



11 мая 16:32

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

Вариант 3

Место проведения Москва  
город

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

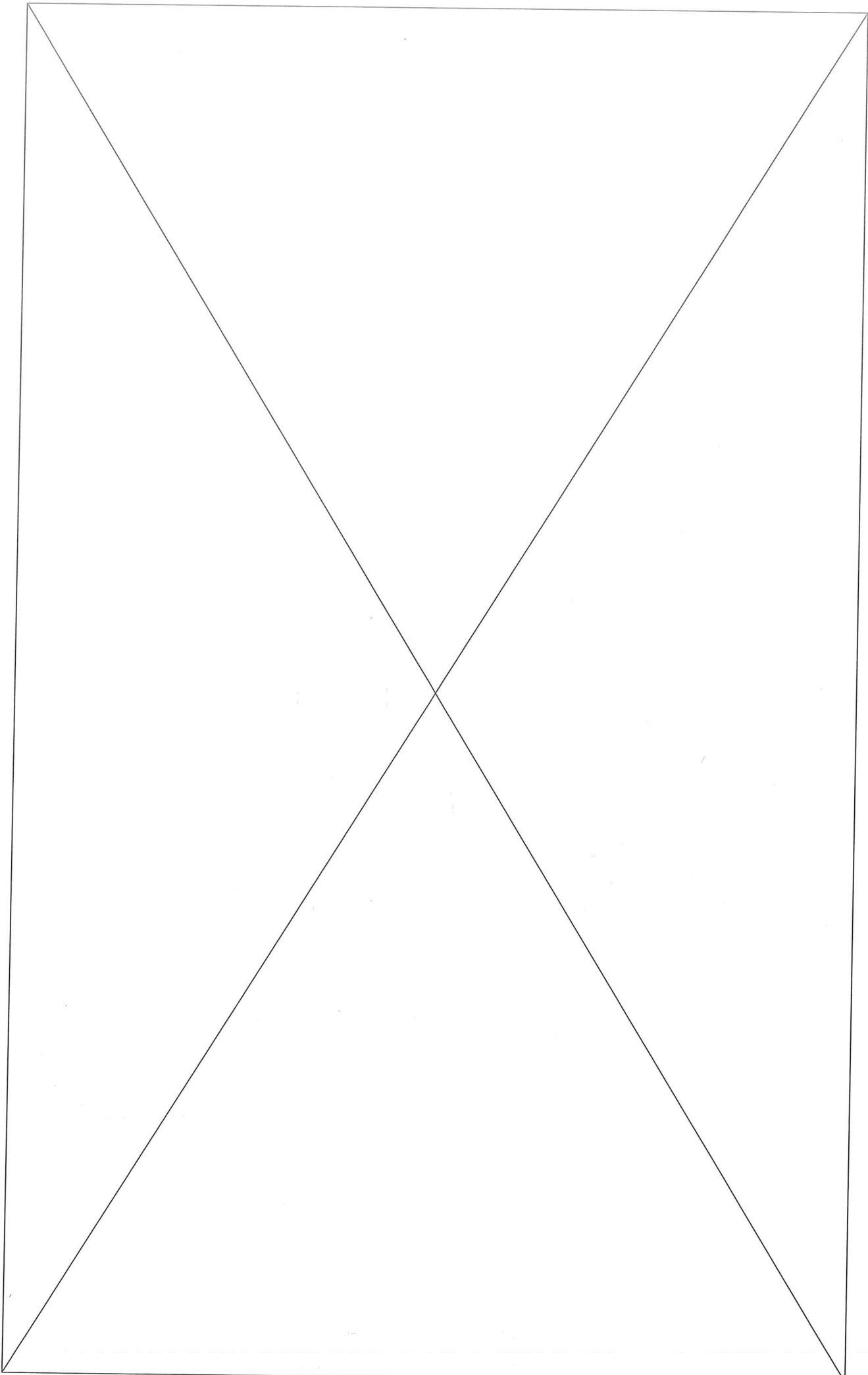
Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

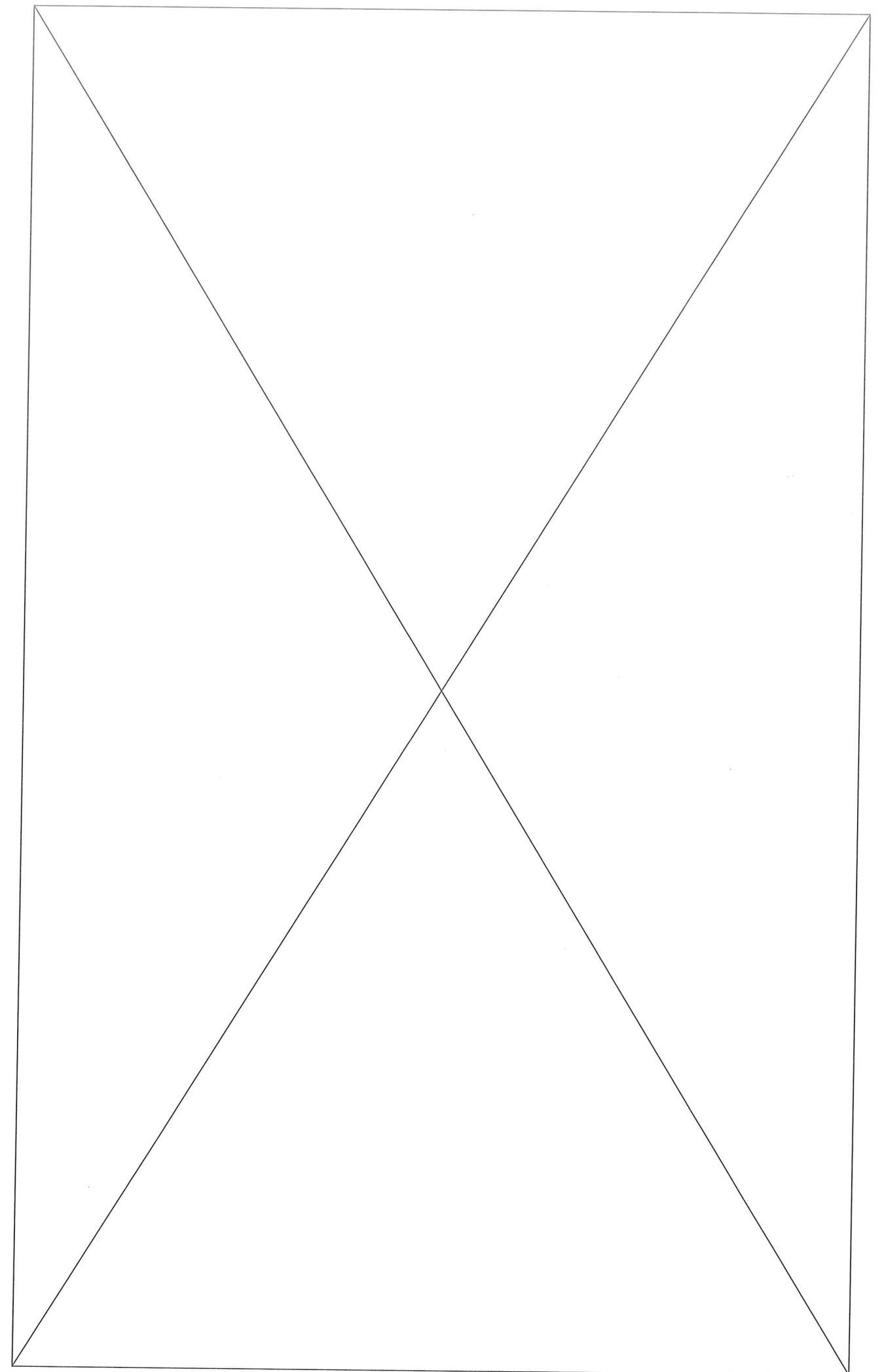
Новиковой Дарьи Алексеевны  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«13» февраля 2026 года

Подпись участника

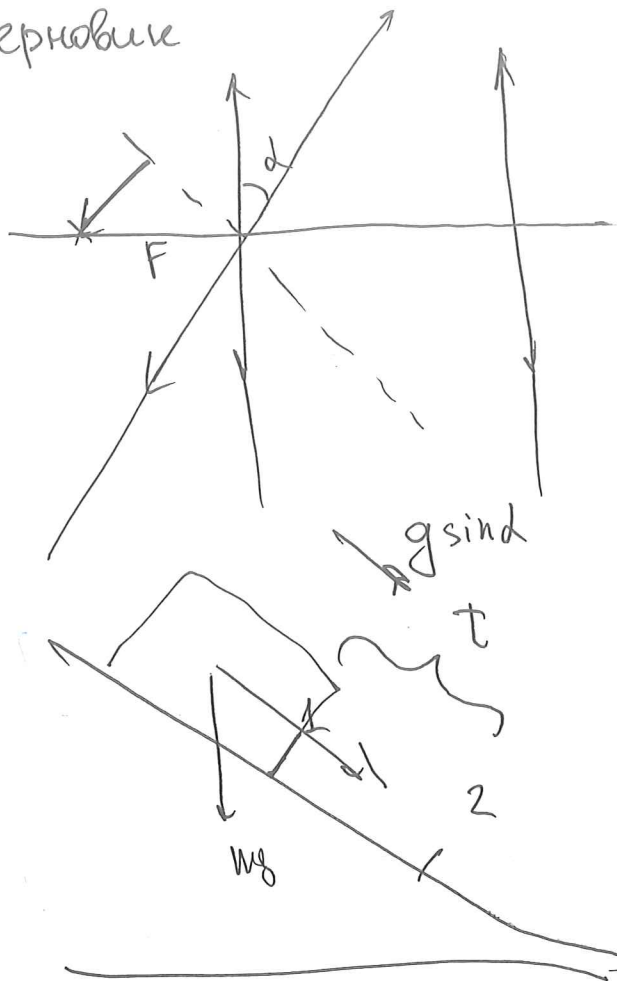


Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик

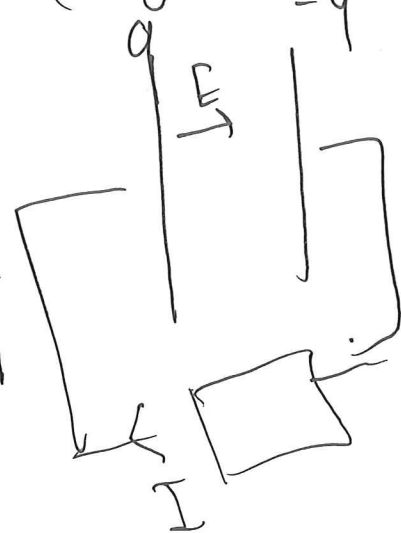


$V_0 + gT \sin \alpha$

$l = V_0 T_1 + \frac{gT_1^2 \sin \alpha}{2}$

$l = (V_0 + gT \sin \alpha) T_2 + gT_2^2$

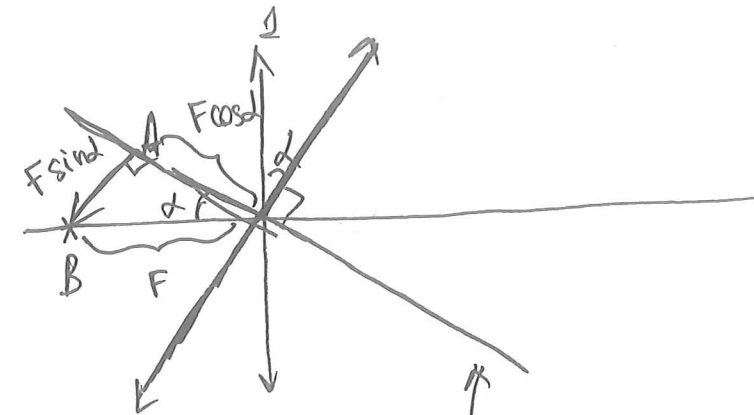
$\frac{Q}{\cos \alpha} + E = VB$



$\frac{Q}{\cos \alpha} + Ed + q'R = 0$   
 $q' \rightarrow \max$

гелисрр  
 N 4.10.3

Чистовик



Рассм. цодр. прегмена АВ. АВ ⊥ Г.О.О наклонённой линзы

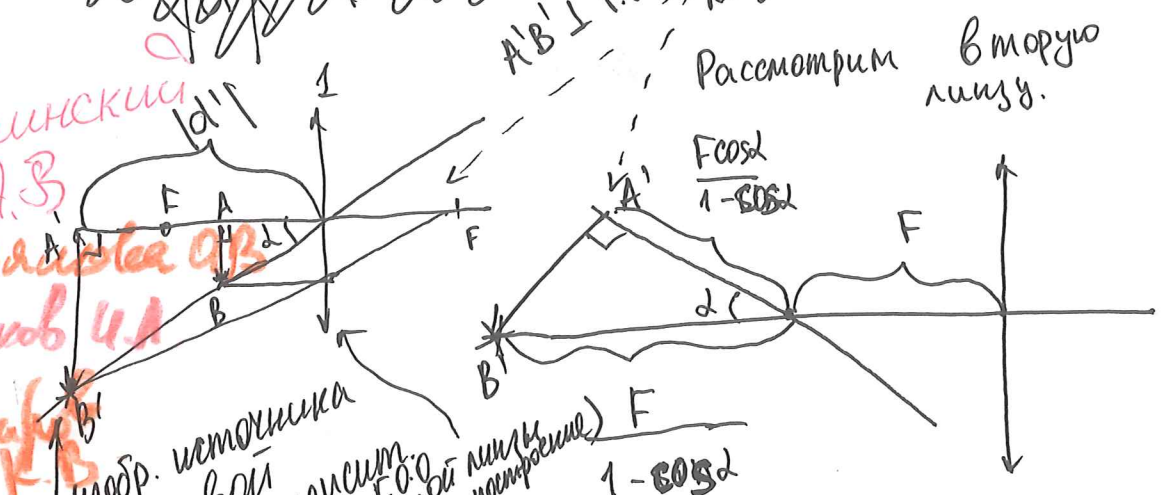
Формула тонкой линзы: (для первой линзы)

$\frac{1}{F} = \frac{1}{F \cos \alpha} + \frac{1}{d'}$

$d' = \frac{F^2 \cos \alpha}{F \cos \alpha - F} = \frac{F \cos \alpha}{\cos \alpha - 1} < 0$

- цодр. мнимое

15-47-03-03 (3.11)  
 83  
 8  
 А.В.  
 15  
 20  
 10

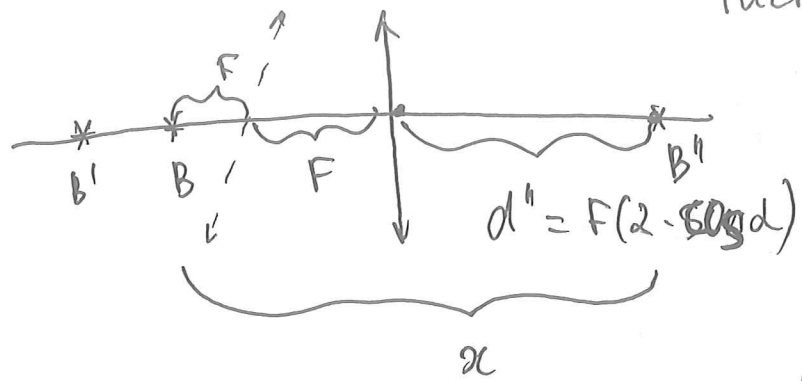


Рассмотрим вторую линзу.

Для м. В'':  $\frac{1}{F} = \frac{1}{F + \frac{F}{1 - \cos \alpha}} + \frac{1}{d''}$

$d'' = \frac{F(1 + \frac{1}{1 - \cos \alpha})}{1 - \cos \alpha} = \frac{F(2 - \cos \alpha)}{1 - \cos \alpha} > 0$

Чистовик



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

$$x = 4F - F \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{4F - x}{F}$$

$$\alpha = \arcsin \left( \frac{4F - x}{F} \right) = \arcsin \left( \frac{30 - 23,5}{7,5} \right) = \arcsin \frac{65}{75} = \arcsin \frac{13}{15}$$

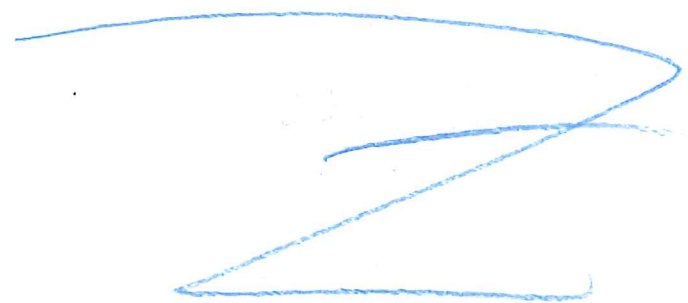
Ответ:  $\arcsin \frac{13}{15}$

$$x = 2F + 2F - F \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{4F - x}{F} \Rightarrow \alpha = \arccos \left( \frac{4F - x}{F} \right) = \arccos \left( \frac{4 \cdot 7,5 - 23,5}{7,5} \right) = \arccos \left( \frac{30 - 23,5}{7,5} \right) = \arccos \frac{13}{15}$$

Ответ:  $\arccos \frac{13}{15}$

205



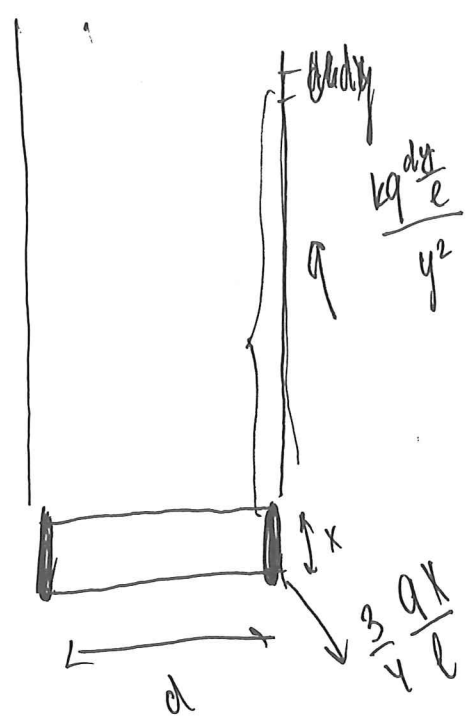
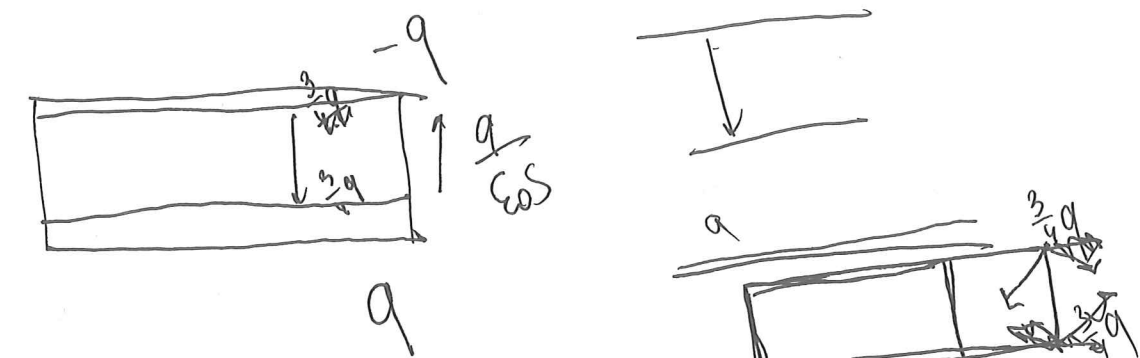
Черновик

$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} = 426$   
 $U_{\max} = \frac{Q_{\max}}{C} = 236$

$913 - 91 = 8217$   
 $83083 \div 8281 = 138$   
 $83083 - 8281 \cdot 138 = 283$   
 $283 - 276 = 7$

$11 \cdot 83 = 913$   
 $11 \cdot 83 \cdot 91 = 23613 \approx 236$

Черновик



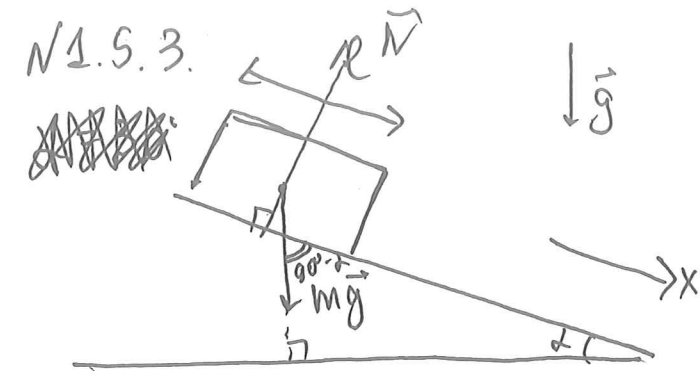
$$m\ddot{x} + \frac{k(\epsilon_0 l^2)}{d} x = 0$$

$$\epsilon_0 l^2 \frac{d^2}{dt^2} = C$$

$$\frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\epsilon_0 l^2}{d^2}$$

15-47-03-03  
(3.11)

№1.5.3.



Чистовик  
Пусть длина бруска - l, масса бруска - q.

Введем OX || накл. пл-ти.

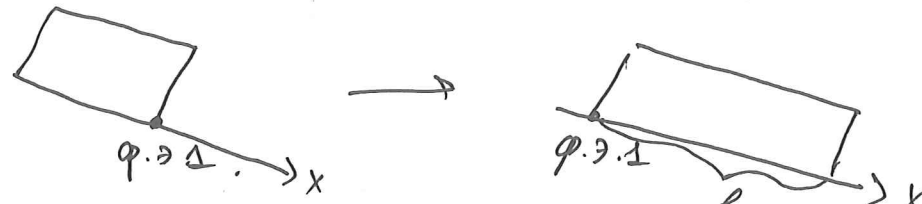
II закон Ньютона:

$$ma_x = mg \sin \alpha$$

(закон пов-ть, трения нет)

$$a_x = g \sin \alpha \Rightarrow \text{пост. ускор.} \Rightarrow \text{равноускор. движ. вдоль OX.}$$

пусть в момент начала перекрывания первого фотозлемента скорость бруска равна  $V_x = V_0$ .  
Интервал перекрывания первого фотозлемента: правый край бруска прошел расст. l



$$OX: l = V_0 T_1 + \frac{a_x T_1^2}{2} = V_0 T_1 + \frac{g \sin \alpha \cdot T_1^2}{2}$$

В момент начала перекрывания второго фотозлемента скорость бруска:

$$V_0^* = V_0 + a_x T = V_0 + g T \sin \alpha$$

Интервал перекрывания второго фотозлемента аналогично первому:  
время от нач. перекр. первого фотозлемента до нач. перекр. второго фотозлемента

$$l = V_0^* T_2 + \frac{a_x T_2^2}{2}$$

второго ф.э.

$$\begin{cases} L = (V_0 + gT \sin \alpha) T_2 + \frac{gT_2^2 \sin \alpha}{2} \\ L = V_0 T_1 + \frac{gT_1^2 \sin \alpha}{2} \end{cases} \text{ Чистовик}$$

$$V_0 = \frac{L - \frac{gT_1^2 \sin \alpha}{2}}{T_1}$$

$$L = \left( \frac{L}{T_1} - \frac{gT_1 \sin \alpha}{2} + gT \sin \alpha \right) T_2 + \frac{gT_2^2 \sin \alpha}{2}$$

$$L \left( 1 - \frac{T_2}{T_1} \right) = \left( g \sin \alpha \left( T - \frac{T_1}{2} \right) + \frac{gT_2^2 \sin \alpha}{2} \right)$$

$$= gT_2 \sin \alpha \left( T - \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} \right)$$

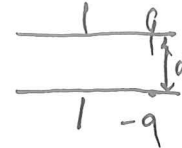
$$L = \frac{gT_1 T_2 \sin \alpha \left( T - \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} \right)}{T_1 - T_2}$$

$$= \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1 \text{с} \cdot 2 \text{с} \cdot \frac{1}{2} \cdot (0,51 - 1 + 0,5) \text{с}}{1 \text{с}} =$$

$$= \frac{10 \cdot 2 \cdot 0,01}{2} \text{ м} = 0,1 \text{ м} = 10 \text{ см}$$

Ответ: 10 см

№5.23.



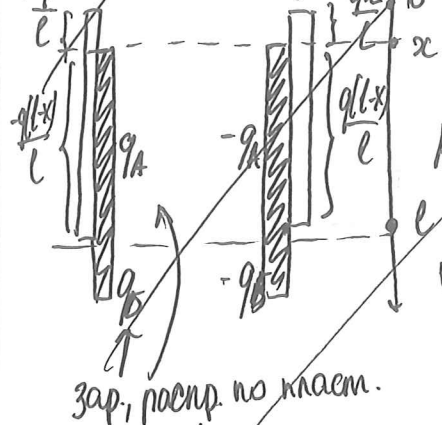
Пластины, площади  $l^2$ -квдр. Заряд до  $l$ .

Заряд на кажд. из пластин.

$$q = Cl = \frac{\epsilon_0 l^2}{d} \text{ Кл}$$

Чистовик

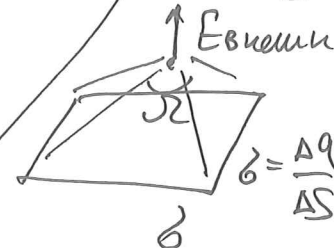
Вставим диэлектрик



Заряд на д.м. распредел.

так, что  $E_{внутр} = \frac{E_{внешн}}{\epsilon}$

$E_{внешн}$



$$\delta = \frac{\Delta q}{\Delta S}$$

$$E_{внешн} = k \frac{q}{l^2}$$

А)  $E_{внешн} = \frac{q}{l^2 \epsilon_0} = \frac{q}{l^2 \epsilon_0} \quad (\Omega = 2\pi)$

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

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

Б)  $E_{внешн} = \frac{\delta}{2 \epsilon_0}$

$$-\frac{q_B}{x^2 \epsilon_0} + \frac{q}{2l^2 \epsilon_0} = \frac{q}{2 \epsilon l^2 \epsilon_0}$$

$$q_B = q \frac{x^2}{2l^2} \left( \frac{1}{\epsilon} 1 - \frac{1}{\epsilon} \right)$$

т.к.  $d \gg x$ , можно считать, что на 1 площадку диэлектрика действует только пластина

см. программ. данные

$\Omega = \pi$   
(поле созд. неподвиж. зар. на-ми)

Чистовик

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

$$= \frac{3,3 \cdot 8,3 \cdot 273 \cdot 10}{2,3 \cdot 18 \cdot 3} \text{ Па} =$$

$$= \frac{11 \cdot 8,3 \cdot 273}{2,3 \cdot 18} \text{ Па} = \frac{11 \cdot 8,3 \cdot 91}{2,3 \cdot 6} \text{ Па} =$$

8,3  
x 11  
-----  
183  
83  
-----  
91,3

6  
x 2,3  
-----  
13,8

91,3  
x 91  
-----  
8217  
8308,3

91,3  
x 7  
-----  
639,1

91,3  
x 7  
-----  
639,1

91,3  
x 7  
-----  
639,1

8308,3 / 13,8 ≈ 602,05 Па ≈ 602 Па

83083 / 138 ≈ 602,05 Па ≈ 602 Па

83083 / 138 ≈ 602,05 Па ≈ 602 Па

83083 / 138 ≈ 602,05 Па ≈ 602 Па

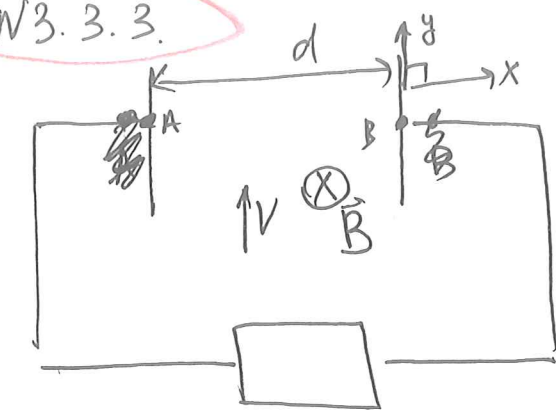
Грубая  
оценка:  
91 = 7 · 13  
7 · 91,3 Па ≈  
≈ 640 Па

Ответ: 602 Па

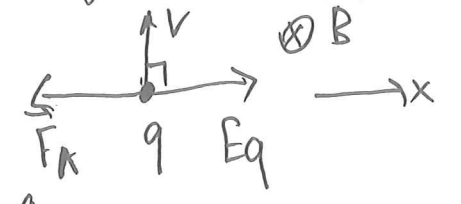
Зачем решать верно

15-47-03-03  
(11)

№3.3.3.



Чистовик  
В проводящ. пластинке  
возник. электростатич.  
расст. заряд q (> 0)  
в дв. пластинках.



II закон Ньютона: зар. движ. вдоль Oy

$$m a_x = 0 = E q - F_k =$$

$$= E q - q V B \Leftrightarrow E = V B$$

по пр. левой руки

Тогда напряжение между двумя пластинками:

$$\varphi_A - \varphi_B = E \cdot d = V B d \leftarrow \text{га}$$

|| const

При данных условиях выделяется максимальная мощность на резисторе.

$$P_m = \frac{U_R^2}{R} \rightarrow \max$$

Рез. Пусть в цепи выделяется макс. мощность на элементе R. Если этот X - это резистор между пластинками.

2-е правило Кирхгофа:



$$U = U_x + U_R$$

$$P_m = U_R I = \frac{(U - U_x) U_R}{R} = \frac{U_R^2}{R} = \frac{(U - U_x)^2}{R} \rightarrow \max \Rightarrow U_x = 0$$

тогда U\_x = 0

$U_x = 0 \Rightarrow P_m = \frac{U^2}{R} = \frac{(Bvd)^2}{R} \Rightarrow$  *числовик*

$$V = \frac{\sqrt{P_m R}}{Bd} = \frac{\sqrt{2 \cdot 10^{-2} \text{ Вт} \cdot 0,4 \text{ Ом}}}{1 \text{ Тл} \cdot 0,4 \text{ м}} =$$

$$= \frac{2 \cdot 10^{-2}}{0,4} \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{0,2}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 0,05 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 5 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

*ответ неправильный*

~~2)  $U_x \neq 0$   
или  $U_x = I r$~~

~~$P_m = (U - I r)^2 / R \rightarrow \max$   
 $U - \frac{U}{r+R} r \rightarrow \max$~~

~~$(R-r)^2 - (2r+2r)r = 0$   
 $\frac{r}{(R+r)^2} \rightarrow \min$~~

~~$P_m = \frac{U^2}{R}$~~

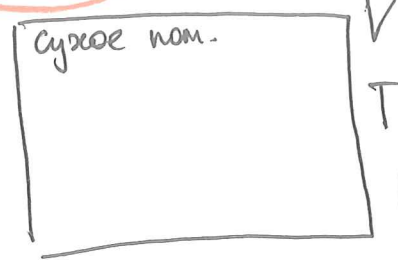
*В решении учтено, что есть дот эл-т на котором будет выделять дот. мощность. Но эта мощность пошита на кибрно.  $\Rightarrow$  неверный ответ*

*В остальном физ. з-ны и урав-я правильные.*

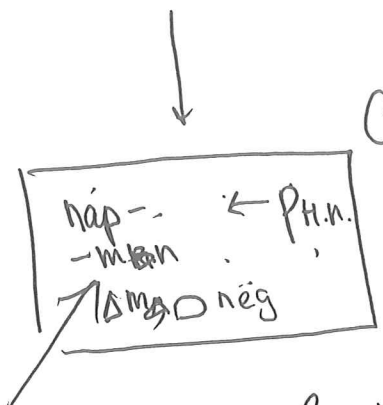
**155**

**№ 3. 3**

*числовик*



$T = 273 \text{ K} = 0^\circ \text{C}$   
БЫЛО : лёд и вода - при  $0^\circ$



Стало : часть воды преврат. в пар, часть воды преврат. в лёд

Пусть масса вод. пара-мвп, масса льда -  $\Delta m$  при  $0^\circ$

Уравн. теплового баланса:

$r_n \cdot m_{вп} - \lambda \cdot \Delta m = 0$

*лёд "отдал" тепло на испарение*

$m_{вп} = \frac{\lambda \Delta m}{r_n}$

Уравнение состояния для вод. пара:

$pV = \nu RT = \frac{m}{M} RT$

$p_{нп} \cdot V = \frac{m_{вп}}{M} RT$

$\ominus 273 \text{ K}$ , есть лёд

$$p_{нп} = \frac{\lambda \Delta m RT}{V M r_n} = \frac{3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 1 \text{ кг} \cdot 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}}{30 \text{ м}^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 2,1 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}$$

$\frac{1}{3}$

II з. М.: ОФХ: Чистовик

$$m\ddot{x} = \sum F_{ix} = -\frac{kq_1(q-q_1)}{(l-x)^2} + \frac{kq_1(q-q_1)}{2\epsilon(l-x)^2} =$$

$$= \frac{kq_1q}{l^2} \left( 1 + \frac{1}{2\epsilon} - 1 - \frac{1}{\epsilon} \right) =$$

$$= \frac{kq_1q}{l^2} \left( \frac{1}{2\epsilon} - 1 \right) = k \frac{x}{(x+\epsilon(l-x))^2} q^2$$

$$\left( \frac{1}{2\epsilon} - 1 \right)$$

$$m\ddot{x} + \frac{kq^2 x}{\epsilon l^3} \left( -\frac{1}{2\epsilon} + 1 \right) = 0 \text{ - ур-е колеб.}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{1 \cdot q^2 \left( \frac{1}{2\epsilon} + 1 \right)}{4\pi\epsilon_0 \cdot \epsilon l^3 m}} =$$

$$= \frac{q}{\epsilon} \sqrt{\frac{-1+2\epsilon}{8\pi\epsilon_0 m l^3}} = \frac{\epsilon_0 k \frac{1}{2} U_0}{\epsilon} \sqrt{\frac{(2\epsilon-1)L}{8\pi\epsilon_0 m}}$$

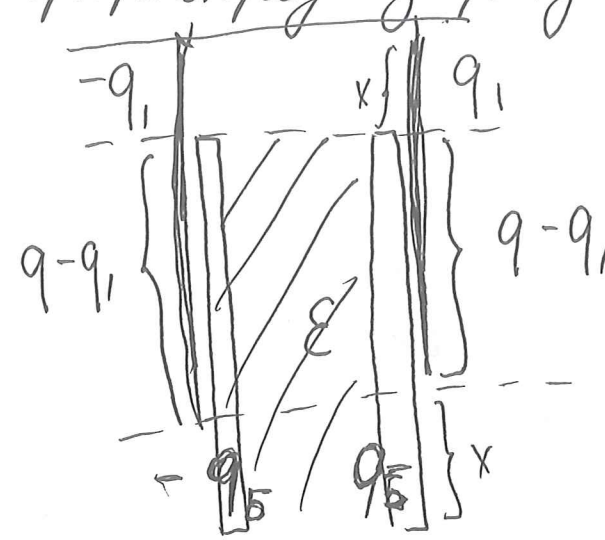
$$\frac{4\pi^2}{T^2} \cdot \frac{(\epsilon d)^2}{\epsilon l^3} \cdot 8\pi\epsilon_0 m = l =$$

7

15-47-03-03 (с.11)

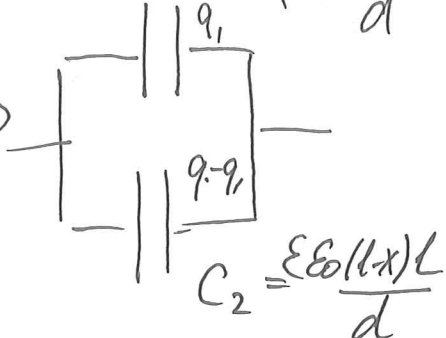
N5.2.3. продолж. Чистовик

Вставили диэлектрик, но пласт. перераспред. заряд.



$$\epsilon_{\text{отпл. пласт.}} = \frac{q}{2\epsilon_0 S_{\text{пласт.}}}$$

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 x l}{d}$$



$$U' = \frac{q_1}{C_1} = \frac{q-q_1}{C_2}$$

$$q_1 \left( \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right) = \frac{q}{C_2} \Leftrightarrow q_1 = q \frac{\epsilon C_1}{C_1 + C_2} =$$

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

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

$\neq q$  - из-за

Рассм. внешн. часть диэлектрика.

Внешн. В ней поле:  $\frac{\epsilon_{\text{внешн}}}{\epsilon}$



$$\epsilon_{\text{внешн}} = k_0 \cdot \frac{q}{r} \text{ при малом } x$$

