



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Самара  
горд

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

Карацубой Ниши Сергеевны  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

+1 лист  
выход 18<sup>30</sup>  
возвращение 18<sup>41</sup>

Дата  
«13» 02 2026 года

Подпись участника  
[Signature]

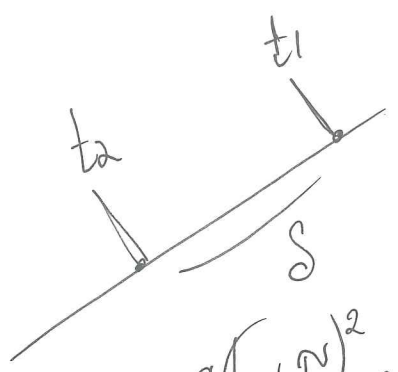
Черновик

$$\frac{RI^2}{(R+N)^2}$$

~~$$RI^2 (R+N)^2$$~~

~~$$(R+N)^2 = 2R(R+N)^{-3}$$~~

~~$$2R = R+N$$~~

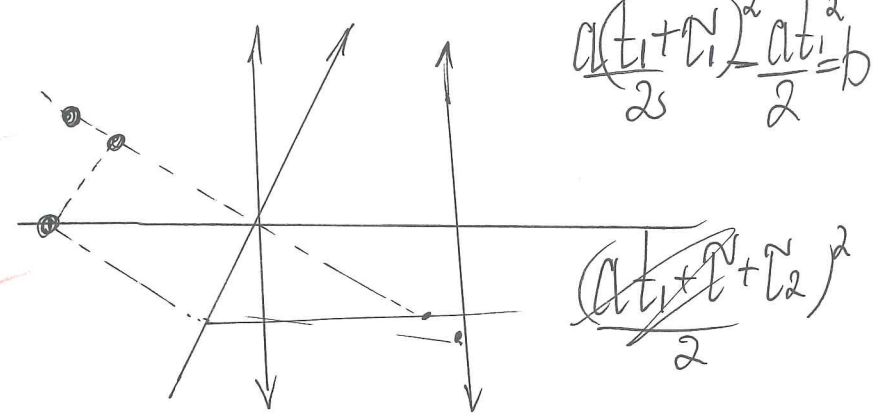


~~$$\frac{at_1^2}{2}$$~~

$$\frac{a(t_1+v)^2}{2} - \frac{at_1^2}{2} = S$$

$$\frac{at_2^2}{2} - \frac{at_1^2}{2} = S$$

$$t_2 = t_1 + \tau$$



$$\frac{a(t_1+v)^2}{2} - \frac{at_1^2}{2} = b$$

~~$$\frac{a(t_1+v+t_2)^2}{2}$$~~

~~$$\frac{a(t_1+v)^2}{2}$$~~

$$\frac{a(t_1+v)^2}{2} - \frac{at_1^2}{2} = b$$

$$\frac{a(t_1+v+t_2)^2}{2} - \frac{a(t_1+v)^2}{2} = b$$

27-69-01-67  
(2.15)

Черновик

1	2	3	4	5	Σ
10	19	25	24	4	82

№3.3.2s

$$R_s = 0,4 \Omega$$

$$d = 0,4 \mu$$

$$V = 0,1 \mu / e$$

$$P_m = 10^{-3} \text{ Вт}$$

В-?

Д Что происходит?  
 На заряженные частицы действует сила Лоренца - магнитная сила.

$$F = qBV$$

что стремится отклонить заряженные частицы в 1 направлении скорости направления возникает кинематическая составляющая силы Лоренца:

$$E_d = qBV$$

U - напряжение между обкладками =  $E_d$

$$U = dBV$$

2s P выделяющееся на резисторе

как  $P = RI^2$

$$I = \frac{U}{R+N}$$

где N - внутреннее сопротивление (+)

$$P = \frac{R U^2}{(R+N)^2}$$

$$\dot{P} = U^2 ((R+N)^{-2} - 2R(R+N)^{-3})$$

$$\Rightarrow N = R \quad (+)$$

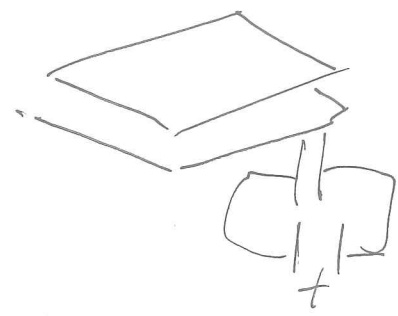
$$P_m = \frac{U^2 R_s}{4R_s} = \frac{(BVd)^2}{4R_s}$$

$$B = \sqrt{\frac{P_m 4R_s}{(Vd)^2}} = \sqrt{\frac{10^{-3} \cdot 4 \cdot 4 \cdot 10^{-12}}{1 \cdot 10^{-2} \cdot 16 \cdot 10^{-2}}} = 1 \text{ Тл } \oplus$$



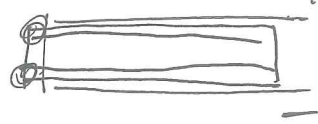
Черновики

1.  $1 \cdot 10^{-2} \cdot 4 \cdot 16 \cdot 10^{-2}$

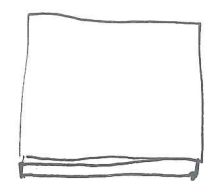


$$\frac{2b}{a} = \cancel{2t_1 \epsilon_1} + \epsilon_1^2 \cancel{2t_2}$$

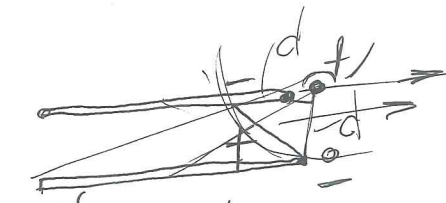
$$\frac{2b}{a} = \cancel{2(t_1 + t_2)} \epsilon_2 + \epsilon_2^2 - \cancel{2t_1 t_2}$$



$$\frac{2b}{a} = 2t_1 \epsilon_1 + \epsilon_1^2$$



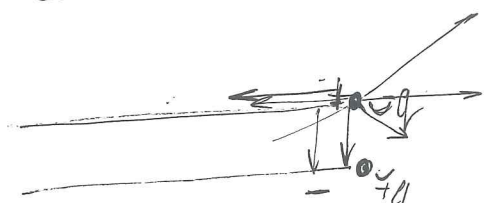
$$\frac{2b}{a} = \epsilon_2^2 - 2t_1 \epsilon_2 - 2t_2 \epsilon_2$$



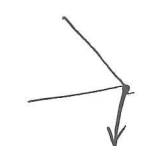
$$\frac{2b}{a} = \epsilon_2^2 - \frac{2b \epsilon_2}{a \epsilon_1} + \frac{2t_1 t_2}{a}$$

$$\frac{\sigma_{одн}}{\epsilon_0} = \frac{\sigma d}{\epsilon_0}$$

$$\epsilon_2^2 - \left(\frac{2b}{a} - \epsilon_1\right) \epsilon_2 - 2t_1 t_2 = \frac{2b}{a} \epsilon_2 - \frac{2b \epsilon_2}{a \epsilon_1} + \epsilon_1 \epsilon_2 - 2t_1 t_2$$

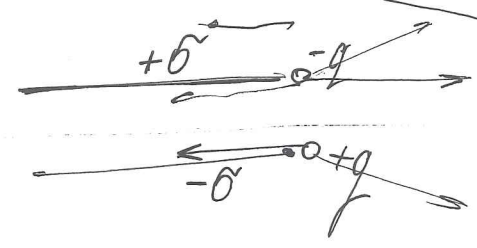


$$\frac{2b}{a} \left(1 + \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}\right) = \epsilon_2^2 + \epsilon_1 \epsilon_2 - 2t_1 t_2$$

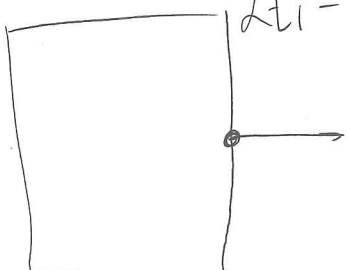


$$a = 2b \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{\epsilon_1}$$

$$\frac{\epsilon_2^2 + \epsilon_1 \epsilon_2 - 2t_1 t_2}{\epsilon_1}$$

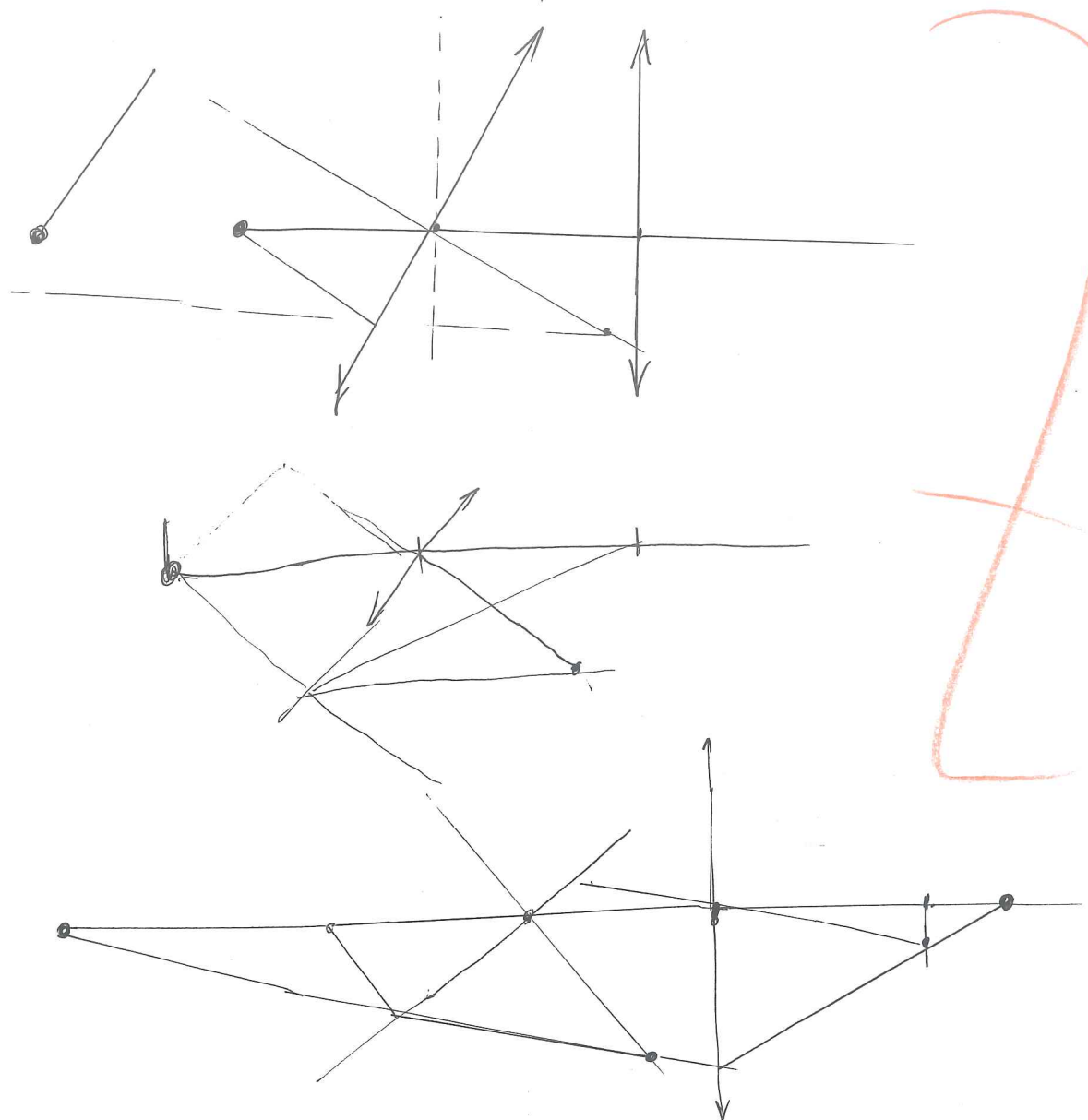


$$2t_1 = \frac{2b}{a \epsilon_1} - \epsilon_1$$



$$\epsilon_2^2 = \frac{2b \epsilon_2}{a \epsilon_1} + \epsilon_2 \epsilon_1 -$$

Черновик

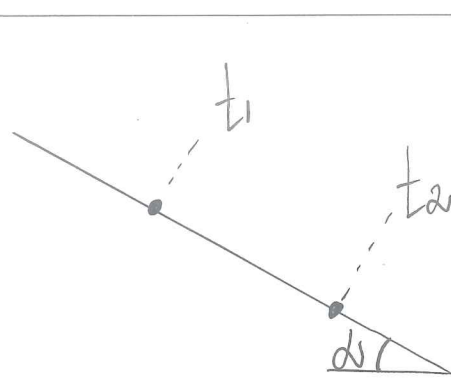


$$\frac{5k \cos^2 \frac{\alpha}{2} dq}{4h \sin^2 \frac{\alpha}{2}}$$

$$\frac{5k \sin^2 \frac{\alpha}{2} dq}{4h \sin^2 \frac{\alpha}{2}}$$

27-69-01-67  
(2.15)

№15.2 Чистовик



$$m_2 = m_1 \sin \alpha_2 + \dots$$

-3-й вариант

2) Задачи кинематические  
 v - д. для движения точки,  
 путь t<sub>1</sub> - некоторое время  
 "вспомогательный" а первый вариант - аи после  
 начала движения: со вторым t<sub>2</sub> = t<sub>1</sub> + t

$$\frac{a(t_1 + t_2)^2}{2} - \frac{at_1^2}{2} = b$$

$$\frac{a(t_1 + t_2 + t_2)^2}{2} - \frac{a(t_1 + t_2)^2}{2} = b$$

- два уравнения - две неизвестные - решаем

$$\frac{2b}{a} = 2t_1 t_2 + t_2^2$$

$$\frac{2b}{a} = t_2^2 - 2t_1 t_2 - 2t_1^2$$

$$a = \frac{2b(1 + \frac{t_2}{t_1})}{t_2^2 + t_1 t_2 - 2t_1^2}$$

$$s = \frac{a}{\arcsin g} = \frac{\arcsin \frac{2b(1 + \frac{t_2}{t_1})}{g(t_2^2 + t_1 t_2 - 2t_1^2)}}{\arcsin \frac{0,2s \cdot 1,5}{10(1 + 2 - 2 \cdot 0,51)}} = \approx \arcsin 0,015$$

Чистовик

№ 2.3.2

1) Уменьшение массы льда в сосуде происходит  
 ввиду зашлетывания теплоты из штепеля  
 вода-лед не испарение/перехода воды  
 в форму водяного пара:

- $\Delta m_{\text{л}} = 1 \text{ кг}$
- $\rho = 18 \cdot 10^{-3} \text{ м}$
- $R = 8,31 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$
- $M = 2,3 \cdot 10^{-2} \text{ кг/моль}$
- $\lambda_k = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$
- $\rho_{\text{нас}} = 611 \text{ кг/м}^3$

$m_{\text{в.п}} = \lambda \Delta m_{\text{л}}$

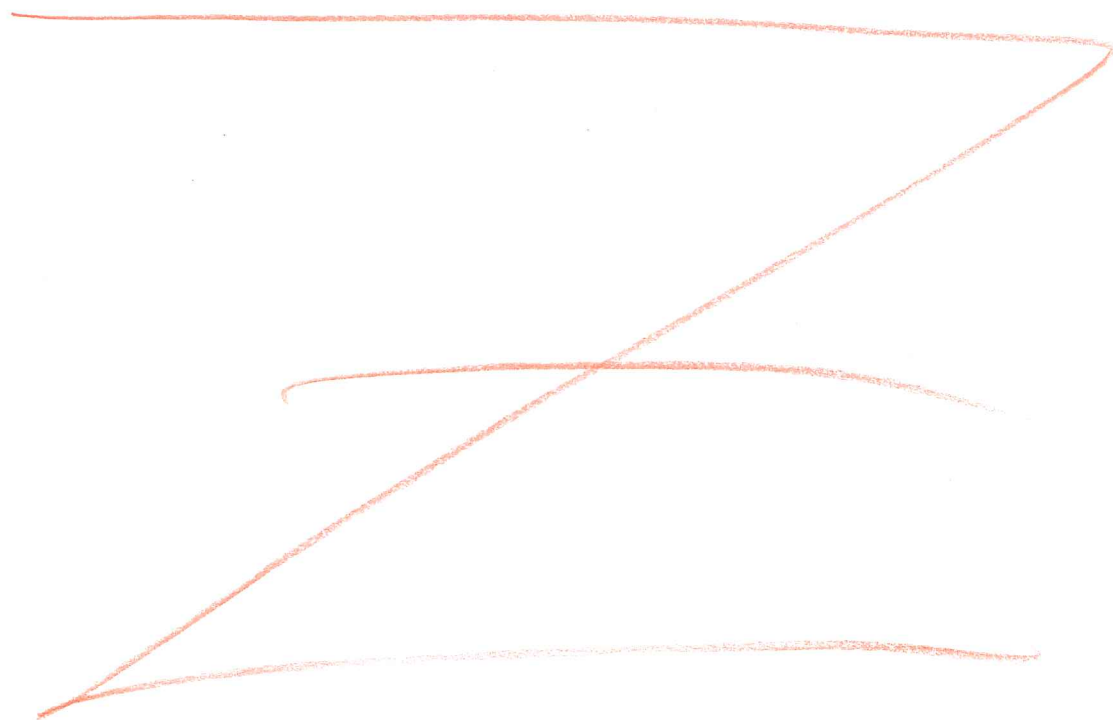
2) Для водяного пара можем  
 писать уравнение идеального газа:

$\rho_{\text{нас}} V = \nu R T$

$\nu = \frac{m_{\text{в.п}}}{M}$

$V = \frac{m_{\text{в.п}} R T}{M \rho_{\text{нас}}} = \frac{3,3 \cdot 10^5 \cdot 1,8 \cdot 3,2 \cdot 3}{2,3 \cdot 10^{-2} \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot 611}$

19



$\epsilon = \frac{\epsilon_0}{\epsilon_0} = \epsilon$

Черновик

$\frac{1}{F} = \frac{1}{F \cos 30} + \frac{1}{F \sin 30}$

$\frac{z}{1 - \cos 30} = \frac{F(2 - \cos 30)}{1 - \cos 30}$

$\frac{F}{1 - \cos 30}$

$\frac{1}{F \cos 30} - \frac{1}{F} = \frac{1}{F}$

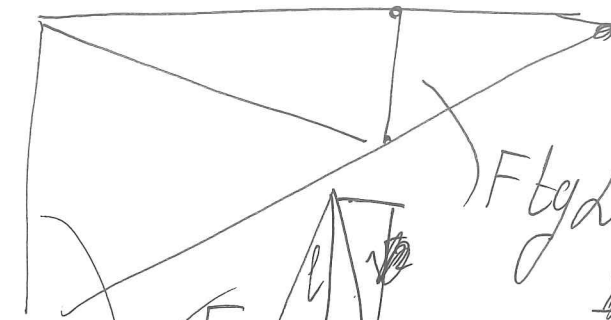
$\frac{q_0 l}{x} = \frac{q_0 l \epsilon}{x}$

$\frac{q_0 l}{x} = \frac{q_0 l \epsilon}{x}$

z

$\frac{q_0 l \epsilon}{x}$

$\frac{F}{\cos 30} = \frac{1}{F} - \frac{1}{F \cos 30}$



$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{z}{F}$

$\frac{l^2 \epsilon_0 l_0}{d(l\epsilon + x)}$

$\frac{z-F}{F \cos 30}$

$\frac{1}{1 - \cos 30} + 1 = \frac{2 - \cos 30}{1 - \cos 30} = 1,5$

$\frac{l^2 \epsilon_0 l_0 x}{d(l\epsilon + x)}$

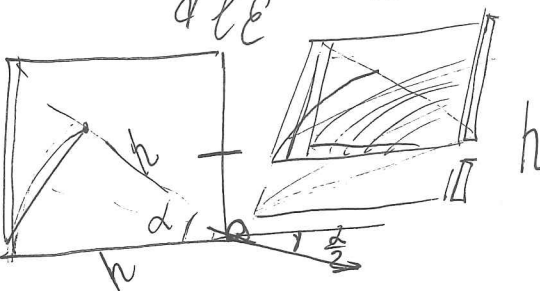
$\frac{z-F}{F}$

$\frac{4 - \sqrt{3}}{8 - \sqrt{3}} = \frac{0,2}{10(1 + 2\sqrt{2} - 2 \cdot 0,95)}$

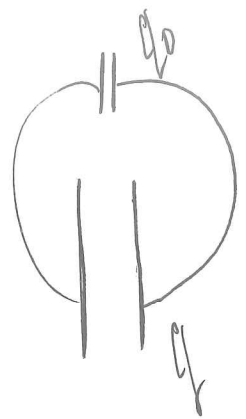
$\frac{l^2 \epsilon_0 l_0 x}{d l \epsilon}$

$\frac{5 \cdot 5 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{-10} \cdot 10^{-10}}{2 \cdot 10^{-10} \cdot 10^{-10} \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2}}$

$\frac{0,3}{10 \cdot 2} = 0,015$



$\frac{z}{1 - \cos 30} + z - \frac{F}{1 - \cos 30} = F$   
 $z = \frac{F(2 - \cos 30)}{1 - \cos 30}$



Чистовик  
 $Q_0 + Q_1 = \frac{\epsilon^2 \epsilon_0 U_0}{d} \quad C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$

$\frac{Q_0 d}{\epsilon \epsilon_0 x l} = \frac{Q_1 d}{\epsilon \epsilon_0 (l-x) l}$

$\frac{Q_0 l}{x} = \frac{Q_1 l}{l-x} \approx 1$

$Q_0 = \frac{Q_1 x}{l-x}$

$Q_0$  - заряд на свободной поверхности  
 $Q_1$  - заряд пластин противоположной направленности

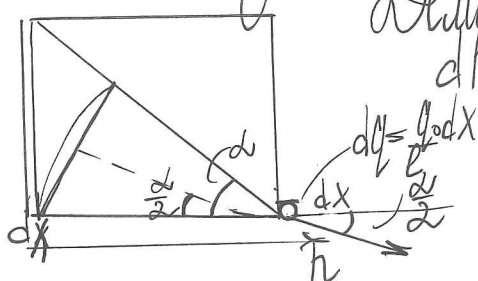
Тогда:

$Q_0 \left( \frac{l-x}{x} + 1 \right) = \frac{\epsilon^2 \epsilon_0 U_0}{d}$

$Q_0 = \frac{\epsilon_0 U_0 l x}{d \epsilon}$



4) Ищем силу: (вдоль пластин)



Действ. плоскость на маленькие кусочки  
 $dF = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \cos \alpha$   
 $dF = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{(\sigma dx)(\sigma h)}{r^2} \cos \alpha$   
 $r = \frac{h}{\sin \alpha} \Rightarrow dF = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma^2 dx h \sin \alpha}{h^2}$

свободный уч и // пластинам  
 в каждой точке

$F_{||} = \int_0^{\arctan \frac{h}{l}} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma^2 dx h \sin \alpha}{h^2} \cos \alpha$

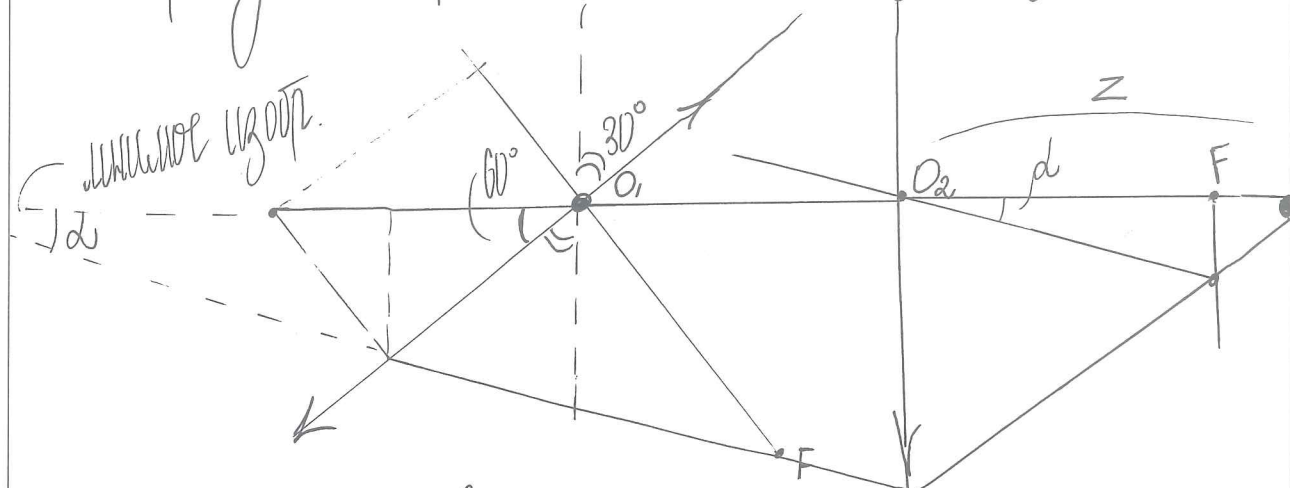
свободный уч и // пластинам  
 не в 1-й плоскости

$F_x = F_{||}$   
 (в рамках приближения)

27-69-01-67 (2.15)

Чистовик № 4.10.2

1) Проделаем построение, проиллюстрируем ход лучей



- по ходу хода лучей точечный источник можно поучить из изображения - достаточное условие

одни лучи через оптические центры не одной пр. - центры и источник лежат

другой - по повернутой линзе как при обычном построении: продолжим со второй линзой - строим во второй линзе

2) Ищем:

для мнимого изобр 1-й:

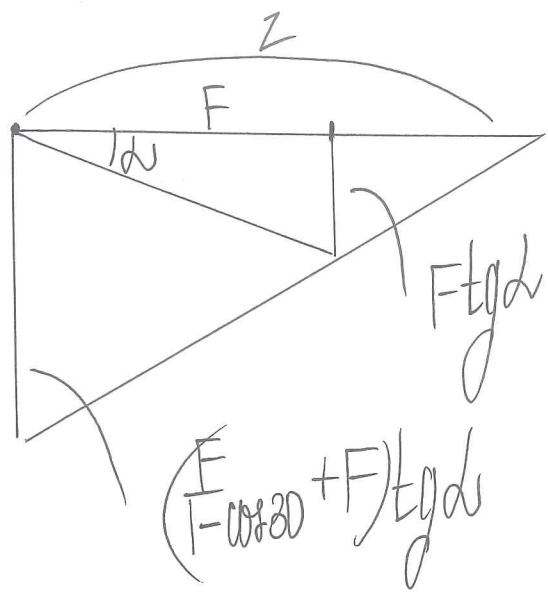
$\frac{1}{F \cos 30} - \frac{1}{f} = \frac{1}{f}$  (т.к. нет между  $F$  и  $l_1$ )

Радиус  $l_1 d$  ( $d$  - толщина  $l$ )

$l_1 d = \frac{F \cos 30}{F \cos 30 - F} = \frac{F \cos 60 \sin 60}{F \cos 30 - F \cos 60}$

$$Z = (2 - \cos 30)F$$

Цистовик



$$\frac{Z-F}{F \epsilon_0 d_s} = \frac{Z}{\left(\frac{F}{1-\cos 30} + F\right) \epsilon_0 d_s}$$

$\epsilon_0 d_s$  там не вводится,  
вместо просто увидеть  $\epsilon$   
 $\Delta$ -ки в постановке

3) Расстояние между изображениями и ист.

$$ZC = Z + 2F = (4 - \cos 30)F \quad \oplus$$

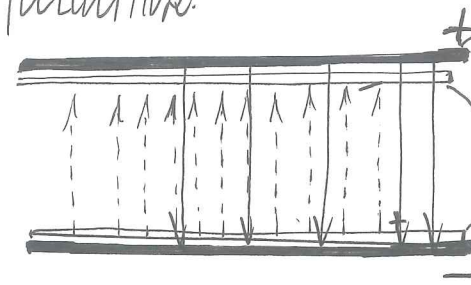
$$F = \frac{ZC}{4 - \cos 30} = \frac{0.2635 \cdot 2}{8 - \sqrt{3}} = \frac{0.47}{8 - \sqrt{3}} \text{ м}$$

Цистовик

4

1) Подель диэлектрика. Что происходит?

Диэлектрик противодействует/подскакивает  
внешнее поле за счет "сдвига"/сдвиги слоев  
своих собственных "положительной" и "отриц"  
решеток.

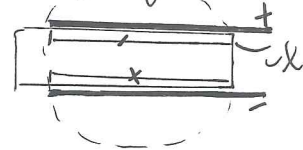


откачки  
некоторого конденсатора  
сдвиги слоев диэлектрика  
противодействует  
полю

$$\frac{E_c - E_e}{E_c} = \frac{\sigma_c - \sigma_e}{\epsilon_0} = \epsilon$$

$$\frac{\sigma_c - \sigma_e}{\sigma_c} = \epsilon$$

2) Ситуация "сдвиг":

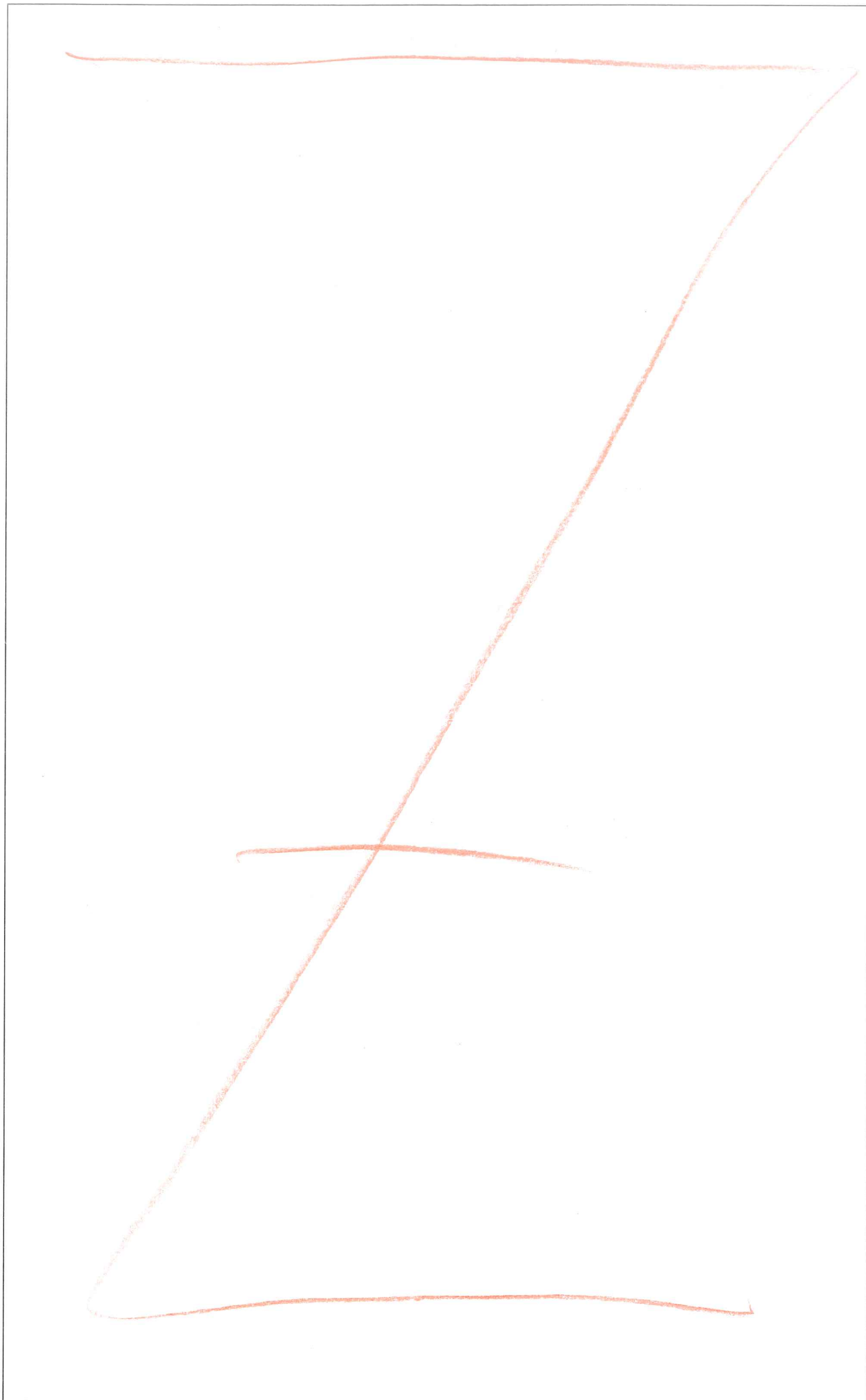


штетна: часть заполнена диэлектриком  
- диэлектрик выдвигается  
- края обкладок склеиваются

- расчеты взаимодействия  
свободных зарядов конденсатора и  
диэлектрика

$\Delta$  - сдвиг мал - участки свободной части  
конд - именно заряженные "нити"

3) Рассмотрим части конд и их // осей:



27-69-01-67  
(2.15)

Черновики

$$\sigma_k d q \frac{l}{\sqrt{h^2 + d^2}}$$

$$\frac{\sigma_k d q}{h} \left( \frac{1}{\sqrt{\frac{1 - \cos 2}{2}}} = \sqrt{\frac{1 - \frac{\sqrt{2}}{2}}{2}} = \frac{\sqrt{2 - \sqrt{2}}}{\sqrt{2}} \right)$$

$$\sqrt{2 - \frac{2}{\sqrt{1 + 0,25}}} = \frac{4}{3} \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{\sigma_k d q}{h} \int_0^l dx \frac{\sqrt{2 - \sqrt{2}}}{2} = \frac{\sqrt{2 - \sqrt{3}}}{2}$$

$$4 \frac{\sigma_k d q}{h l} \left( \frac{1}{\sqrt{2 - \sqrt{3}}} - \frac{1}{\sqrt{2 - \sqrt{2}}} \right)$$

Цистовик № 5

$$F = \frac{40kqql}{l} \left( \frac{1}{\sqrt{2-13}} - \frac{1}{\sqrt{2-12}} \right) =$$

$$= \frac{40q_0k}{l} \left( \frac{1}{\sqrt{2-13}} - \frac{1}{\sqrt{2-12}} \right)$$

5) Ур-е гармонических колебаний:

$$m\ddot{x} = - \frac{4q_0^2 l k}{x^2 l^2} ( \dots )$$

~~$$m\ddot{x} = - 4(\epsilon_0 l_0 l)^2 x$$~~

$$m\ddot{x} = - \frac{4\epsilon_0^2 U_0^2 l k}{d^2 \epsilon} x \left( \frac{1}{\sqrt{2-13}} - \frac{1}{\sqrt{2-12}} \right)$$

~~$$m = \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2$$~~

$$m = \frac{4\epsilon_0^2 U_0^2 l k}{d^2 \epsilon \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2} \left( \frac{1}{\sqrt{2-13}} - \frac{1}{\sqrt{2-12}} \right)$$