



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

Место проведения Москва
город

дешифр

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Чистовой Юлии Андреевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

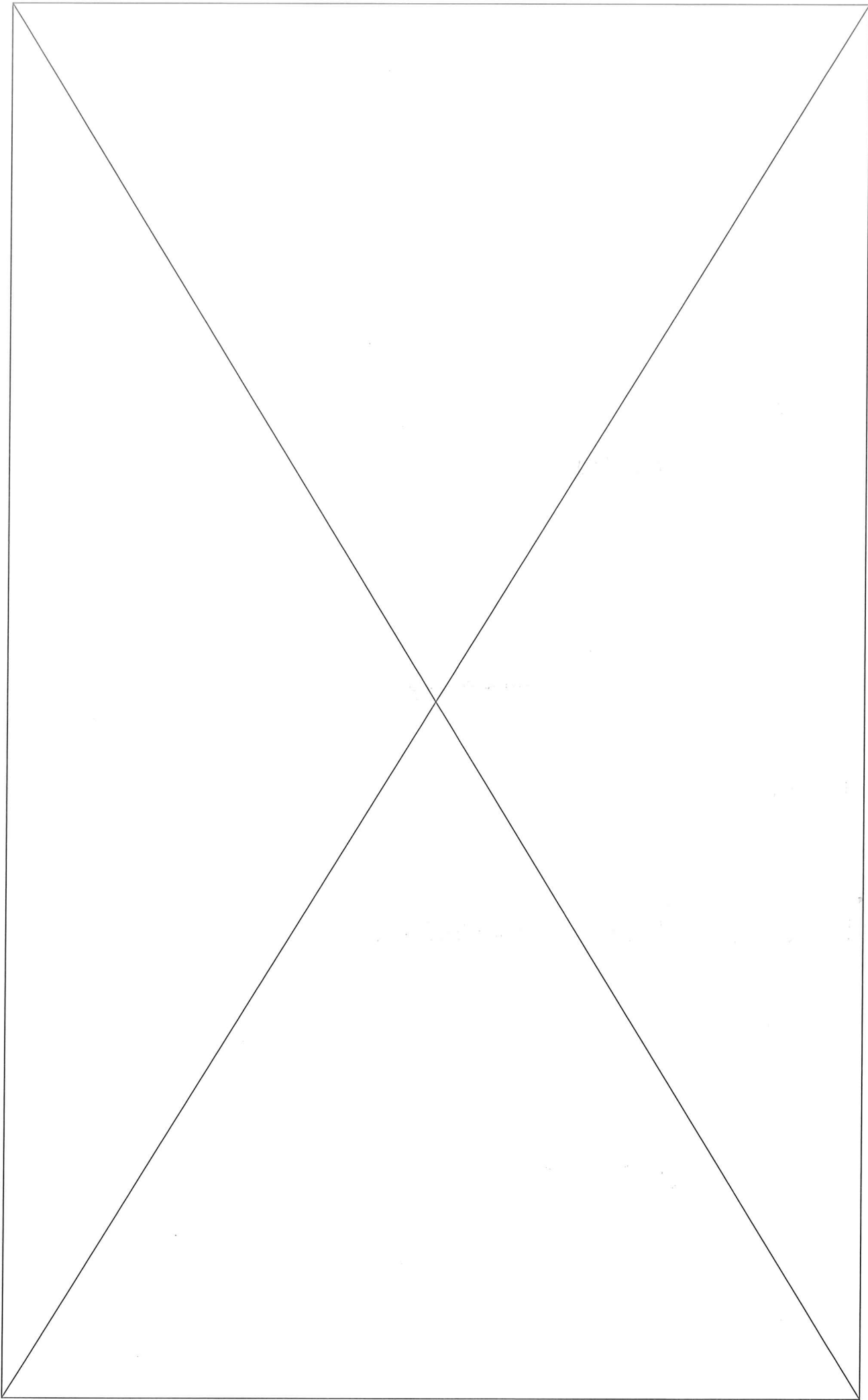
выполн 17¹⁸ — 17²⁰

Дата

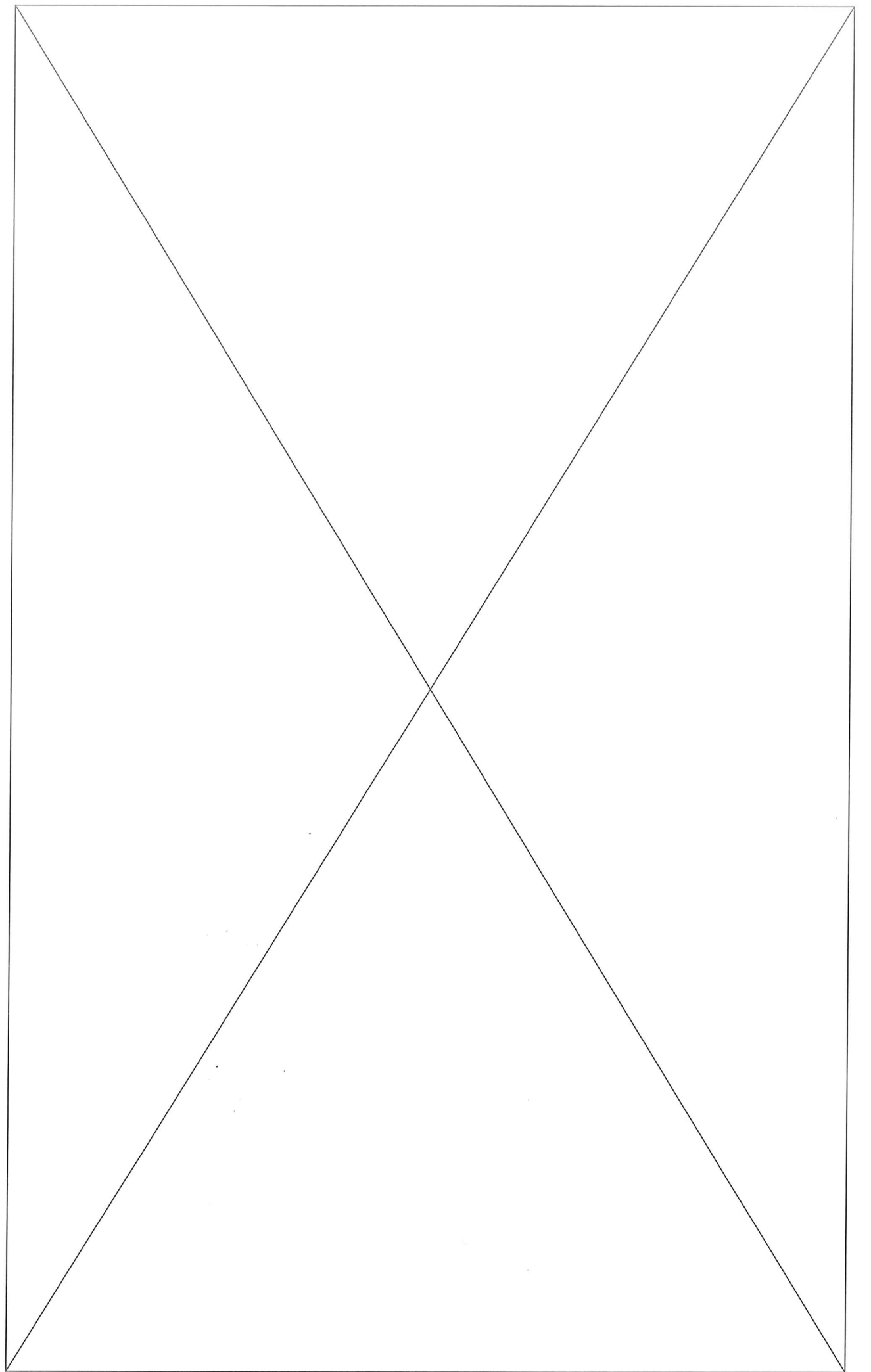
« 13 » 02 2026 года

Подпись участника

Ч. Чистовой



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

~~Handwritten scribbles and calculations at the top of the page.~~

~~Handwritten scribbles.~~

~~Handwritten scribbles.~~

$q_2 = q \frac{l-x}{l}$, значит
 $W_3 = W \left(\frac{l-x}{l} \right)^2$ в момент.
 $V = V_{max}$

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

$-2lx \frac{U_0^2 \epsilon_0 \epsilon}{2d} + \frac{U_0^2 \epsilon_0 \epsilon}{2d} x^2 = -\frac{m}{2} \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 x^2$

$x \ll l$

$x \frac{m}{2} \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 = l \frac{U_0^2 \epsilon_0 \epsilon}{d}$

$l = \frac{2m\pi^2 x}{T^2 U_0^2 \epsilon_0 \epsilon} d$

$\approx \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot \pi^2 \cdot 10^{-4}}{(4,35)^2 \cdot 100^2 \cdot 9 \cdot 10^{-12} \cdot 4} \approx$

$\approx 20 \text{ см}$

Источник

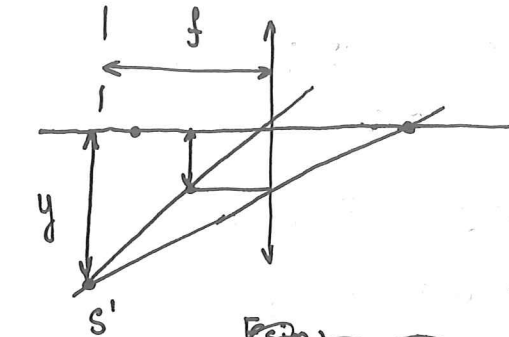
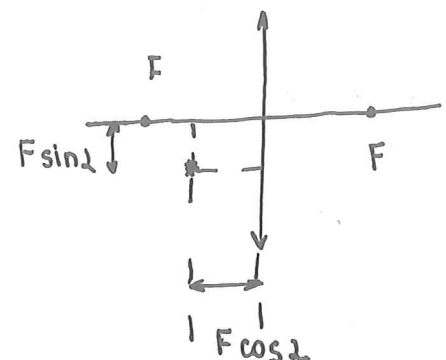
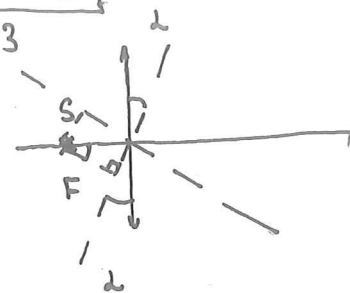
Источники света вращаются, формируя конус - лучи.
13 Радина

95-65-39-08
(3.2)

генератор

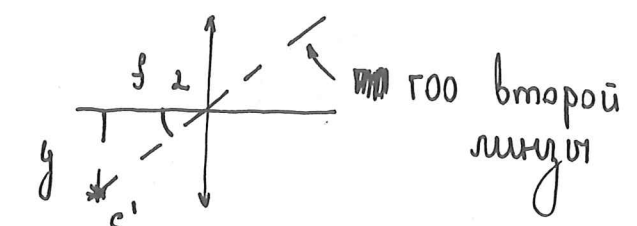
Источник

4.10.3

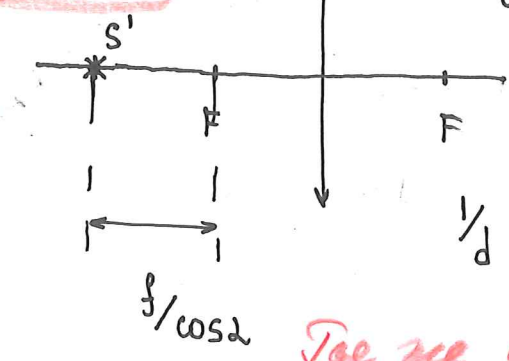


$F \cos \alpha \leq F$, значит изображение будет мнимым
 $\frac{1}{F \cos \alpha} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$
 $\frac{1}{f} = \frac{1}{F} \left(\frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right)$

Мнимое изображение в первой линзе это действительный источник для второй



$\frac{1}{f/cos \alpha} + F \neq \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$



$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f/cos \alpha} + F$

Где же источник? рисунок?

92 (неизвестно)
5
4 19,5
3 28
2 10
1 10

генератор

~~Handwritten scribbles and text.~~

Установив $\frac{1}{f} = \frac{1}{F} \frac{1 - \cos \alpha}{\cos \alpha}$

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

$f / \cos \alpha = \frac{F}{1 - \cos \alpha}$

$\frac{f}{\cos \alpha} + F = \frac{F + F - F \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} \quad \ominus$

$\ominus F \frac{2 - \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}$

$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} \left(1 - \frac{1 - \cos \alpha}{2 - \cos \alpha} \right) = \frac{1}{F} \left(\frac{2 - \cos \alpha - 1 + \cos \alpha}{2 - \cos \alpha} \right) \quad \ominus$

$\ominus \frac{1}{F} \frac{1}{2 - \cos \alpha}$

$d = F(2 - \cos \alpha)$

$x = d + F + F = 2F - \cos \alpha F + 2F = F(4 - \cos \alpha)$

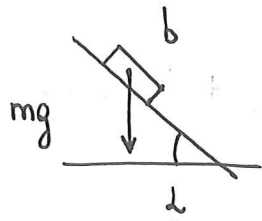
$4 - \cos \alpha = \frac{x}{F} \quad \cos \alpha = 4 - \frac{x}{F} \quad \ominus$

$\ominus 4 - \frac{23 \frac{47}{15}}{15} = \frac{60 - 47}{15} = \frac{13}{15}$

$\alpha = \arccos \left(\frac{13}{15} \right)$

195

1.5.3

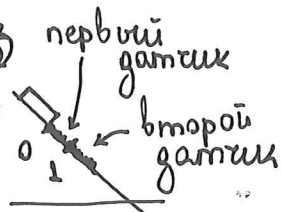


$\tau \quad \tau_1 \quad \tau_2$

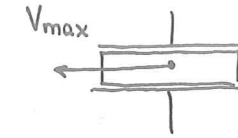
$mg \sin \alpha = ma \quad a = g \sin \alpha$

$\begin{cases} b = v_0 \tau_1 + \frac{g \sin \alpha \tau_1^2}{2} \\ b = v_1 \tau_2 + \frac{g \sin \alpha \tau_2^2}{2} \end{cases}$

$v_1 = v_0 + g \sin \alpha \tau$



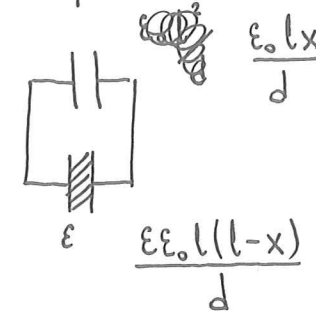
5.2.3 $\frac{1}{f} = \frac{1}{F} \frac{1 - \cos \alpha}{\cos \alpha}$
 $T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$



$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon l^2}{d}$
 $W_0 = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{\epsilon_0 \epsilon l^2}{2d} U_0^2$

↑
энергия на конденсаторе с ϵ при $V=0$

$V_{max} = \omega X = \frac{2\pi}{T} X$



Момент максимального отклонения:

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

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

$q_1 + q_2 = q$

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

$q_2 \frac{l\epsilon + x(1-\epsilon)}{\epsilon(l-x)} = q$

$q_2 = q \frac{\epsilon(l-x)}{1 + \frac{x(1-\epsilon)}{l\epsilon}} \approx q \frac{\epsilon(l-x)}{l\epsilon} \approx q \frac{l-x}{l}$

$q_2 = q \frac{x}{l}$

$$W_э = \frac{(q_1 + q_2)^2}{2\epsilon} = \frac{U_0^2 \epsilon_0^2 l^2}{d^2} \left(1 - \chi \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}\right)^2 = \frac{U_0^2}{2d} \frac{\epsilon_0}{\epsilon} \left(1 - \chi \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}\right)^2$$

$$\frac{dW_э}{dt} = \frac{U_0^2}{2d} \frac{\epsilon_0}{\epsilon} \left(1 - \chi \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}\right) \cdot 2 \left(1 - \chi \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}\right) \dot{\chi} =$$

$$= \frac{U_0^2}{2d} \frac{\epsilon_0 (\epsilon - 1)}{\epsilon^2} 2 \left(\chi \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} - 1\right) \dot{\chi}$$

$$\frac{dW_k}{dt} = \frac{m}{2} \cdot 2 \dot{\chi} \ddot{\chi}$$

$$\ddot{\chi} + \frac{U_0^2}{dm} \frac{\epsilon_0 (\epsilon - 1)}{\epsilon^2} \left(\chi \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} - 1\right) = 0$$

$$\omega^2 = \frac{U_0^2}{md} \frac{\epsilon_0}{\epsilon^3} (\epsilon - 1)^2$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{\omega^2}$$

Черновик

95-65-39-08 (3.2)

Черновик

$$b - \frac{g \sin \alpha \tau_1^2}{2} = U_0 \tau_1$$

$$b - \frac{g \sin \alpha \tau_2^2}{2} = U_1 \tau_2 = U_0 \tau_2 + g \sin \alpha \tau_1 \tau_2$$

$$b - g \sin \alpha \frac{\tau_2^2}{2} - g \sin \alpha \tau_1 \tau_2 = U_0 \tau_2$$

$$b - g \left(\sin \alpha \left(\frac{\tau_2^2}{2} - \tau_1 \tau_2 \right) \right) = \frac{\tau_2}{\tau_1} \left(b - g \frac{\sin \alpha \tau_1^2}{2} \right)$$

$$b \left(1 - \frac{\tau_2}{\tau_1} \right) = g \sin \alpha \left(\tau_1 \tau_2 - \frac{\tau_2^2}{2} - \frac{\tau_1 \tau_2}{2} \right) \ominus$$

$$\ominus g \sin \alpha \left(\frac{\tau_1 \tau_2 - \tau_2^2}{2} \right)$$

$$b \frac{\tau_2 - \tau_1}{\tau_1} = g \sin \alpha \tau_2 (\tau_2 - \tau_1)$$

Ответ ошибочный

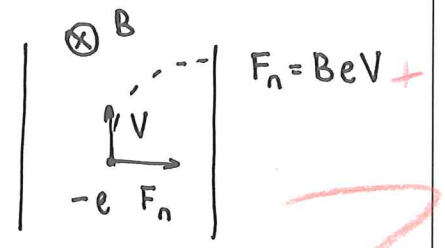
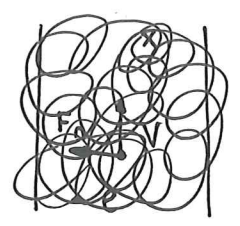
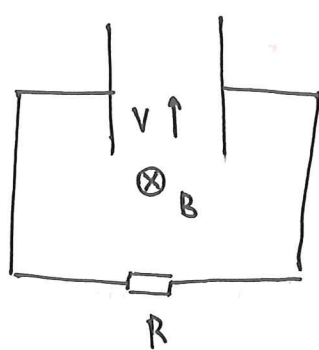
$$b = g \sin \alpha \tau_1 \tau_2 \frac{\tau_2 - \tau_1}{\tau_2 - \tau_1} \ominus$$

$$\ominus g_4 \cdot 2 \cdot \frac{0,49}{1} = g_2 \cdot \frac{49}{100} \ominus$$

$$\frac{49}{245}$$

$$\ominus \frac{49}{20} = \frac{245}{100} = \boxed{2,45 \mu}$$

3.3.3 R d B P_m



$$BeV = \frac{V^2}{R_0} m$$

$$V/R_0 = \frac{Be}{m}$$

$$R_0 = \frac{mV}{Be}$$

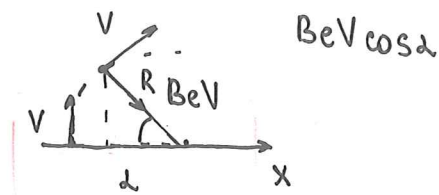
для всех частиц радиусе окружности, по которой они движется одинаковой

$P_m = RI^2$ ~~.....~~ $I = \sqrt{\frac{P_m}{R}}$ $U = IR = \sqrt{P_m R}$ ✓
 удельная работа по переносу
 частицы

~~.....~~
~~.....~~

~~.....~~

~~.....~~



$x = R(1 - \cos \alpha)$ ~~.....~~ $dx = R_0(-d \cos \alpha)$

$BeV \cos \alpha dx = BeV R_0 (-\cos \alpha d \cos \alpha)$

$A_e = - \int_0^2 BV \cdot R_0 \cos \alpha d \cos \alpha = -BVR_0 \frac{\cos^2 \alpha}{2}$

чтобы P_m было max $R = d \Rightarrow A_e = BVd/2$

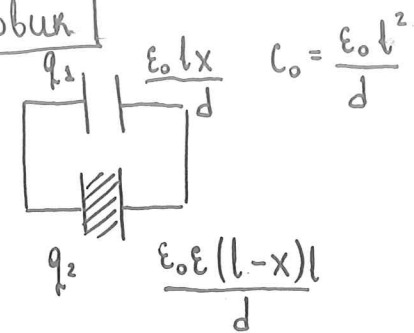
$\frac{BVd}{2} = \sqrt{P_m R}$

$V = \frac{2\sqrt{P_m R}}{Bd} = \frac{2 \cdot \sqrt{10^{-3} \cdot 10^{-1} \cdot 4}}{1 \cdot 40 \cdot 10^{-2}} \text{ м/с}$

$\Rightarrow \frac{1}{10} = 0.1 \text{ м/с} = \boxed{10 \text{ см/с}}$

Исходник

терновик



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

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

$q_1 + q_2 = U_0 \frac{\epsilon_0 l^2}{d}$

$q_2 \left(1 + \frac{x}{(l-x)\epsilon}\right) = U_0 \frac{\epsilon_0 l^2}{d}$

$q_2 \left(\frac{l\epsilon + x(1-\epsilon)}{(l-x)\epsilon}\right) = U_0 \frac{\epsilon_0 l^2}{d}$

$q_2 = \frac{U_0 \epsilon_0 l^2 (l-x)\epsilon}{d (l + x \frac{1-\epsilon}{\epsilon})} \cdot \frac{1}{\epsilon} =$

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

$\approx \frac{U_0 \epsilon_0 l^2}{d} \frac{l-x}{l}$

$q_1 = \frac{U_0 \epsilon_0 l^2}{d} \frac{x}{l\epsilon}$

$q_1 + q_2 = \frac{U_0 \epsilon_0 l}{d} \left(1 + x \left(\frac{1}{\epsilon} - 1\right)\right) =$
 $= \frac{U_0 \epsilon_0 l}{d} \frac{\epsilon l + x(1-\epsilon)}{\epsilon}$

$\Rightarrow \frac{U_0 \epsilon_0 l^2}{d} \left(1 - \frac{x}{l} \frac{\epsilon-1}{\epsilon}\right) \text{ м/с}$

$\Rightarrow \frac{U_0 \epsilon_0 l}{d} \left(1 - x \frac{\epsilon-1}{\epsilon}\right)$

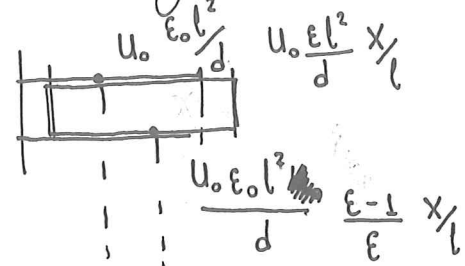


$$U_0/d - \frac{q_+}{\epsilon_0 l^2} = U_0/d \epsilon$$

$$q_+ = \frac{\epsilon_0 l^2 U_0}{d} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}$$

↑ индуцированный заряд

Скажем, что при колебаниях заряд не успевает перераспределиться



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

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

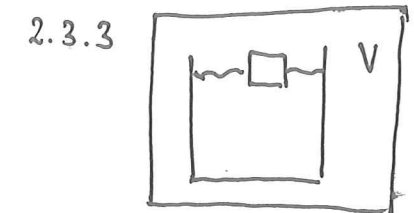
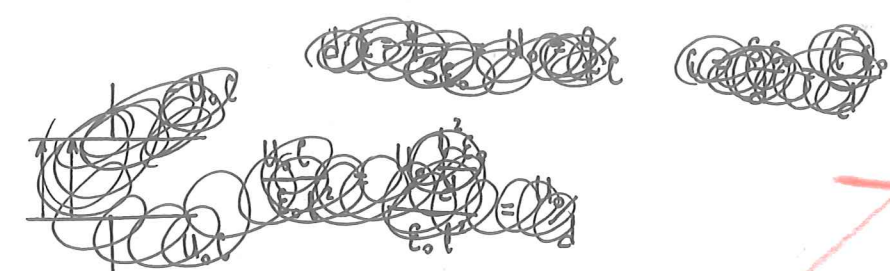
$$q_+ = \frac{(l-x) \epsilon \epsilon_0 l}{d} \cdot \frac{1}{2 \epsilon_0 \epsilon (l-x)}$$

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

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

95-65-39-08 (3.2)

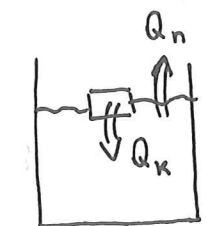
Тепловик



Δm λ_k Γ_n μ
 $V \gg V_{\text{сосуда}}$, поэтому в дальнейшем применим $V_{\text{сосуда}}$

$$p_{\text{нас}} V = \frac{m_{\text{пара}}}{\mu} RT \quad m_{\text{пара}} = \frac{p_{\text{нас}} V \mu}{RT}$$

$m_{\text{пара}} = m_{\text{испорившейся воды}}$



$Q_k = \lambda_k \Delta m$
 $Q_n = \Gamma_n m_{\text{испорившейся воды}} = \Gamma_n m_{\text{пара}}$
 Урн. теплового баланса:

$$Q_k = Q_n$$

$$\lambda_k \Delta m = \Gamma_n \cdot \frac{p_{\text{нас}} V \mu}{RT}$$

$$p_{\text{нас}} = \frac{\lambda_k \Delta m R T}{\Gamma_n \mu V}$$

$$\approx \frac{3,3 \cdot 10^5}{2,3 \cdot 10^6} \cdot \frac{1 \cdot 8,3 \cdot 273}{18 \cdot 10^{-3} \cdot 30}$$

$$\approx \frac{10^3 \cdot 3,3 \cdot 8,3 \cdot 273}{23 \cdot 18 \cdot 30} = \frac{11}{23} \cdot \frac{91}{18} \cdot \frac{91}{3}$$

$$p_{\text{нас}} = \frac{83083}{138} \text{ Па}$$

нет конденсата в сосудах

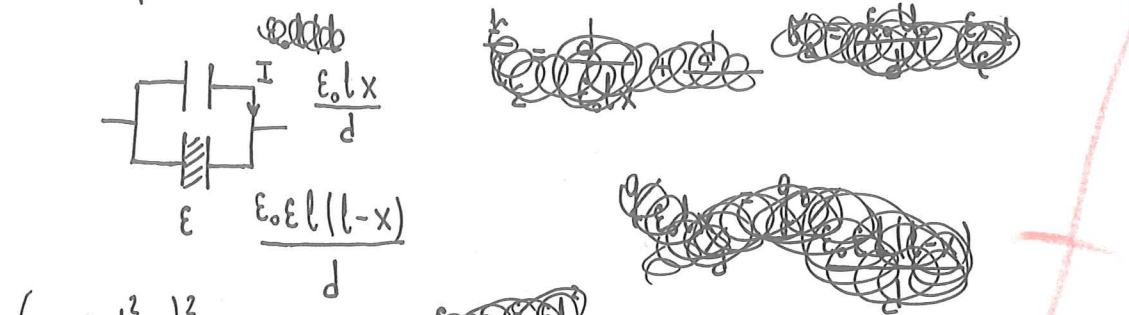
273 | 3
- 27 | 91
03

2 83 7553 1
83 91 1 11 23
183 7553 7553 6
747 7553 83083 138
7553

Черновик

$$\frac{q_{\Delta}}{\epsilon_0 l^2} = U_0 \frac{d}{\epsilon} - U_0 \frac{d}{\epsilon} = U_0 \frac{d}{\epsilon} \frac{\epsilon-1}{\epsilon}$$

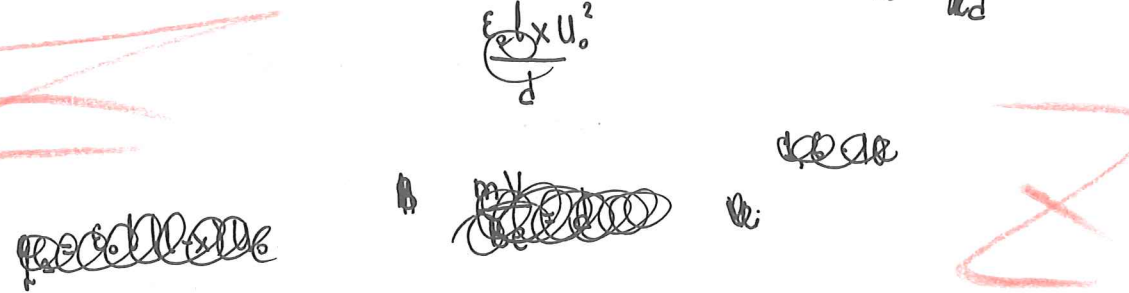
$$q_{\Delta} = \frac{\epsilon_0 l^2 U_0}{d} \frac{\epsilon-1}{\epsilon}$$



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

$$l-x+x$$

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

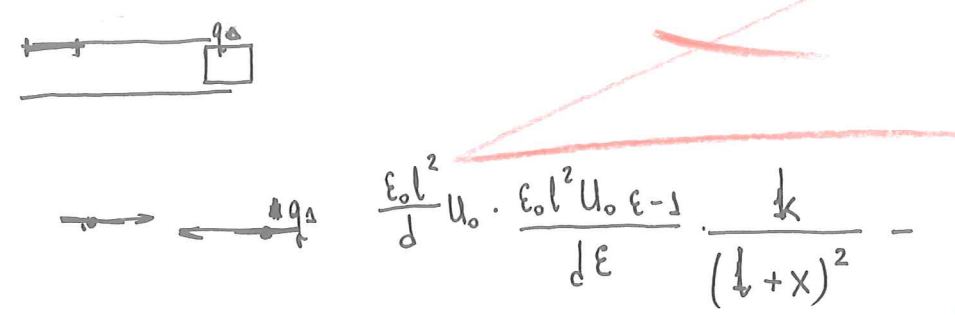


$$V = \frac{Q^2}{2C} = \dots$$

$$\frac{(\epsilon_0 l^2 U_0 \frac{\epsilon-1}{\epsilon})^2 d}{2 \epsilon_0 \epsilon l (l-x)} + \dots = 10^{-3} \cdot 10^{-2} = 10^{-5}$$

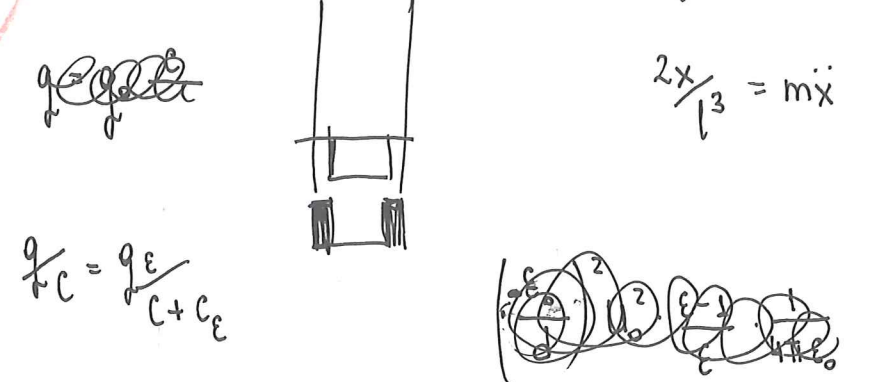
$$\frac{d}{\epsilon_0 \epsilon (l-x)} - \frac{d}{\epsilon_0 \epsilon l^2} = \frac{d \epsilon_0 \epsilon l^2 + d \epsilon_0 \epsilon l x - d \epsilon_0 \epsilon l^2}{\epsilon_0 \epsilon l^3} = \frac{d \epsilon_0 \epsilon l x}{\epsilon_0 \epsilon l^3} = \frac{d \epsilon_0 \epsilon x}{\epsilon_0 \epsilon l^2}$$

Черновик



$$\sigma_{\Delta} = \frac{\epsilon_0 U_0 \epsilon - 1}{d \epsilon}$$

$$q = \frac{\epsilon_0 U_0 \epsilon - 1}{d \epsilon} (l-x) l$$



$$\frac{q^2}{2C} = \frac{(l-x)^2 l^2}{2 \frac{\epsilon_0 \epsilon l (l-x)}{d}} - \frac{l^4}{2 \frac{\epsilon_0 \epsilon l^2}{d}} = \frac{(\frac{\epsilon_0 U_0 \epsilon - 1}{d \epsilon})^2 x}{2 \frac{\epsilon_0 \epsilon l x}{d}}$$

$$= (l-x) - \frac{1}{2}$$

$$q = \frac{q_{\epsilon} C}{C + C_{\epsilon}} = \dots$$

$$\frac{U_0^2 \epsilon_0 \epsilon l x}{2} = \frac{m x^2}{2}$$

611
-138
4888
1833
61118
88318

83083 | 138
83083

611
-138
4888
1833
61118
83318