



Всего 16<sup>11</sup> - 16<sup>13</sup>  
Стр  
+ 1 лист

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

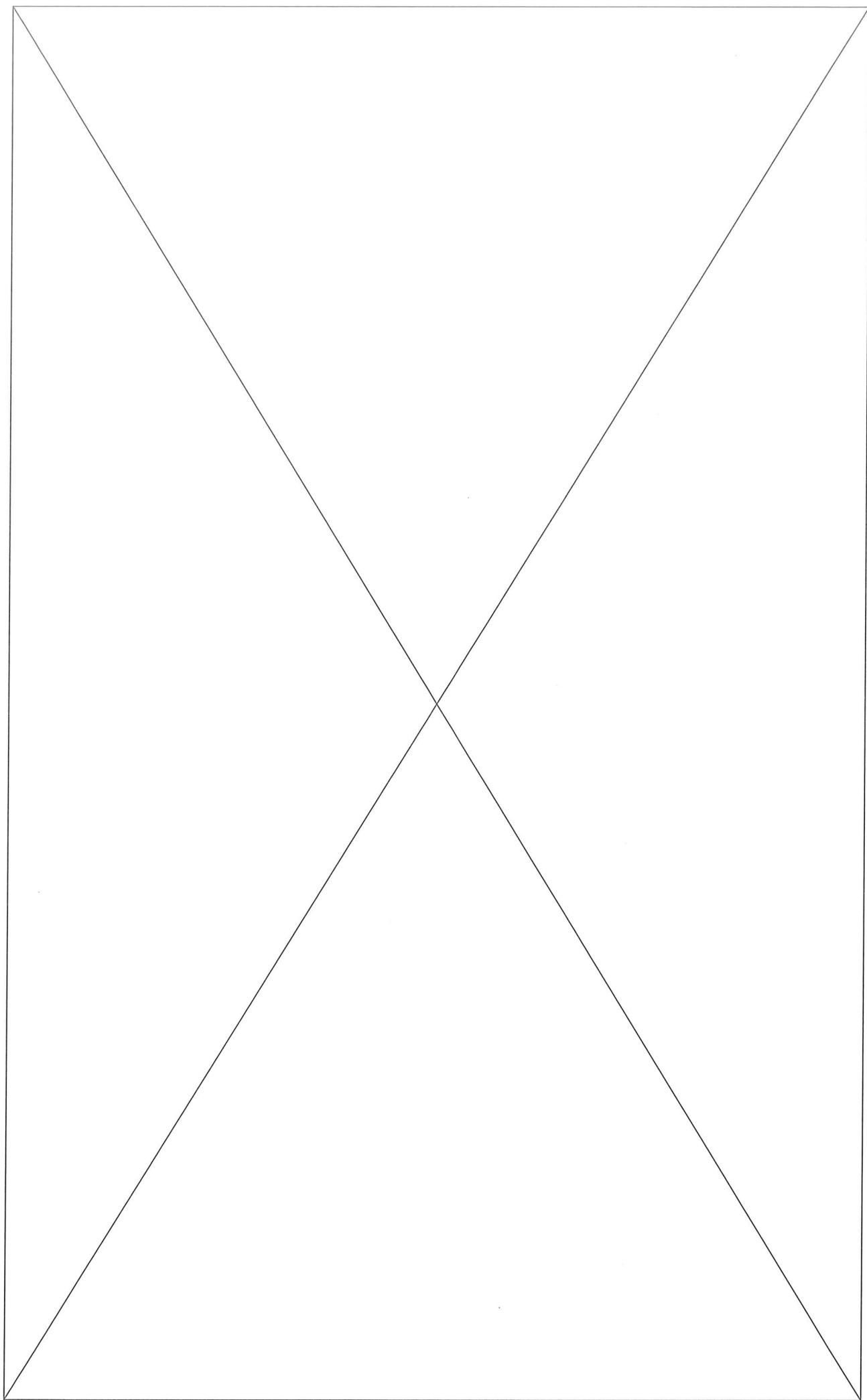
по физике  
профиль олимпиады

Гарманова Владимира Сергеевича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

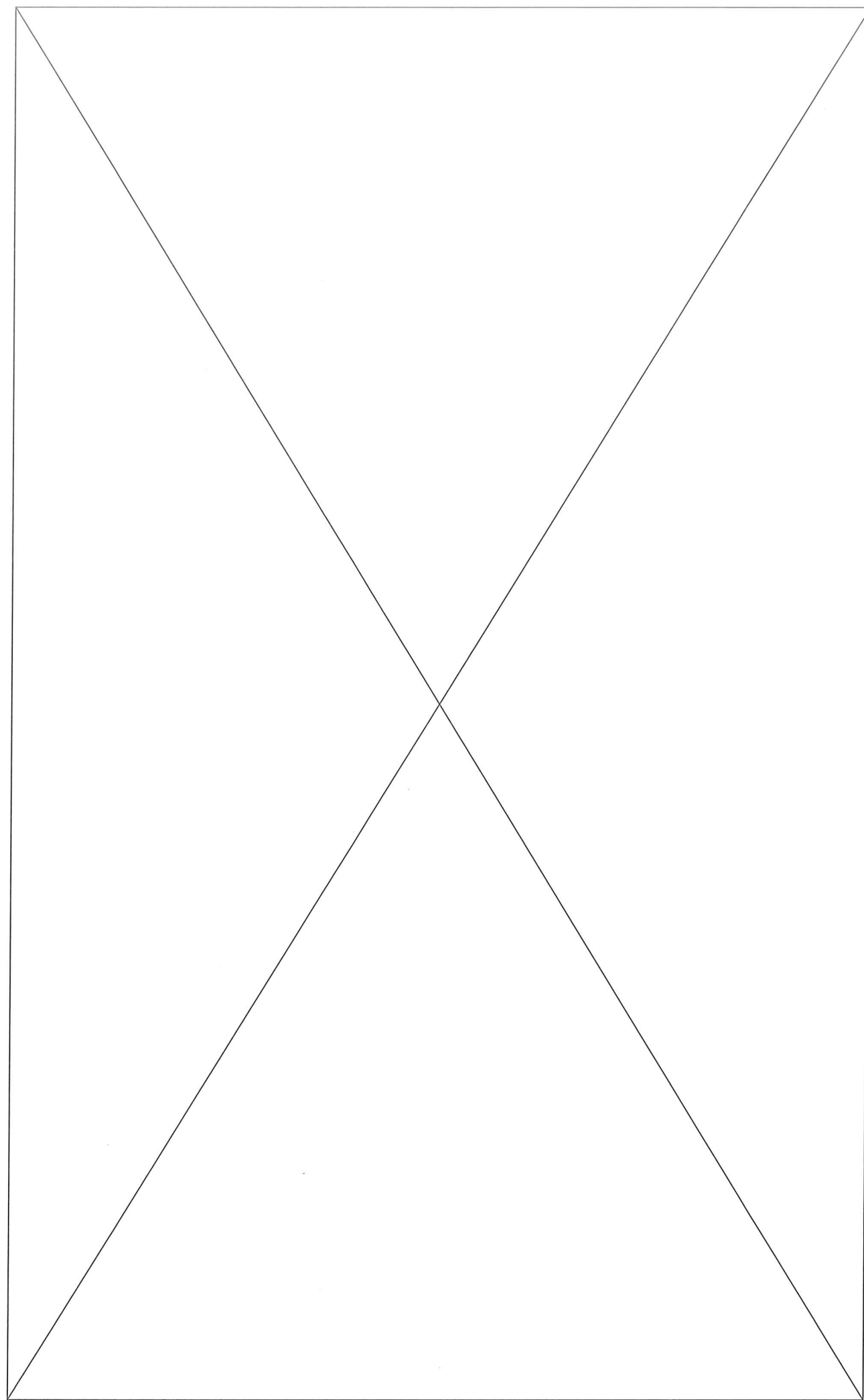
Дата  
«13» февраля 2026 года

Подпись участника

Гарманов



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



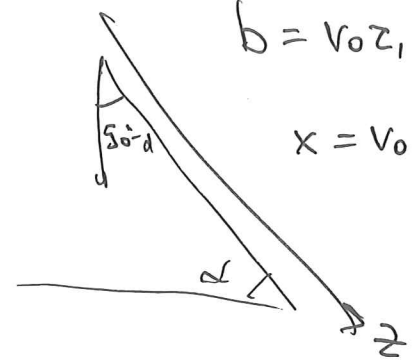
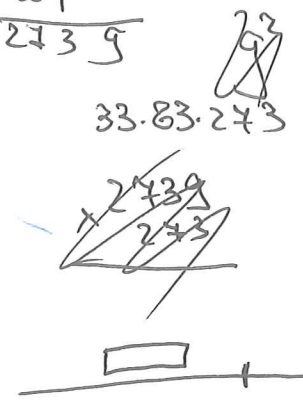
Выполнять задания на титульном листе запрещается!

$$\begin{array}{r} 2 \\ 33 \\ \times 83 \\ \hline 199 \\ 264 \\ \hline 2739 \end{array}$$

$q = cu$

$$W = \frac{q^2}{2c} = \frac{q^2}{2 \cdot q \cdot \frac{1}{4}} = \frac{q^4}{2}$$

$q = cu$   
 $c = q \cdot \frac{1}{4}$   
 $W = \frac{cu^2}{2}$



$$b = v_0 z_1 + \frac{a z_1^2}{2}$$

$$x = v_0 z + \frac{a z^2}{2}$$

$$g \cos(\alpha - d) = g \sin d$$

$$x + b = v_0(z + z_2) + \frac{g(z + z_2)^2}{2}$$

$$(v_0 + g z) z_2 + \frac{g(z_2^2 + z_1^2)}{2}$$

$$\frac{4 \cdot 7.5 - 23.5}{7.5} = \frac{30 - 23.5}{7.5} = \frac{6.5}{7.5} = \frac{13}{15}$$

$$18 \cdot 23 \cdot 3 = \frac{747747}{1232} = 66$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 404 \\ \times 25 \\ \hline 2020 \\ 808 \\ \hline 10100 \end{array}$$

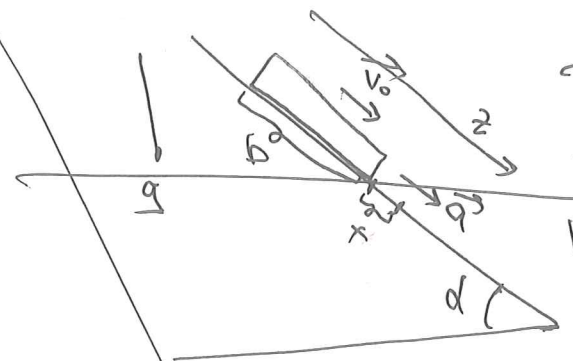
$$\begin{array}{r} 404 \\ \times 25 \\ \hline 2020 \\ 808 \\ \hline 10100 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 118217 \\ 19173 \\ \times 5478 \\ \hline 747747 \end{array}$$

*Lepevskaya*

31-21-62-35  
(8.13)

Задача 1.5.3



Т.к.  $v_1 z < z_1$ , это значит, что фотоэлементы находятся друг от друга на расст. меньше  $b$   $x < b$ .

Пусть в начальный момент у бруска будет скорость  $v_0$ . Запишем проекцию его движения на ось  $Oz$ . Тогда за время  $z_1$  брусок проедет  $b$ .

$$v_0 z_1 + \frac{a z_1^2}{2} = b$$

$$a = g \sin d$$

За время  $z$  брусок проедет  $x$ .  
 $v_0 z + \frac{a z^2}{2} = x$

За время  $z + z_2$  проехано  $x + b$

$$v_0(z + z_2) + \frac{g(z + z_2)^2}{2} = b + x$$

$$v_0 z_1 + \frac{a z_1^2}{2} + v_0 z + \frac{a z^2}{2} = v_0(z + z_2) + \frac{a(z + z_2)^2}{2}$$

$$v_0(z_1 - z_2) = \frac{g}{2} ((z + z_2)^2 - z^2 - z_1^2)$$

$$v_0 = \frac{\frac{g}{2} ((z + z_2)^2 - z^2 - z_1^2)}{z_1 - z_2}$$

$$b = z_1 \cdot \frac{a((z + z_2)^2 - z^2 - z_1^2)}{2(z_1 - z_2)} + \frac{a z_1^2}{2}$$

$$b = z_1 \cdot \frac{g \sin d ((z + z_2)^2 - z^2 - z_1^2)}{2(z_1 - z_2)} + \frac{g \sin d z_1^2}{2}$$

3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35

*Восстановить*  
*Поминать*  
*Зачеки*  
*Ормивед*  
*Солонд*



Задача 2.3.3

Т.к. какая-то часть воды стала льдом, то какая-то часть воды стала паром. <sup>Т-он-т-шим</sup> для

системы помещение + ~~сосуд~~ сосуд.

$$Q = \Delta U + A_2 \rightarrow \Delta U = 0, U - \text{const}$$

$$\lambda \Delta m = \Gamma_n \Delta m_n$$

$$\Delta m_n = \Delta m \cdot \frac{\lambda}{\Gamma_n}$$

Т.к. в этом случае мы получаем насыщенный пар и температура в комнате  $T = 273 \text{ K}$ , то

$$P_{\text{кип}} V = \nu R T$$

$$P_{\text{кип}} V = \frac{\Delta m_n}{M} R T$$

$$P_{\text{кип}} = \frac{\Delta m_n R T}{M V}$$

$$P_{\text{кип}} = \frac{\Delta m \lambda R T}{M \Gamma_n V}$$

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

$$= \frac{33 \cdot 83 \cdot 273}{18 \cdot 23 \cdot 3} \approx 67 \text{ Па} \leftarrow \text{неверный ответ}$$

$$\frac{(27+15)^2}{2^{\circ 0}} = \frac{0^{\circ 2}}{2^{\circ 0}} = M$$

$$27+15=0^{\circ}$$

$$\frac{P}{2^{\circ 3}} \cdot 0^{\circ} = 0$$

$$= 0 \cdot 0 = 0$$

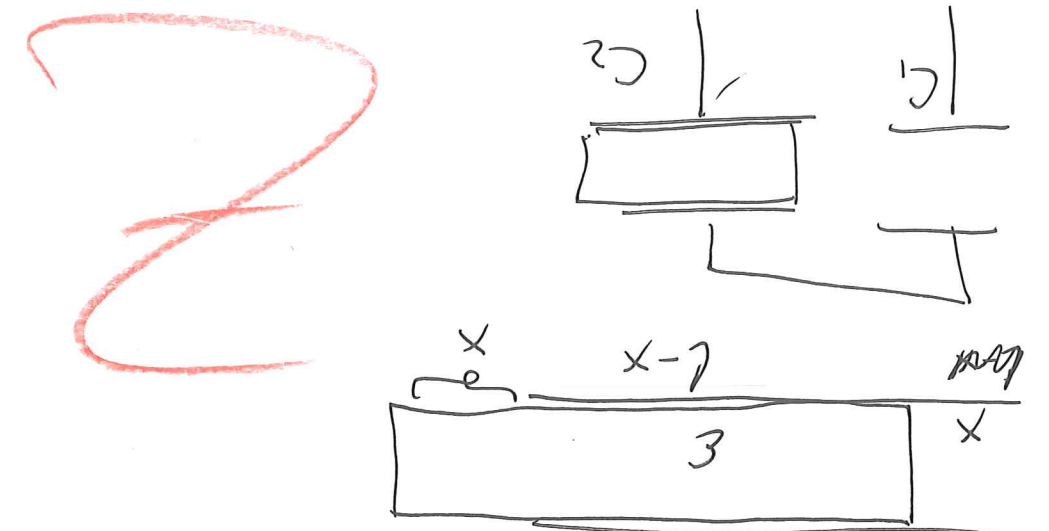
$$\left( 7 \times 10^{33} - 7^{\circ 33} + 7 \times 10^3 \right) \frac{2}{2^{\circ}} = 0^{\circ} M$$

$$\frac{P}{7(x-7)^{\circ 33}} = 2^{\circ}$$

$$\frac{P}{7 \times 10^3} = 1^{\circ}$$

$$\frac{2}{2^{\circ 2}} = 2^{\circ} M$$

$$\frac{2}{2^{\circ 1}} = 1^{\circ} M$$



неверный ответ



$$I = \frac{2X}{2X - 1 - X} = \frac{X}{X}$$

$$(3-1) \frac{2(3-1)2^X + (3-1)X732 + 2(73)}{2^X - 1 - X} \cdot \frac{7^{\circ}32}{P_2^{\circ}0} =$$

$$(3-1) \frac{((3-1)X + 73)}{2^X - 1} \cdot \frac{7^{\circ}32}{P_2^{\circ}0} =$$

$$= \left( \frac{((3-1)X + 73)}{2^X - 1} \right) \cdot \frac{7^{\circ}32}{P_2^{\circ}0} = \frac{XP}{MP} = J$$

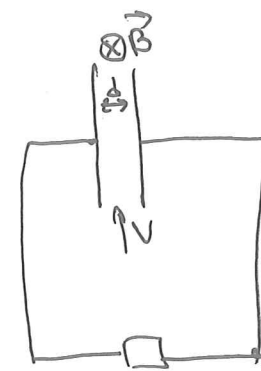
$$\frac{(3-1)X + 73}{1} \cdot \frac{7^{\circ}32}{P_2^{\circ}0} =$$

$$\frac{(3X - 73 + X)}{1} \cdot \frac{7^{\circ}32}{P_2^{\circ}0} = \frac{(X-7)3 + X}{P_2^{\circ}0} =$$

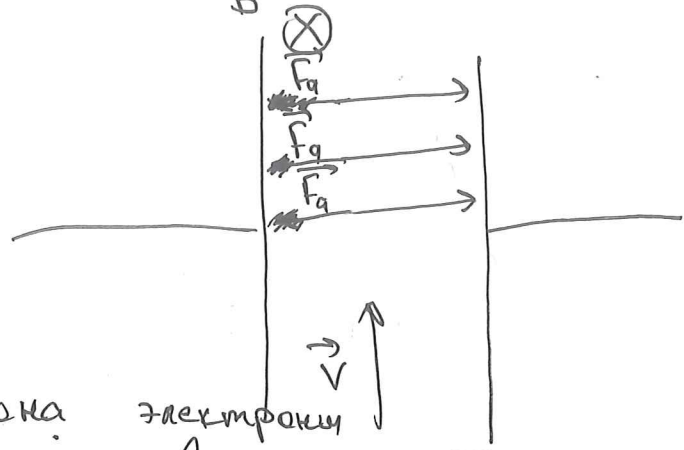
$$= \frac{(X-7)3 + X}{P_2^{\circ}0} = \frac{(X-7)3 \frac{P}{7^{\circ}3} + X \frac{P}{7^{\circ}3}}{P_2^{\circ}0}$$

→ *теперь так*

Задача 3.3.3



→ Рассмотрим более подробно конденсатор



Из-за силы Кулона электроны накапливаются на правом крае. Тогда через некоторое время на стенках скопится столько электронов, что внутри конденсатора возникнет противодействующее ей электрическое поле  $E$ . Тогда  $Eq = F_q$

$$F_q = Bqv = Eq \rightarrow E = Bv$$

отсюда напряжение на конденсаторе будет  $U = Ed = Bvd$

Тогда мощность выделяемая на резисторе будет  $P = \frac{U^2}{R}$

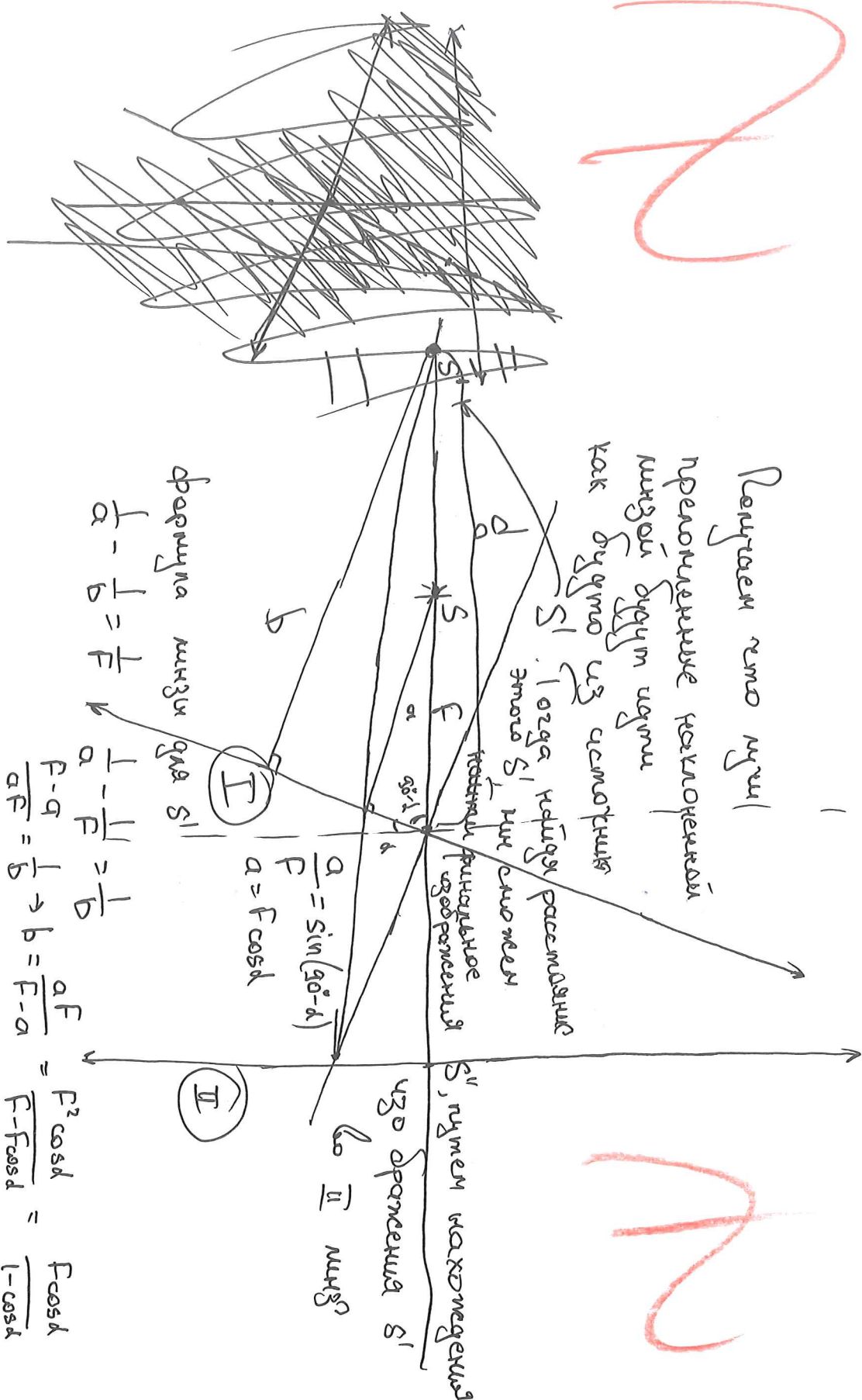
$P = I \cdot U - I^2 r$  *не учесть сопротивления*

$$PR = B^2 v^2 d^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{PR}{B^2 d^2}} = \frac{\sqrt{RP}}{Bd} = \frac{\sqrt{0.4 \cdot 10^{-3}}}{1.40 \cdot 10^{-2}} =$$

$$= \frac{\sqrt{4 \cdot 10^{-4}}}{4 \cdot 10^{-1}} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-1}} = 0.5 \cdot 10^{-1} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$$

Задача 4.10.3

Рассмотрим ход лучей



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

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

$$F_x = - \frac{dE}{dx}$$

$$\frac{dE}{dx} = \frac{\epsilon_0 l^3 U_0^2}{2d} \cdot \frac{1'(\epsilon l + x(1-\epsilon)) - 1(\epsilon l + x(1-\epsilon))'}{(\epsilon l + x(1-\epsilon))^2}$$

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

$$\frac{dE}{dx} = \frac{\epsilon_0 l^3 U_0^2}{2d} \cdot \frac{\epsilon-1}{\left(\frac{\epsilon}{1-\epsilon} + x\right)^2 \cdot (1-\epsilon)^2}$$

$$\frac{dE}{dx} = \frac{\epsilon_0 l^3 U_0^2}{2d} \cdot \frac{1}{\epsilon-1} \cdot \left(\frac{1}{\frac{\epsilon}{1-\epsilon} + x}\right)^2$$

при малых x получаем

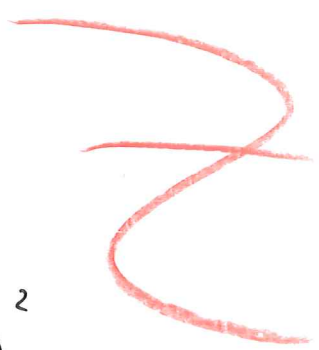
$$F_x = - \frac{\epsilon_0 l^3 U_0^2}{2d} \cdot \frac{1}{\epsilon-1} \cdot \left(\frac{1}{\frac{\epsilon}{1-\epsilon}}\right)^2 = - \frac{\epsilon_0 l^3 U_0^2}{2d} \cdot \frac{\epsilon-1}{\epsilon^2}$$

Отсюда получаем, что при малых x сила, заставляющая пластинку обратно будет постоянной

Тогда  $T = 4 \cdot t_0 = 4 \cdot \sqrt{\frac{2x}{a}}$

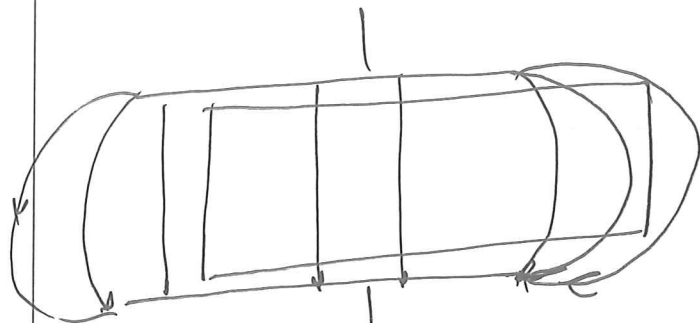
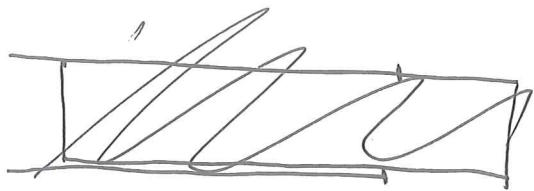
$$a = \frac{F_x}{m} = \frac{\epsilon_0 l^3 U_0^2 (\epsilon-1)}{2dm \epsilon^2}$$

$t_0$  - время за которое пластинка затянется в конденсатор, а также 4 момента когда ее вытаскиваем из X.



при малых x получаем

Задача 6.2.3



Рассмотрим электрическое поле в конденсаторе. Здесь мы видим, что

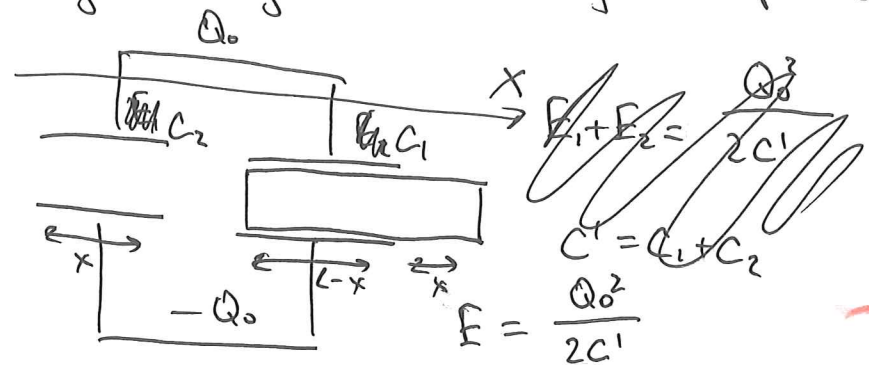
из-за краевых эффектов пластинка будет заходить обратно в конденсатор.

П.к. сказано, что конденсатор изначально был заряжен до  $U_0$ , а потом отключен от сети, то на конденсаторе будет сохраняться заряд  $Q_0 = C_0 U_0$

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d} = \frac{\epsilon_0 l^2}{d} \rightarrow Q_0 = \frac{\epsilon_0 l^2}{d} \cdot U_0$$

Найдем энергию конденсатора, когда из него вытащат пластинку.

Разделим для этого конденсатор на 2 части



$$C' = C_1 + C_2$$

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

$$C_2 = \frac{\epsilon_0 l x}{d}$$

$$E = \frac{Q_0^2}{2 \left( \frac{\epsilon \epsilon_0 (l-x) l}{d} + \frac{\epsilon_0 l x}{d} \right)} = \frac{\frac{\epsilon_0^3 l^3}{d^3} U_0^2}{2 \frac{\epsilon_0 l}{d} (\epsilon(l-x) + x)} = \frac{\epsilon_0 l^3 U_0^2}{2d(\epsilon(l-x) + x)}$$



31-21-62-35  
(6.13)

$$\begin{aligned} \text{Тогда } \frac{b}{d} &= \sin(90^\circ - d) \\ d &= \frac{b}{\cos d} = \frac{F}{1 - \cos d} \end{aligned}$$



Тогда для нахождения  $b'$  запишем

$$\frac{1}{d+F} + \frac{1}{b'} = \frac{1}{F}$$



$$\frac{1}{F \left( \frac{1}{1 - \cos d} + 1 \right)} + \frac{1}{b'} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{b'} = \frac{1}{F} \left( 1 - \frac{1}{\frac{1}{1 - \cos d} + 1} \right)$$

$$\frac{1}{b'} = \frac{1}{F} \left( 1 - \frac{1 - \cos d}{1 + 1 - \cos d} \right)$$

$$\frac{1}{b'} = \frac{1}{F} \left( 1 - \frac{1 - \cos d}{2 - \cos d} \right)$$

$$\frac{1}{b'} = \frac{1}{F} \left( \frac{2 - \cos d - 1 + \cos d}{2 - \cos d} \right)$$

$$\frac{1}{b'} = \frac{1}{F} \left( \frac{1}{2 - \cos d} \right)$$

$$b' = F(2 - \cos d)$$

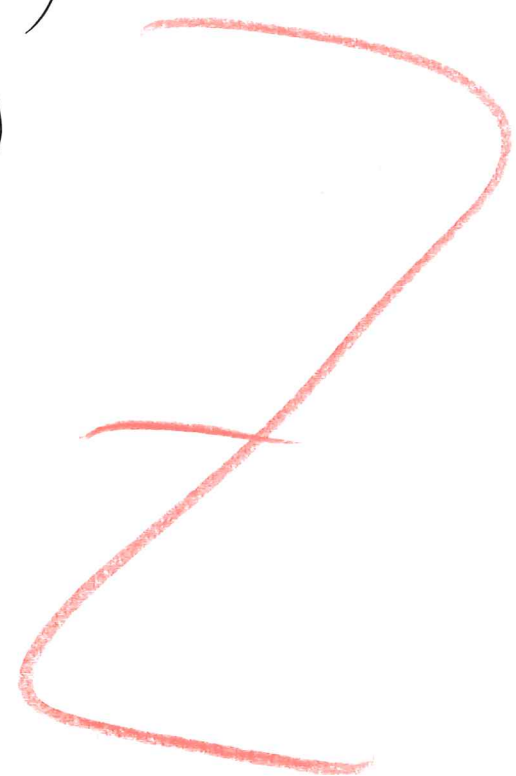
Тогда  $x = 2F + b'$

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

$$F \cos d = 4F - x$$

$$\cos d = \frac{4F - x}{F} \rightarrow d = \arccos \left( \frac{4F - x}{F} \right) = \arccos \left( \frac{13}{15} \right)$$

205



Задача 1.6.3

Рассмотрим вариант, когда брусок соскальзывает вниз.



Тогда верхний фотоземлет должен быть пройденным за

Большее время чем нижний. Отсюда

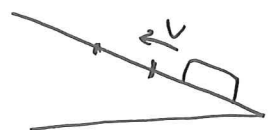
1 - верхний, 2 - нижний. Рассмотрим ситуацию подробнее. В момент времени  $t=0$  брусок ~~уже~~ захватил

на 1 фотоземлет, в  $t=0,51c$ , блок захватил уже на ~~второй~~ 2 фотоземлет. В момент  $t=1,51c$ ,

блок прошел второй фотоземлет, но не прошел

1. Противоречие

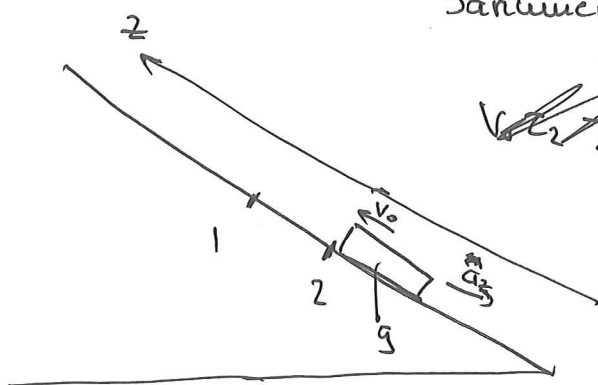
Рассмотрим ситуацию когда тело соскальзывает вверх



Тут тело уже замедляется, значит нижний фотоземлет - 2, а верхний - 1

Здесь уже такой проблемы как в первом случае нет, тогда

Запишем движение вдоль Oz



$$v_0 z_2 - \frac{a_z z_2^2}{2} = b$$

$$v_0 z - \frac{a_z z^2}{2} = x$$

$$v_0(z+z_1) - \frac{a_z(z+z_1)^2}{2} = x+b$$

$$v_0 z_2 - \frac{a_z z_2^2}{2} = b$$

$$v_0 z - \frac{a_z z^2}{2} = x$$

$$v_0(z+z_1) - \frac{a_z(z+z_1)^2}{2} = x+b$$

$$v_0(z+z_1) - \frac{a_z(z+z_1)^2}{2} = v_0 z - \frac{a_z z^2}{2} + v_0 z_1 - \frac{a_z z_1^2}{2}$$

$$\frac{a_z}{2} (z^2 + z_1^2 - (z+z_1)^2) = v_0(z_1 - z)$$

$$v_0 = \frac{a_z ((z+z_1)^2 - z^2 - z_1^2)}{2(z_1 - z)}$$

$$\text{Отсюда } b = z_2 \cdot \frac{a_z ((z+z_1)^2 - z^2 - z_1^2)}{2(z_1 - z_2)} - \frac{a_z z_2^2}{2}$$

$$b = \frac{z_2 g \sin \alpha ((z+z_1)^2 - z^2 - z_1^2)}{2(z_1 - z_2)} - \frac{g \sin \alpha z_2^2}{2}$$

$$b = \frac{1 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} ((0.51+2)^2 - 0.51^2 - 1^2)}{2(2-1)} - \frac{10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1^2}{2}$$

$$b = 2.5 (0.51^2 + 2 \cdot 2 \cdot 0.51 + 2^2 - 0.51^2 - 1) - 2.5$$

$$b = 2.5 (2.04 + 3) - 2.5$$

$$b = 2.5 (5.04 - 1) = 2.5 \cdot 4.04 = 10,1 \text{ м}$$



Задача 5.2.3

Продолжение

$$\left(\frac{T}{4}\right)^2 = \frac{2x}{a}$$

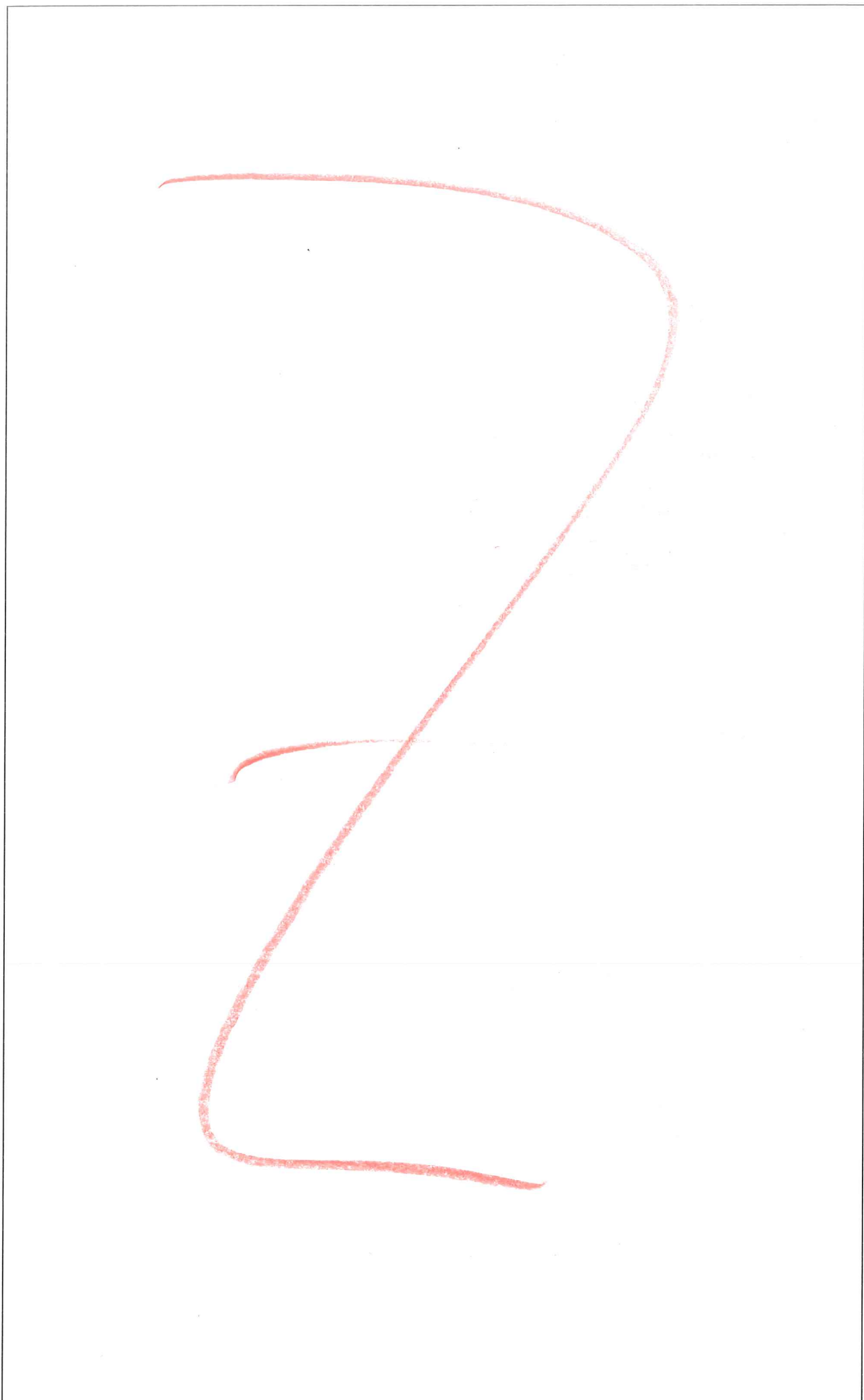
$$a = \frac{32x}{T^2}$$

$$\frac{\epsilon_0 \cdot 3 \cdot \omega_0^2 (\epsilon - 1)}{2dm\epsilon^2} = \frac{32x}{T^2}$$

$$L = \sqrt[3]{\frac{64x dm \epsilon^2}{T^2 \cdot \omega_0^2 \epsilon_0 (\epsilon - 1)}}$$



ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!