 + \frac{g \sin \alpha I_1^2}{2}$$

(принимая за начало координат начало первого бруска)

Стать первого бруска бруска  $(I_1 - I_2)$  по второму.

$$x(t) = v_0 t + \frac{g \sin \alpha t^2}{2}, x(I_1 + I_2) - x(I_1) = b$$

$$-v_0 I_1 - \frac{g \sin \alpha I_1^2}{2} = b, \text{ где } v_0 = \frac{b}{I_1} - \frac{g \sin \alpha I_1}{2}$$

$$v_0 I_2 + g \sin \alpha I_2^2 = b - \frac{g \sin \alpha I_2^2}{2} - v_0 I_2$$

$$I_2 = \frac{b}{g \sin \alpha I_2} - \frac{I_2}{2} - \frac{v_0}{g \sin \alpha} = \frac{b}{g \sin \alpha I_2} - \frac{I_2}{2} - \frac{(\frac{b}{I_1} - \frac{g \sin \alpha I_1}{2}) I_2}{g \sin \alpha}$$

$$I_2 = \frac{9,1}{5 \cdot 1} - \frac{1}{2} - \frac{(0,05 - 5) \cdot 1}{5} = \frac{9,1}{5} - \frac{1}{2} + \frac{4,95}{5} = \frac{1^2}{50} - \frac{1}{2} + \frac{4,95}{5} = \frac{2 - 50 + 9,90}{100} = \frac{99 - 48}{100} = \frac{51}{100} = 0,51 \text{ секунда.}$$

Ответ: 0,51 секунда.

№ 3.1

Дано:  $V=30 \text{ м}^3, T=273 \text{ К}, p_{\text{нас}}=611 \text{ Па}, \gamma_{\text{ж}}=3,3 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}, L_{\text{ж}}=2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}, \mu=18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}, R=8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

Решение:



1) увеличение объема  $\Rightarrow$  влажностью 0%.

2) т.к. влажность 0% и первая температура конденсато воды в помещении, начнется испарение; чтобы конденсировать влагу в паре, нужно нагреть, дать воде кристаллизироваться (образовать туман). Конденсат образуется  $\rightarrow$  пар конденсат (стала вода влажной)

Уравнение Менделеева - Клапейрона:  $p_{\text{нас}} V = \nu R T = \frac{m_{\text{нас}}}{\mu} R T, m_{\text{нас}} = \frac{\mu p_{\text{нас}} V}{R T}$

Умножив на  $m_2$  массу воды, которая испарилась; Это потребовало:  $L m_2$  тепла ( $L$  - удельная теплота испарения)  $\Rightarrow$   $\lambda m$  воды кристаллизуется (измеряется температурой тигля, не производим)  $\Rightarrow L m_2 = \lambda m$

$$\Delta m = \frac{L}{\lambda} \cdot \frac{m_{\text{пар}} R_{\text{пар}} V}{RT} = \frac{2,3 \cdot 10^6}{3,3 \cdot 10^5} \cdot \frac{2,8 \cdot 10^{-3} \cdot 611 \cdot 200}{8,3 \cdot 273} = \frac{4,6 \cdot 10^{-2} \cdot 611}{3,3 \cdot 8,3} \text{ м} = 103 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 1,03 \text{ м}$$

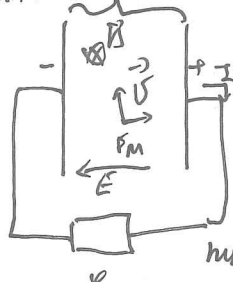
$$\approx \frac{4,6 \cdot 10^{-2} \cdot 611}{3,3 \cdot 8,3} \text{ м} = 103 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 1,03 \text{ м}$$

Ответ: 1,03 м.

Методика (М. Шибанов)

Дано:  $R=9,4 \Omega, \mathcal{E}=10 \frac{\text{В}}{\text{м}}, R_3=1 \text{ М}\Omega, P=1 \text{ МВт}=10^6 \text{ Вт}$

Решение:



Минимум пробегает  $\Rightarrow$  если свободные носители заряда. 1) На движущиеся в магнитном поле заряды действует сила Лоренца:  $F_L = q\vec{E} + q[\vec{v} \times \vec{B}]$ , чтобы уравновесить её магнитную составляющую, заряды собираются вправо катодом.

собранные в магнит создаёт электрическое поле  $\vec{E}$  такое, что  $q\vec{E}$  компенсирует  $q\vec{v} \times \vec{B}$  (ЭДС-индукция)

$$q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B} = 0, E = -vB, \text{ минус отвечает за направление}$$

$E$ . (Максимальная компонента собирает положительные заряды справа  $\Rightarrow E$  действует справа катодом).

2) На правой обкладке создается положительный заряд, на левой отрицательный  $\Rightarrow$  течёт ток, мощность  $P = UI, I = \frac{P}{U}, P = \frac{U^2}{R}, U = \sqrt{PR}$  (Методика Шибанов)

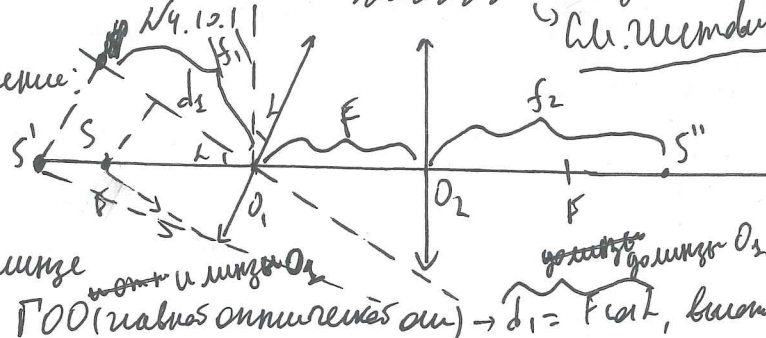
с другой стороны, напряжение вырывается через конденсаторы в разность между обкладками (поле однородно, т.к.  $q$   $vB$  на все пластины одинаково  $\Rightarrow$  нулю компенсирует одинаково  $E$ )  $U = E \cdot d = \sqrt{PR}$

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

Ответ: 0,2 м. (или сопоставление методики Шибанов)

Дано:  $F=7,5 \text{ см}, L=30$

Решение:



1) Изображение формируется в первом фокусе расстояния от  $S$  до  $\Gamma O O$  (равно от оптического центра)  $\rightarrow d_1 = F \cos \alpha$ , высота от нее  $\rightarrow h_1 = F \sin \alpha$ .

Заметим, что  $d_1 < F$ , мифа собирающая  $\Rightarrow$  изображение мнимое, прямое

Черныш

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

$$2v + 5 = 0,1, v = \frac{-5,9}{2} = -2,95$$

$$p v = kRT = \frac{p}{\rho} RT$$

$$k = \frac{p v}{RT}$$

$$v \cdot (v+4) + \frac{5 \cdot (v+1)}{2} - \frac{5 \cdot 1}{2} = 0,1$$

$$v \cdot (v+1) + \frac{5v}{2} + 5v + \frac{5}{2} - \frac{5}{2} = 0,1$$

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

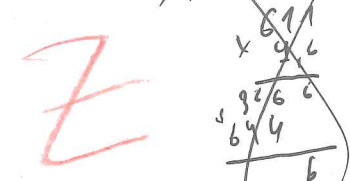
$$5v = 0,1 - 2,5 + 2,95 = 0,55$$

$$\frac{p v}{RT} \cdot L = \lambda n$$

$$n = \frac{p v}{RT} \cdot \frac{L}{\lambda}$$

$$P = I \mathcal{E} - I^2 r = \frac{U^2}{2r} - \frac{U^2}{4r} = \frac{U^2}{4r} = \frac{U^2}{4 \sqrt{PR}}$$

$$n = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 611 \cdot 200 \cdot 2,3 \cdot 10^6}{6,3 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3,3 \cdot 10^5} = \frac{4,6 \cdot 10^{-2} \cdot 611}{8,3 \cdot 3,3} = \frac{6 \cdot 5 \cdot 10^2}{8,3} = \frac{30}{8,3} \approx 3,6$$

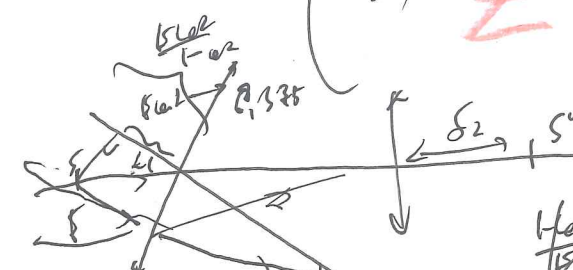


$$\sum = \frac{U}{2R}$$

$$P = \frac{U^2}{2R} - \frac{U^2}{4R} = \frac{U^2}{4R}, U = 2\sqrt{PR}$$

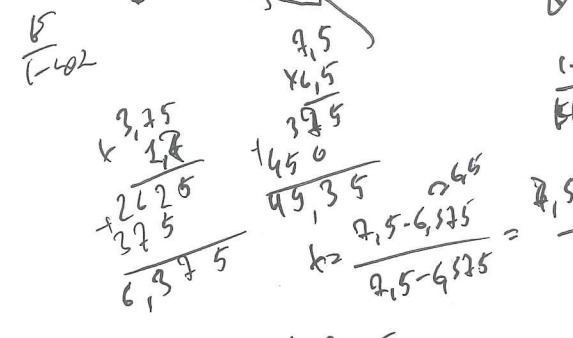
$$U = E \cdot d, E = v \cdot B$$

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



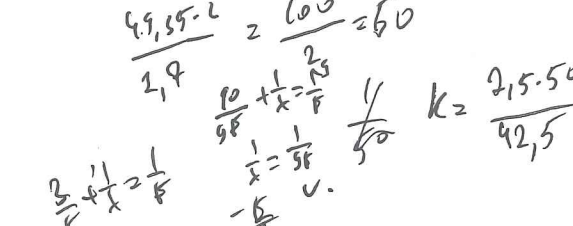
$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f}$$

$$f_1 = \frac{F \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}$$



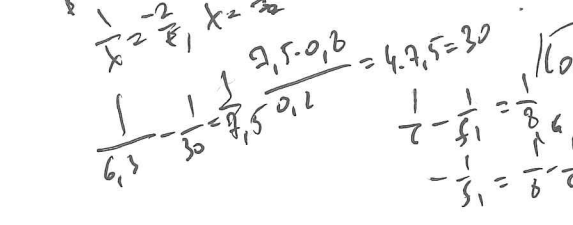
$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F}$$

$$f_2 = \frac{F}{1 - \cos \alpha} = \frac{F(2 - \cos \alpha)}{1 - \cos \alpha} = \frac{2F(2 - \cos \alpha)}{1 - \cos \alpha}$$



$$k_2 = \frac{215 \cdot 50}{42,5} = \frac{25 \cdot 50}{4,25} = \frac{150}{0,425} \approx 353$$

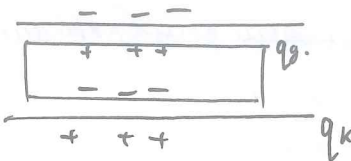
$$k_2 = F(2 - \cos \alpha) + F + F = 4F - F \cos \alpha = 30 - \frac{7,5 \cdot 0,8}{2} = 30 - 3,75 = 26,25$$



$$k_2 = 30 - \frac{15}{4} \cdot 0,8 = 30 - 3,75 = 26,25$$



Иллюстрация 4  
Телезаряды.



Начальная напряжённость:

$$E_0 = \frac{q_0}{\epsilon_0 \cdot l^2}, U_0 = E_0 \cdot d,$$

Конечная напряжённость:  $E' = \frac{U_0}{\epsilon} = E_0' d,$

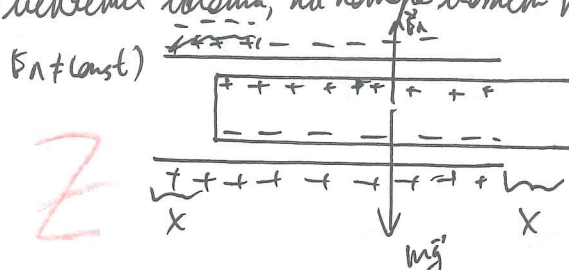
Значит напряжённость:  $E' = \frac{U_0}{\epsilon d}$ ; по принципу суперпозиции она складывается из напряжённости диэлектрика и внешнего конденсатора:

$$E' = E_0 - E_g, \frac{U_0}{\epsilon d} = \frac{U_0}{d} - E_g, E_g = \frac{U_0}{d} - \frac{U_0}{\epsilon d} = \frac{U_0(\epsilon - 1)}{\epsilon d} = \frac{q_0}{\epsilon \cdot l^2}, q_g = \frac{\epsilon \cdot l^2 \cdot U_0 (\epsilon - 1)}{\epsilon d}$$

3) Начальная энергия конденсатора с диэлектриком:  $W_0 = \frac{q_0 U_0}{2\epsilon}$

$$q_k = C_0 \cdot U_0 = \frac{\epsilon \cdot l^2}{d} \cdot U_0, W_0 = \frac{\epsilon \cdot l^2 \cdot U_0^2}{2\epsilon d}$$

4) Если выдвинута диэлектрика, во время выезда за пластины конденсатора ⇒ меняется сила взаимодействия зарядов конденсатора и пластин ⇒ меняется высота, на которой может находиться диэлектрик в равновесии ( $\tan \alpha = \text{const}$ ,  $\sin \alpha = \text{const}$ )



Новый конденсатор можно разбить на 2 части: с диэлектриком и без; пластины соединены параллельно.

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 \cdot x \cdot l}{d}, C_2 = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot (l-x) \cdot l}{d}, C_{\Sigma} = C_1 + C_2 =$$

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

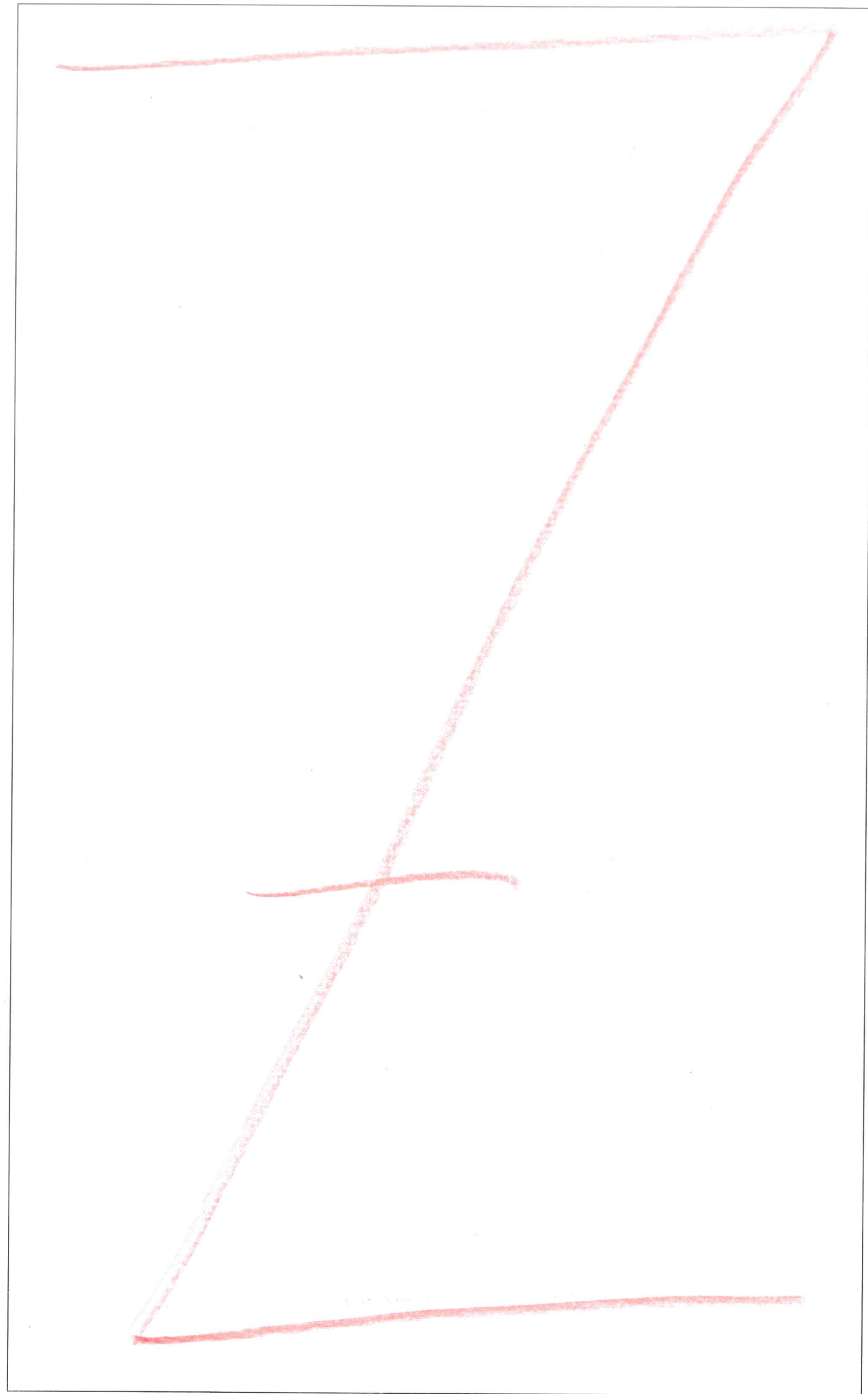
Энергия:  $W = \frac{q_k^2}{2C_{\Sigma}} = \frac{U_0^2 \cdot l^3 \cdot \epsilon_0}{2d \cdot (x + \epsilon l - \epsilon x)}$

Изменение энергии равно работе, которую затратали на перемещение диэлектрика  $A = |W' - W_0|$ ; равновесный заряд конденсатора на пластине (l-x):  $\begin{cases} q_x + q_{l-x} = q_k \\ U_x = U_{l-x} \end{cases}$

$$\begin{cases} q_x + q_{l-x} = q_k \\ \frac{C_1}{C_2} q_{l-x} + q_{l-x} = q_k \end{cases} \Rightarrow q_{l-x} = \frac{C_2 q_k}{C_1 + C_2} = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot (l-x) \cdot l \cdot \epsilon_0 \cdot l^2 \cdot U_0}{d \cdot (x + \epsilon l - \epsilon x)}$$

$$q_x = \frac{C_1 q_k}{C_1 + C_2} = \frac{\epsilon_0 \cdot x \cdot l \cdot \epsilon_0 \cdot l^2 \cdot U_0}{d \cdot (x + \epsilon l - \epsilon x)} = \frac{\epsilon_0 U_0 \cdot l^2 \cdot x}{d(x + \epsilon l - \epsilon x)}$$

Возможны колебания будут в горизонтальном направлении из-за притяжения зарядов пластин конденсатора.  $W = F \cdot L, L$  - расстояние между телами.



Оценку  
численности  
"80" на "92"  
[Signature]

Председателю апелляционной комиссии олимпиады школьников  
«Ломоносов»  
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова  
академику В.А. Садовничему  
от участника заключительного этапа по профилю «Физика»  
Горохова Александра Андреевича  
Апелляция

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат заключительного этапа, а именно 80 баллов, поскольку считаю, что должен получить полный балл за задачу номер 3. На чистовике №5 представлено полное и абсолютно верное решение с учётом сопротивления жидкости, которое, по всей видимости, не заметили при проверке. В отсканированной работе этот лист находится в самом конце и отделен от основной части двумя пустыми бланками-вкладышами. На нем рассмотрен случай, когда сопротивление отлично от нуля. Строго доказано методом анализа функции мощности от силы тока в цепи, что что максимальная выделяемая мощность достигается при равенстве сопротивлений резистора и жидкости. И получен верный ответ - 40 см. Первоначальный вариант решения на чистовике №2 (ответ 20 см без учета сопротивления) я не зачеркнул из-за неоднозначности условия задачи. Однако, осознав неполноту модели без сопротивления, я оставил для проверяющего две пометки (первую — у пункта 2, вторую — крупным текстом с подчеркиванием и восклицательным знаком в конце первого решения) с просьбой оценивать работу именно по 5-му листу.

Учитывая, что задача решена абсолютно верно, содержит исчерпывающее обоснование, а навигация по листам была оформлена предельно ясно, прошу пересмотреть мой результат за задачу №3 и повысить оценку с 13 до полного балла.

Подтверждаю, что я ознакомлен с Положением об апелляциях на результаты олимпиады школьников «Ломоносов» и осознаю, что мой индивидуальный предварительный результат может быть изменён, в том числе в сторону уменьшения количества баллов.

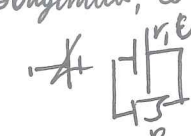
Дата 14.03.2026г.

А.А. Горохов (Горохов А.А.)  
(подпись)

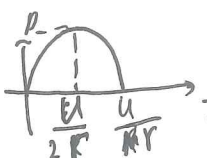
34-29-48-78  
(1.1)

Чистовик 5

№3.3) (продолжение)

Допустим, сопротивления жидкости не равно, тогда схема эквивалентна:  

 $r$  - сопротивление жидкости,  $R$  - сопротивление резистора;  $P = I^2 R$ , где  $I$  — закон Кирхгофа:  $I = \frac{E}{r+R}$ ,  $P = \frac{E^2}{(r+R)^2} R$ , с другой стороны

энергетический баланс системы  $E I = I^2 r + I^2 R$ ,  $P = E I - I^2 r$ ,  
работу жидкости мощность потерь на r


 $P = P_{max}$  при  $I = \frac{E}{2R}$ ,  $P_{max} = \frac{E^2}{2R} - \frac{E^2}{4R^2} R = \frac{E^2}{4R}$ ,  $E = 2\sqrt{RP}$ , т.к.  
 $P = I^2 R = \frac{E^2}{4R^2} R = \frac{E^2}{4R} \Rightarrow R = \frac{E^2}{4P}$

Аналогично  $U = E d$ ,  $d = \frac{2\sqrt{PR}}{E} = 0,4 \text{ м}$ .

Ответ: Если сопротивление жидкости в цепи, кроме резистора не существует, то  $d = 0,2 \text{ м}$ .

Если существует сопротивление жидкости — сопротивление найдем резистора, то  $d = 0,4 \text{ м}$ .  
 Я склоняюсь к тому, что вариант с  $r$  является более полным, поэтому предлагаю считать его за основной.