



65-57-71-72  
(2.10)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

Стюхина Артёма Алексеевича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«13» февраля 2026 года

Подпись участника

Черновик

$\rho = \frac{m}{V}$   
 $Q_{\lambda} = \Delta m \cdot \lambda c = m \cdot v \cdot r_n$   
 $P_B V = \nu RT$   
 $U = Ed = \frac{qBvd}{q} = Bvd$   
 $\rho V = \frac{m}{\mu} RT$   
 $\rho V = \frac{2k}{r_n} \Delta m RT$   
 $\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F}$   
 $f_2 = F \frac{\cos^2 d}{3 \cos^2 d + \cos d - 1}$   
 $F = \frac{3}{4} \cdot \frac{4}{5 + 2\sqrt{3}} \cdot 23,5 \text{ см} = \frac{3}{5 + 2\sqrt{3}} \text{ см}$

Чистовик

65-57-71-72  
(2.10)

После поворота предмет находится на расстоянии  $d_1 = F \cos d$  от линзы.  
 Формула тонкой линзы для 1:  
 $\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} \Rightarrow f_1 = \frac{F d_1}{d_1 - F} = \frac{F^2 \cos d}{F(1 + \cos d)} = F \frac{\cos d}{1 + \cos d}$   
 Пусть  $S^*$  находится на расстоянии  $d$  от  $\Gamma O O_1$ .  
 Из геометрии рисунка расстояние от изображения 1 линзы (которое является предметом для 2)  $d_2 = F + \frac{F_1 \cos d}{\cos d} = F + \frac{F \cos^2 d}{-1 + \cos d} = F \frac{\cos^2 d + \cos d - 1}{\cos d - 1}$   
 Формула тонкой линзы для 2:  
 $\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} \Rightarrow f_2 = \frac{F d_2}{d_2 - F} = F \frac{\cos^2 d + \cos d - 1}{\cos^2 d}$   
 Т.к.  $d_2 > 2F$ , то изображение действительное.  
 $x = 2F + f_2 = F \frac{2 \cos^2 d + \cos^2 d + \cos d - 1}{\cos^2 d} = F \frac{3 \cos^2 d + \cos d - 1}{\cos^2 d}$   
 $F = x \frac{\cos^2 d}{3 \cos^2 d + \cos d - 1}$   
 $F = \frac{3}{4} \cdot \frac{4}{5 + 2\sqrt{3}} \cdot 23,5 \text{ см} = \frac{3}{5 + 2\sqrt{3}} \text{ см}$   
 Ответ:  $F = \frac{3}{5 + 2\sqrt{3}} \text{ см}$

№3  
 На частицы проводящей жидкости действует сила Лоренца:  $F_L = qvB$   
 В результате между пластинами возникает напряжение  $U = Ed = \frac{F}{q} d$   
 $U = Bvd$  Система пластин выступает в качестве источника  $\mathcal{E}$ .  
 Закон Ома для полной цепи:  $\mathcal{E} = I(R+r)$ , где  $r$  — внутр. сопротивл. источника.  
 Ток в цепи равен  $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$  Мощность на резисторе  $P = I^2 R = (Bvd)^2 \frac{R}{(R+r)^2}$

N3 (продолж.)

Значение мощности максимально, если максимально  $\frac{R}{(R+r)^2} = f(R)$

$$f'(R) = \frac{(R+r)^2 - 2(R+r)R}{(R+r)^4}$$

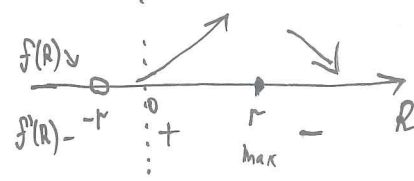
$$f'(R) = 0 \Rightarrow (R+r)^2 - 2R(R+r) = 0$$

$$(R+r)(R+r-2R) = 0$$

$$R+r=0 \quad R-R=0$$

противоречит физ. смыслу (также знам.  $\neq 0$ )

$$R=R$$



Значение  $R=r$  действительно является максим.

Значит  $P_m = (B^2 \mu^2 d^2) \frac{R}{(R+r)^2} = \frac{B^2 \mu^2 d^2}{4R}$

$$B^2 = \frac{4R \cdot P_m}{\mu^2 d^2} \quad B = \frac{2}{\mu d} \sqrt{R \cdot P_m} \quad B = \frac{2}{10^{-1} \cdot 4 \cdot 10^{-1}} \sqrt{0,4 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 50 \sqrt{4 \cdot 10^{-4}}$$

$$= \frac{50 \cdot 2}{100} = 1 \text{ Тл} \quad \text{Ответ: } B = 1 \text{ Тл}$$

N2

Теплота, необходимая для испарения воды массы  $m_n$ , была получена в ходе кристаллизации льда массой  $\Delta m$ , поэтому  $2k \Delta m = m_n \cdot \Gamma_n$ .

Масса воды в виде пара  $m_n = \Delta m \cdot \frac{2k}{\Gamma_n}$

$$V_n = \frac{m_n}{\mu_n} = \frac{\Delta m}{\mu_n} \cdot \frac{2k}{\Gamma_n}$$

Температура в процессе оставалась постоянной ( $T = 273 \text{ K} = \text{const}$  или  $0^\circ \text{C}$  - температура кристалл. льда при н.у.)

В начале воздух был сухим, в нём не содержалось водяных паров

Относительная влажность  $\varphi_0 = 0\%$

После того, как в комнату внесли смесь, часть воды испарилась. Для содержания в воздухе водяного пара ур. Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu_n RT \quad \text{Водяной пар создаёт давление не больше } p_{\text{нас}} \text{ при данной } T.$$

Поэтому  $V = \frac{\Delta m \cdot 2k RT}{\mu_n \cdot \Gamma_n \cdot p_{\text{нас}}} = \frac{1 \cdot 3,3 \cdot 10^5 \cdot 8,3 \cdot 273}{18 \cdot 10^{-3} \cdot 2,3 \cdot 10^6 \cdot 611} = \frac{110 \cdot 83 \cdot 91}{46 \cdot 611} = \frac{830830}{46 \cdot 611} \approx 30 \text{ м}^3$  Ответ:  $30 \text{ м}^3$

Черновик

$$F + \frac{F_1}{\cos \alpha} = \frac{F \cos \alpha + F_1}{\cos \alpha} = \frac{F \cos \alpha + \frac{F \cos \alpha}{\cos \alpha - 1}}{\cos \alpha} = \frac{F \cos^2 \alpha + F}{\cos \alpha (\cos \alpha - 1)}$$

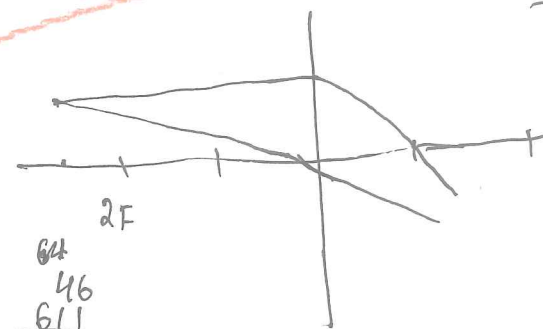
$$F_1 = F \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha - 1}$$

$$\begin{array}{r} 2 \cdot 83 \\ \times 91 \\ \hline 747 \\ 7553 \\ \hline 830830 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7553 \\ \times 11 \\ \hline 7553 \\ 7553 \\ \hline 830830 \end{array}$$

$$830830 \mid \underline{28106}$$

$$\begin{array}{r} 830830 \mid \underline{28106} \\ - 481818 \\ \hline 56212 \\ - 268710 \\ \hline -252954 \\ \hline 157560 \\ - 18636 \\ \hline \end{array}$$



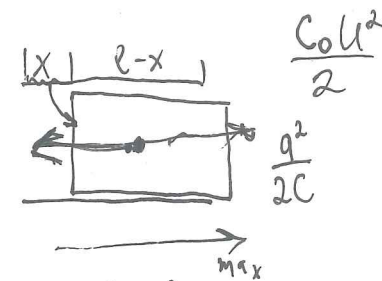
$$\frac{F \cos^2 \alpha - F \cos \alpha + F \cos \alpha}{(\cos \alpha - 1) \cos \alpha}$$

$$F \cos \alpha$$

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

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

$$\frac{E_0 l x}{d}$$



$$\frac{(q \cdot \frac{x}{l})^2 d}{2 \epsilon_0 l x}$$

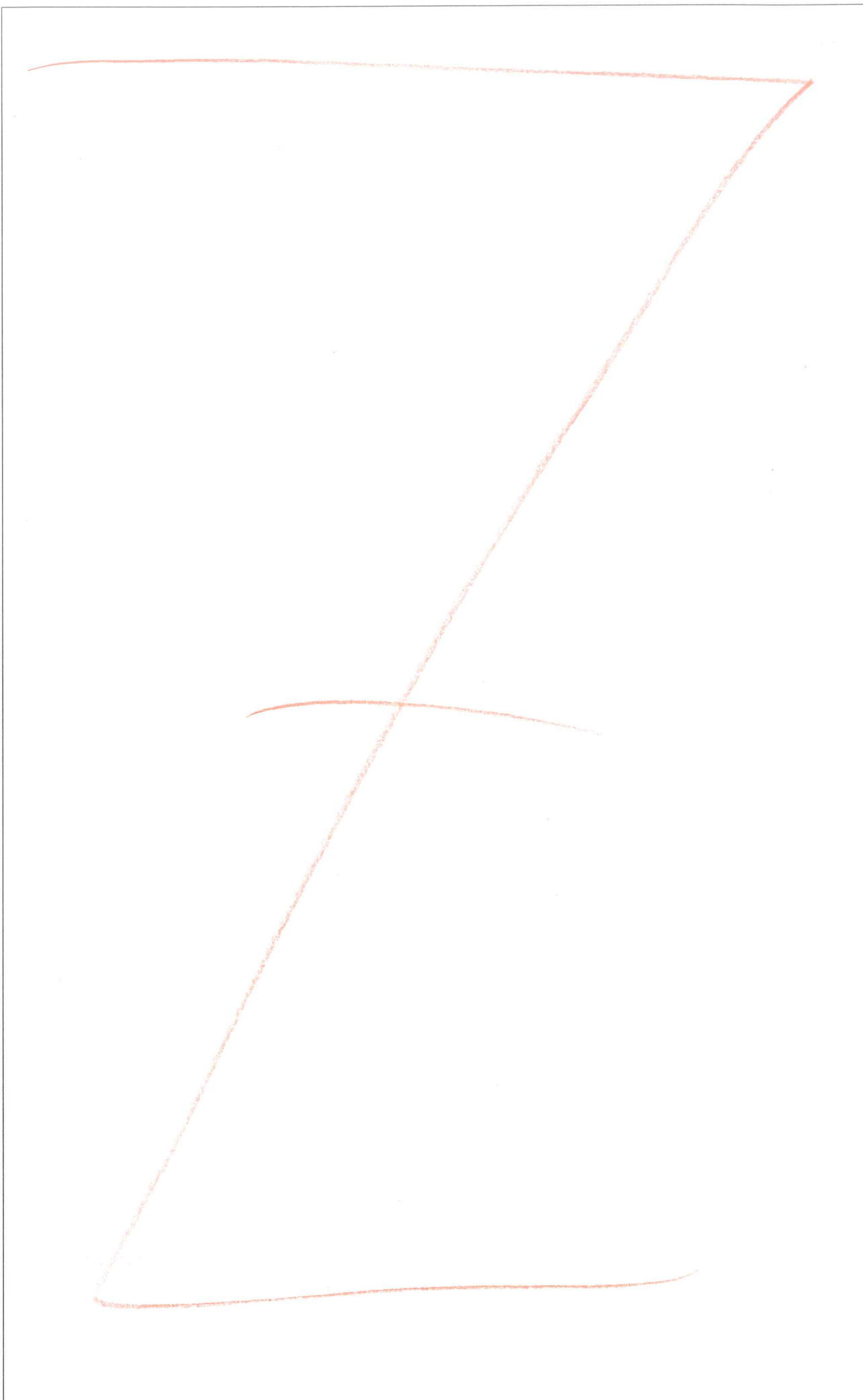
$$\frac{q^2 \frac{x^2}{l^2} d}{2 \epsilon_0 l x} \quad \frac{q^2 d d}{2 \epsilon_0 l^3} x$$

$$\frac{C_1 U_0^2}{2} + \frac{C_2 U_1^2}{2}$$

$$\frac{m v^2}{2} + \frac{k x^2}{2} = \text{const}$$

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

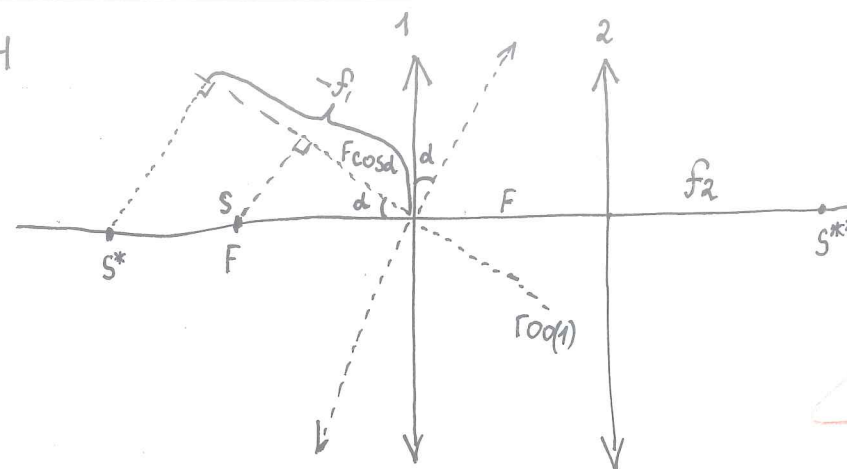
$$\frac{\epsilon_0 l U_0^2}{2d} \left( \frac{x}{l} + \frac{l-x}{\epsilon} \right) \quad \left( x + \frac{l}{\epsilon} - \frac{x}{\epsilon} \right) \frac{\epsilon_0 l U_0^2}{2d}$$



65-57.71-72  
(2.10)

N4

Чистовик



После поворота предмета расстояние от проекции предмета на  $ГОО(1)$  до линзы равно  $d_1 = F \cos d$

Формула тонкой линзы для (1):

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} \Rightarrow f_1 = \frac{F d_1}{d_1 - F} = \frac{F^2 \cos d}{F(\cos d - 1)} = F \frac{\cos d}{\cos d - 1} < 0$$

Т.к.  $d_1 < F$ , то изображение  $S^*$  - мнимое, прямое

Значит слева от линзы (там же, где предмет)

Расстояние от  $S^*$  до линзы 2:

$$d_2 = F - \frac{f_1}{\cos d} = \frac{F \cos d - f_1}{\cos d} = \frac{F(\cos d - \frac{\cos d}{\cos d - 1})}{\cos d} = F \frac{\cos^2 d - \cos d - \cos d}{\cos d(\cos d - 1)} = F \frac{\cos^2 d - 2 \cos d}{\cos d(\cos d - 1)}$$

Формула тонкой линзы для (2):

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} \Rightarrow f_2 = \frac{F d_2}{d_2 - F} = \frac{F^2 \frac{\cos^2 d - 2 \cos d}{\cos d(\cos d - 1)}}{F \left( \frac{\cos^2 d - 2 \cos d}{\cos d(\cos d - 1)} - 1 \right)} = F \left( \frac{\cos^2 d - 2 \cos d}{\cos d(\cos d - 1)} \frac{-\cos d}{\cos d(\cos d - 1)} \right) = F \frac{\cos^2 d - 2 \cos d}{-\cos d} = (2 - \cos d) F$$

Т.к.  $d_2 > F$ , то изображение действительное, справа на расстоянии  $f_2$  от 2 линзы.

$$X = F + F + f_2 = (2 + 2 - \cos d) F = (4 - \cos d) F$$

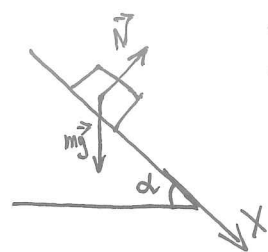
$$F = \frac{X}{4 - \cos d} ; F = \frac{23,5}{4 - \frac{\sqrt{3}}{2}} \text{ см} = \frac{47}{8 - \sqrt{3}} \text{ см} = \frac{47(8 + \sqrt{3})}{61} \text{ см}$$

Ответ:  $F = \frac{47(8 + \sqrt{3})}{61} \text{ см}$

Нет числа

N 1

Чистовик



II 3. Ньютона:

$$m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}$$

$$Ox: mgsind = ma$$

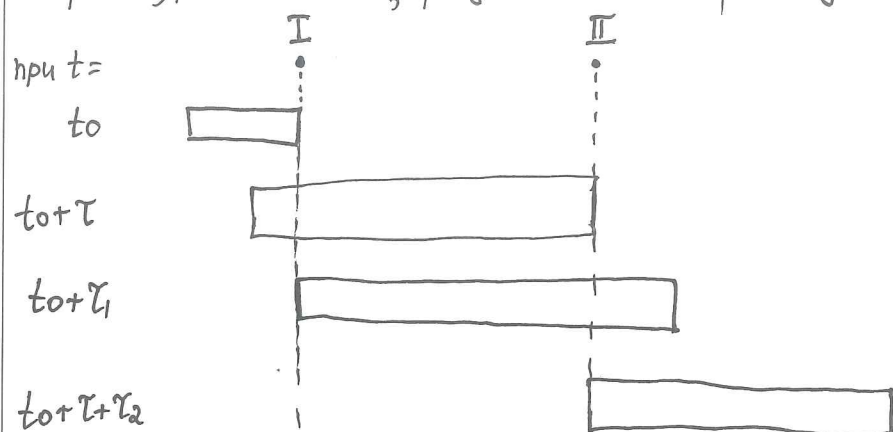
$$a = gsind$$

Брусок движется равноускоренно с ускорением  $a = gsind$

За интервал, на который он перекрывает фотоэлемент, брусок проходит расстояние  $b$ .

т.к.  $\tau_1 = 2c > \tau_2 = 1c$ , то элемент 1 расположен выше элемента 2.

Брусок, разогнавшись, преодолел тот же промежуток за меньше время



Но  $t_0 + \tau_1 > t_0 + \tau + \tau_2$  ( $2 > 1 + 0,51 = 1,51$  с) Значит момент, когда брусок закончит перекрывать первый фотоэлемент наступит после того, как брусок закончит перекрывать второй фотоэлемент, но эти элементы расположены в порядке  $1 \rightarrow 2$  по ходу движения бруска  $\Rightarrow$  такая ситуация невозможна.

Значит брусок менял направление: (если брусок всё время движется в одном напр.)

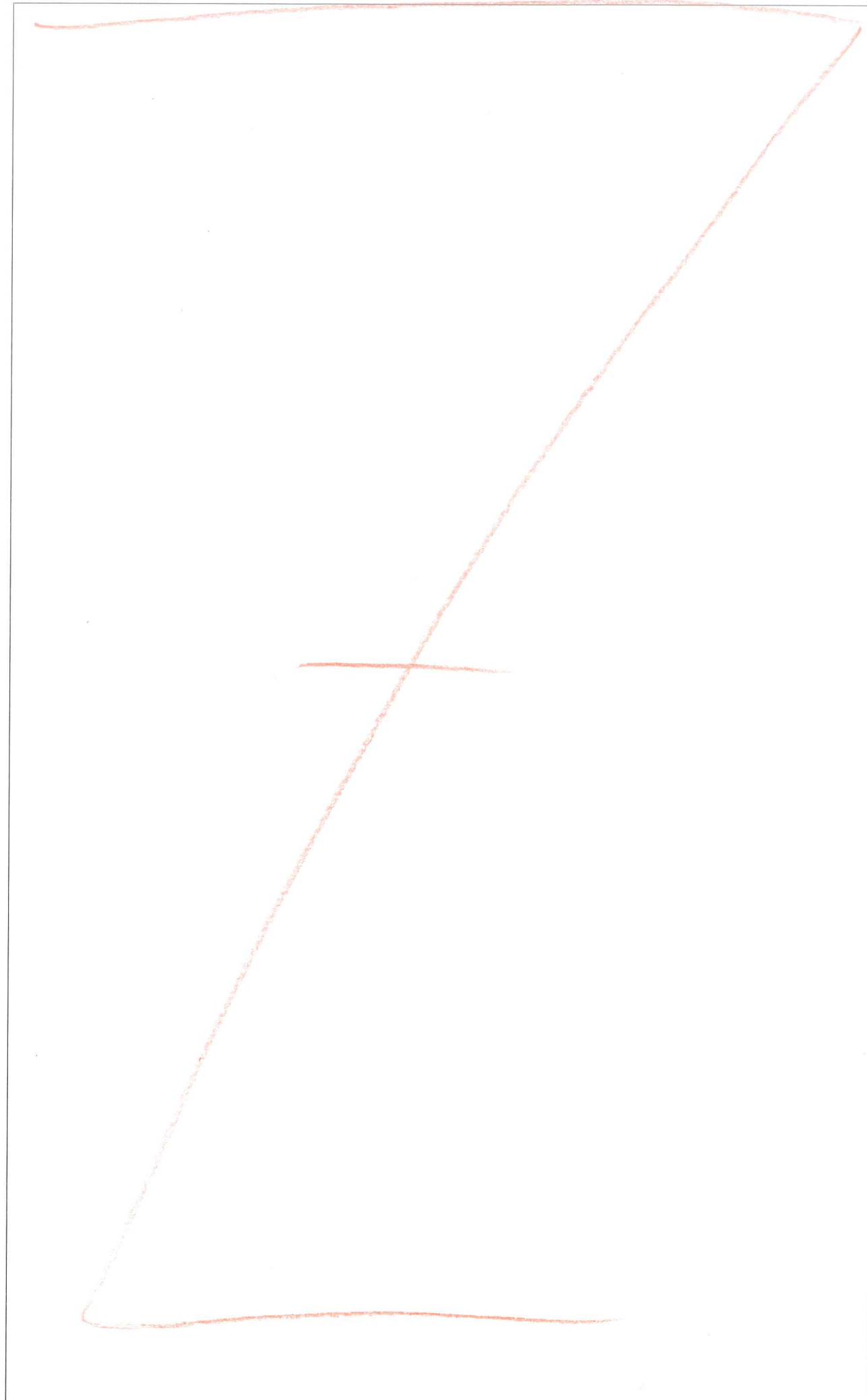
$$b = v_0 \tau_1 + \frac{a \tau_1^2}{2}, \text{ где } v_0 \text{ - скорость в момент } t = t_0 \quad (1)$$

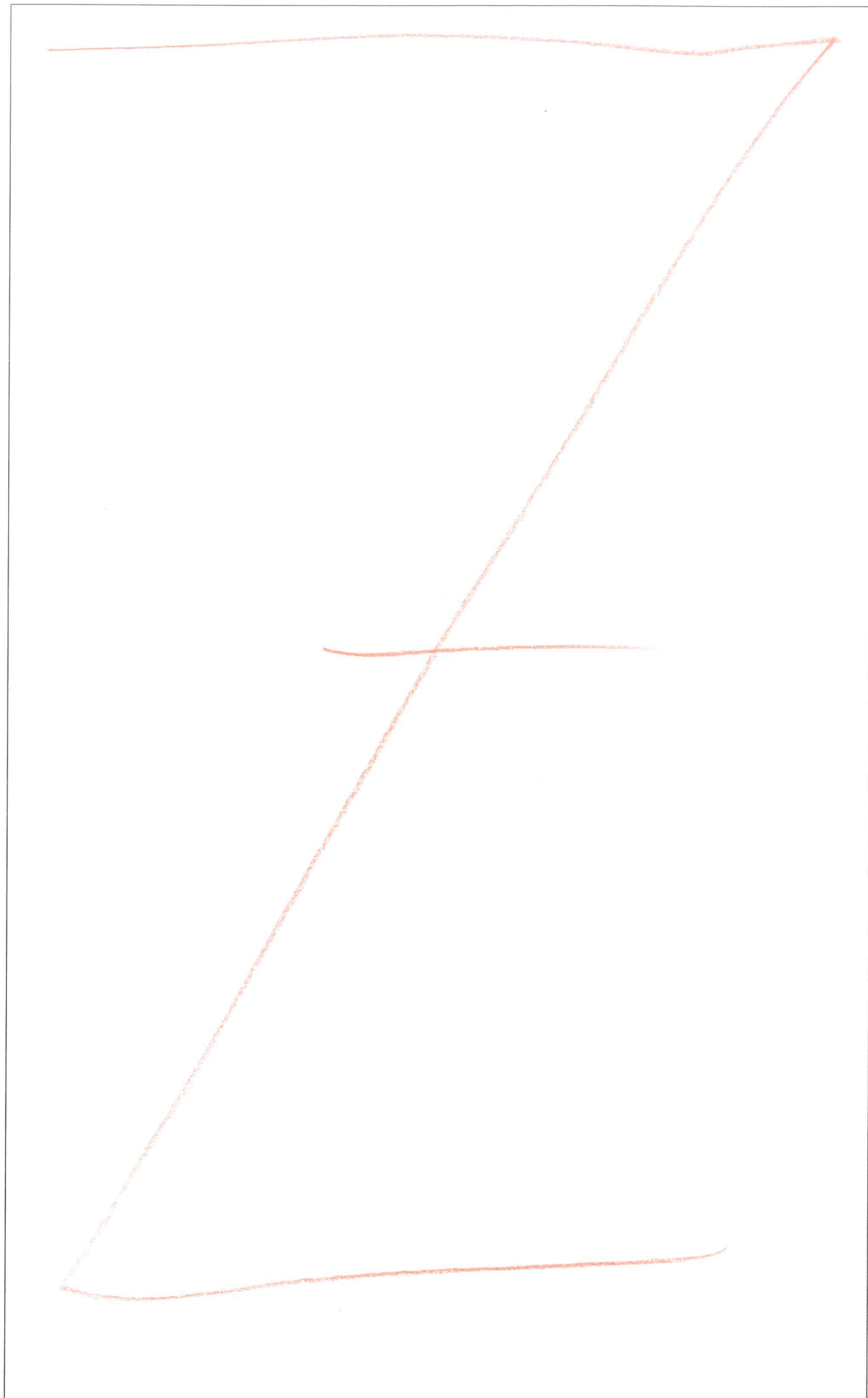
к моменту времени  $t_0 + \tau$  брусок разогнался до скорости  $v_1 = v_0 + a\tau$

$$b = v_1 \tau_2 + \frac{a \tau_2^2}{2} = v_0 \tau_2 + a\tau \cdot \tau_2 + \frac{a \tau_2^2}{2} \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2):

$$\begin{cases} v_0 \tau_1 + \frac{a \tau_1^2}{2} = b \\ v_0 \tau_2 + a\tau \cdot \tau_2 + \frac{a \tau_2^2}{2} = b \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2v_0 + 5 \sin d \cdot 2^2 = 0,1 \\ 1 \cdot v_0 + 10 \sin d \cdot 0,51 \cdot 1 + 5 \sin d \cdot 1^2 = 0,1 \end{cases}$$





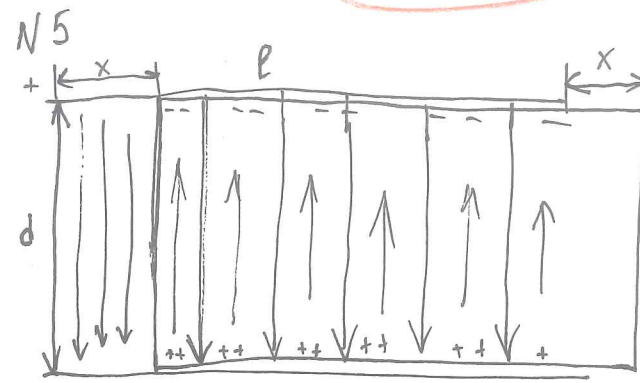
65-57-71-72  
(2.10)

N1 (продолж.)

$$\begin{cases} v_0 + 10 \sin \alpha = 0,05 \\ v_0 + 5,1 \sin \alpha + 5 \sin \alpha = 0,1 \end{cases}$$

2-1:  $0,1 \sin \alpha = 0,05$   
 $\sin \alpha = 0,5$   
 $\alpha = 30^\circ$

Ответ:  $\alpha = 30^\circ$



Напряжённость между двумя пластинами в начальный момент  $E_0$

$$E_0 = \frac{q}{\epsilon_0 l^2} \quad C_0 = E_0 d = \frac{q d}{\epsilon_0 l^2} \quad q = \frac{\epsilon_0 C_0 l^2}{d}$$

Заряд  $q$  будет постоянным на каждой пластине.

После внесения диэлектрической пластины напряжённость уменьшится в  $\epsilon$  раз.

$$E_1 = \frac{q}{\epsilon \epsilon_0 l^2} \quad U_{ж} = \frac{U_0}{\epsilon}$$

Систему можно представить как 2 конденсатора

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 l x}{d} \quad C_2 = \frac{\epsilon \epsilon_0 (l-x) l}{d}$$

$$\frac{C_1 U_1^2}{2} + \frac{C_2 U_2^2}{2} + A = \text{const} \quad A - \text{работа силы, стремящейся вернуть диэлектрик в конденсатор.}$$

$$U_1 = U_2 = U \quad (\text{т.к. соединены параллельно})$$

Заряд  $q$  будет распределяться по пластине так, чтобы потенциал был одинаковым.

$$a x^2 + b x^2 = c \quad \text{- ур. гарм колебаний}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \omega^2 = \frac{b}{a}$$

$$m \ddot{x} + \omega^2 x = c$$

Чистовик

② Есть рисунок и вычисления диэлектрик поляризуется **длин** **ширины**