



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

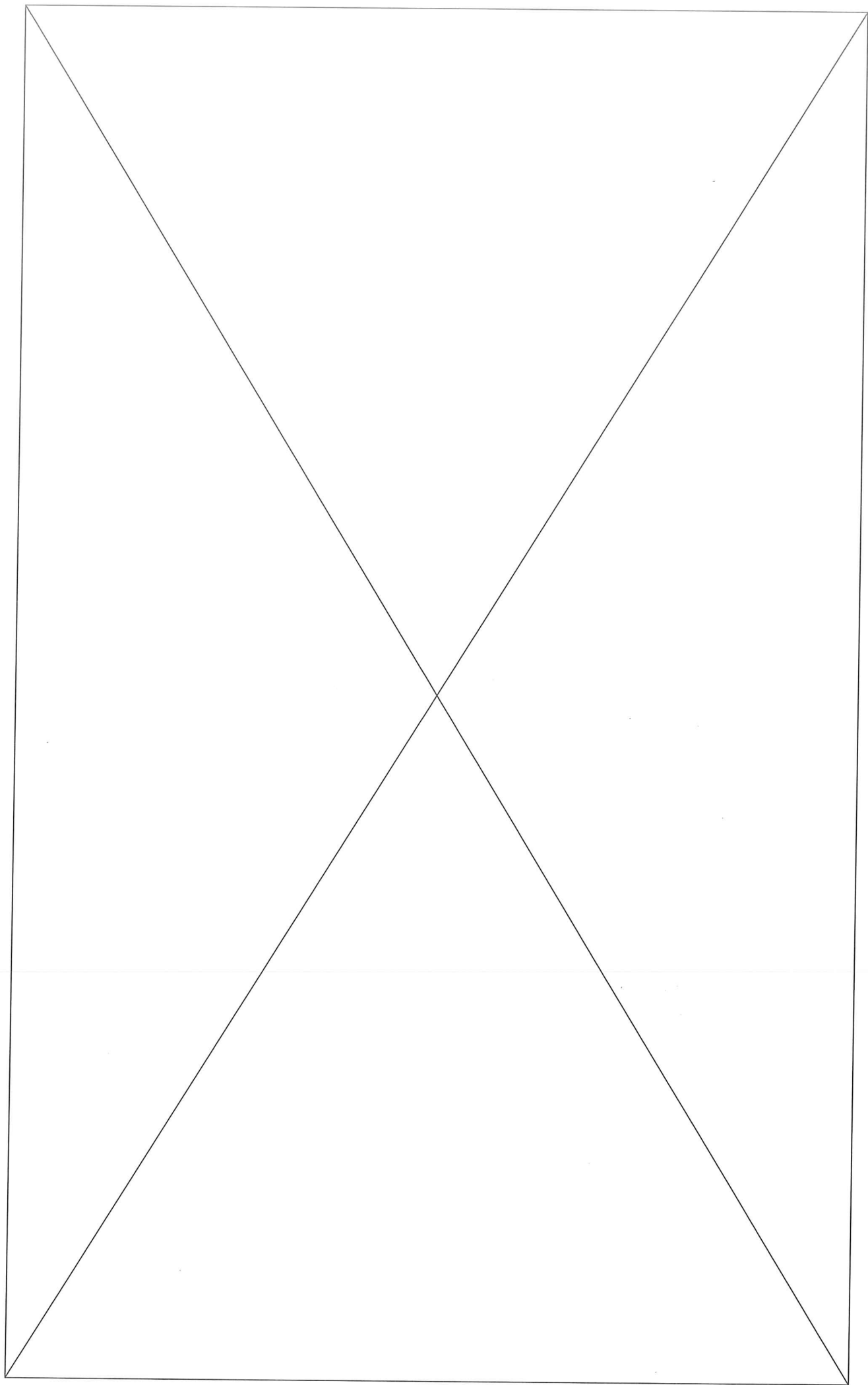
по Физике
профиль олимпиады

Трегубовой Софии Дмитриевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

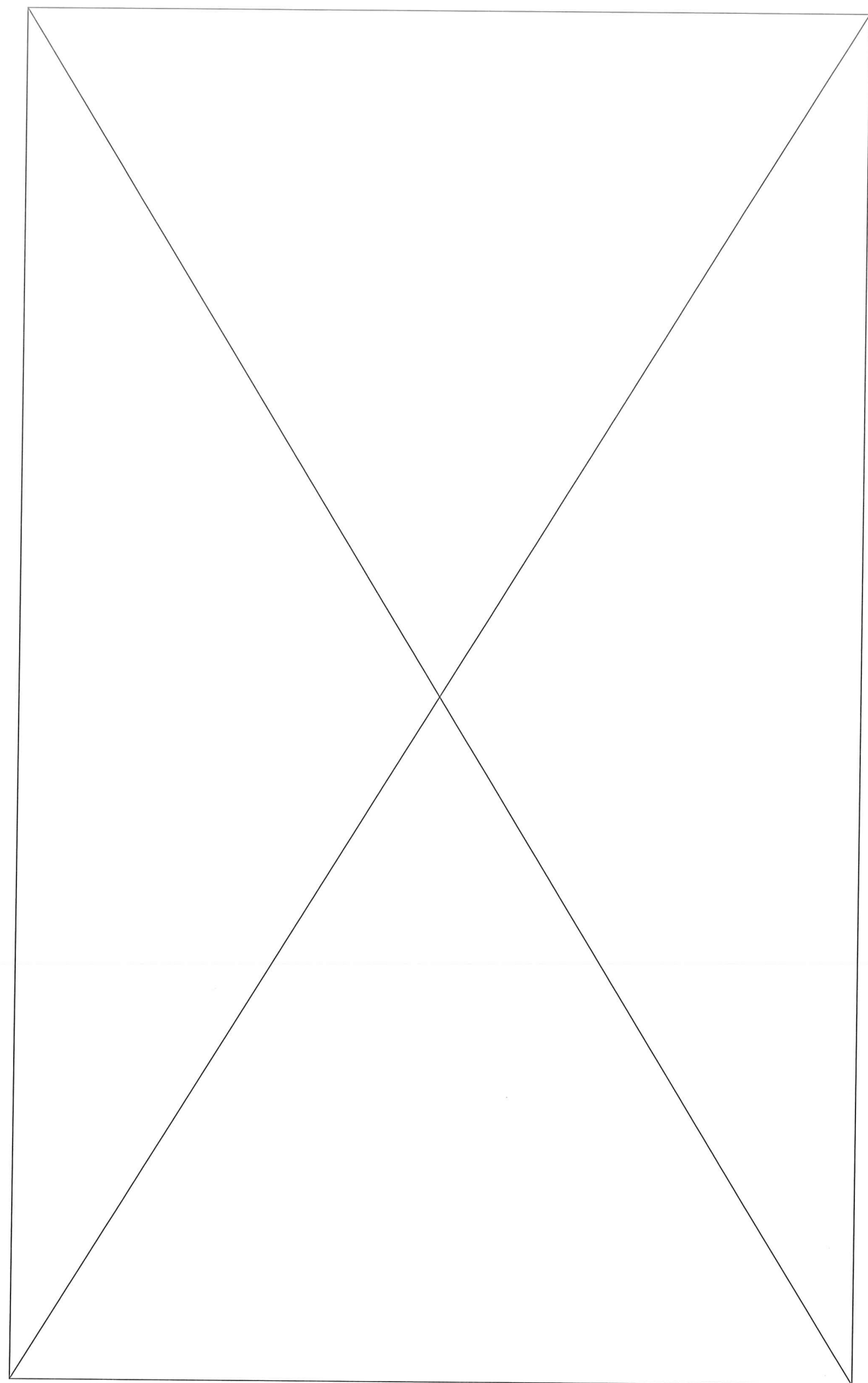
классы 16²⁰ - 16²⁴

Дата
«13» февраля 2026 года

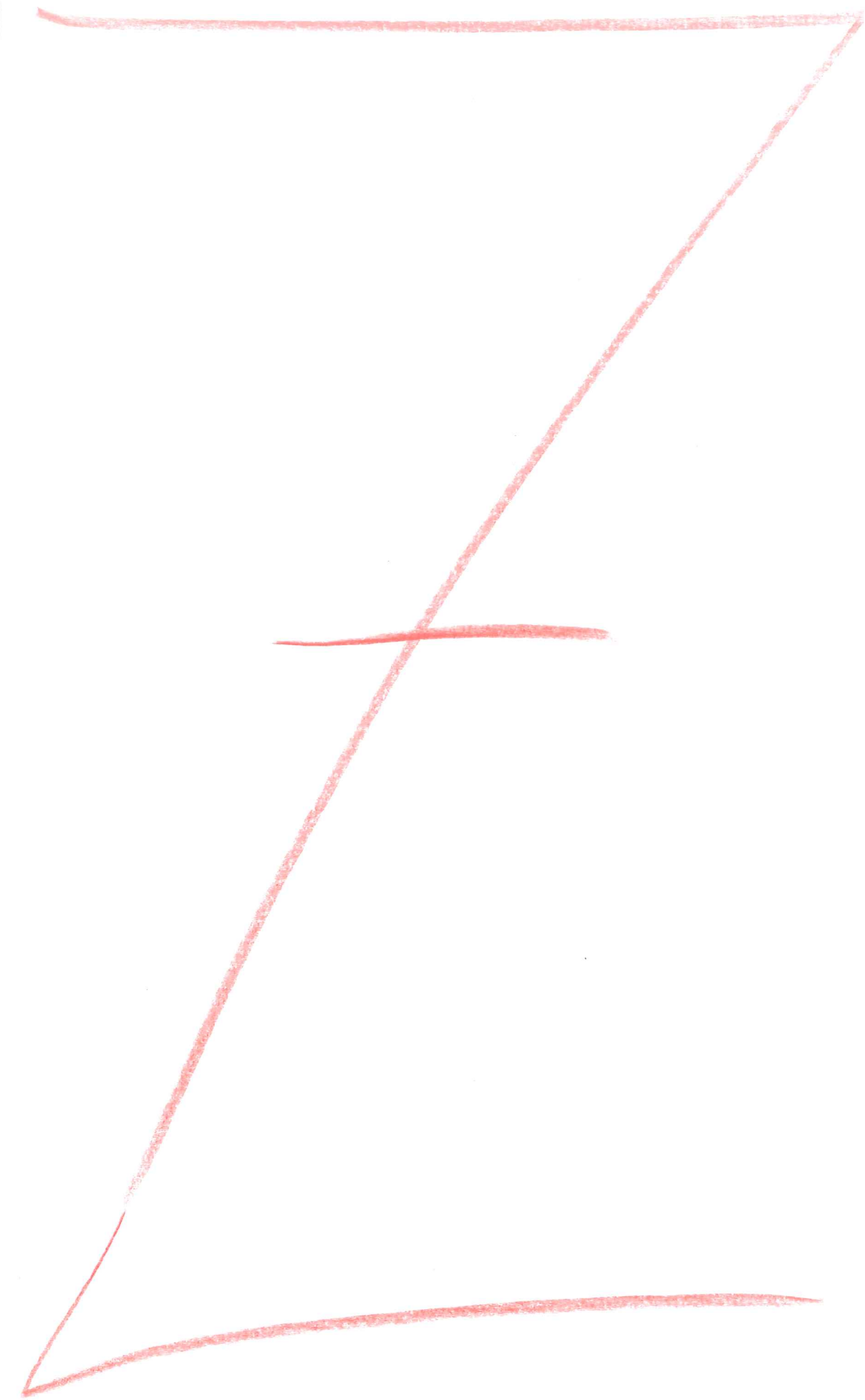
Подпись участника



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

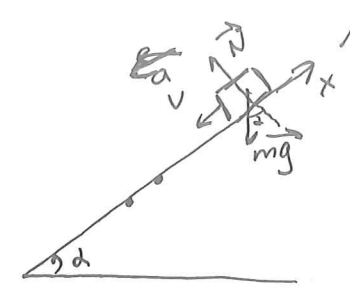


Выполнять задания на титульном листе запрещается!



94-05-80-09
(39)

Дано:
 $\alpha = 30^\circ$
 $t = 0,51c$
 $t_1 = 2c$
 $t_2 = 1c$
 $g = 10 \frac{m}{c^2}$
 $b = ?$



N 1.5.3

1) по II закону Ньютона:

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

в проекции на OX:

$$m a = m g \cdot \sin \alpha$$

$$a = g \cdot \sin \alpha$$

2) уравнение движения для I ф-эл:

$$b = v_1 t_1 + \frac{a t_1^2}{2} \quad (1)$$

уравнение движения для II ф-эл:

$$b = v_2 t_2 + \frac{a t_2^2}{2} \quad (2)$$

$$v_1 \rightarrow v_2 \text{ за } t \quad \left| \Rightarrow v_2 = v_1 + a t \right.$$

$$a = \frac{v}{t} \text{ (онп.)} \quad \left| \Rightarrow v_2 = v_1 + \Delta v = v_1 + a t \right.$$

Δv - насколько увеличилась скорость поск брусок ехал от I ф-эл. к II ф-эл.

3) подставим в ур. (2):

$$b = v_1 t_2 + a t_2 t_2 \neq \frac{a t_2^2}{2}$$

$$(1) = (2) \Rightarrow v_1 t_2 + a t_2 t_2 + \frac{a t_2^2}{2} = v_1 t_1 + \frac{a t_1^2}{2}$$

$$v_1 (t_2 - t_1) = \frac{a}{2} (t_1^2 - 2 t_1 t_2 - t_2^2)$$

$$v_1 = \frac{a}{2(t_2 - t_1)} (t_1^2 - 2 t_1 t_2 - t_2^2)$$

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

$$= \frac{\sin \alpha g t_1}{2} \cdot \frac{t_1^2 + 2 t_1 t_2 - t_1 t_2}{t_1 - t_2}$$

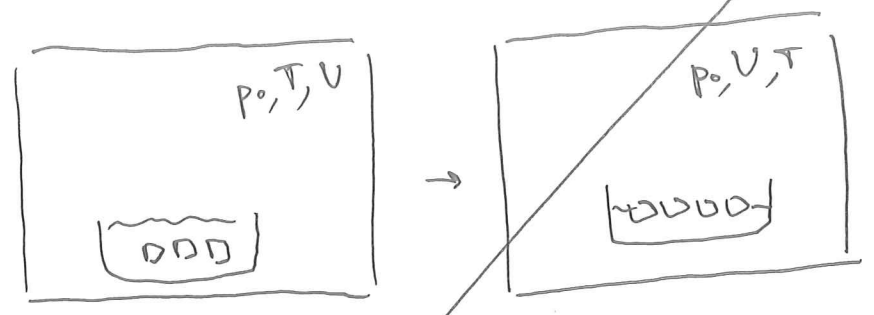
$$b = \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 2c}{2} \cdot \frac{1c^2 + 2 \cdot 0,51 \cdot 1c^2 - 2c^2}{2c - 1c} = \frac{5 \frac{m}{c^2} \cdot 0,02}{1c} = 0,1 \mu = 10 \text{ см}$$

Ответ: 10 см

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6
 10 | 19 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50
 дата сентября
 время
 фамилия
 имя
 отчество

N 2.3.3 Чистовик

Дано:
 $V = 30 \text{ м}^3$
 $T = 273 \text{ К} = 0^\circ\text{C}$
 $\Delta m = 1 \text{ кг}$
 $\lambda_k = 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
 $\gamma_n = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
 $\mu = 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$
 $p_0 = 10^5 \text{ Па}$
 $R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
 $p_{\text{нас}} = ?$



1) по закону сохранения энергии:
 $Q = \Delta U + A = 0 + p_0 V$
 $p_0 V = \lambda_k \cdot \Delta m + \gamma_n \cdot m$

2) $pV = \nu RT$
 $p_{\text{нас}} V = \frac{m}{\mu} RT$

$$m = \frac{\mu V p_{\text{нас}}}{RT}$$

3) $p_0 V = \lambda_k \cdot \Delta m + \gamma_n \cdot \frac{\mu V p_{\text{нас}}}{RT}$
 $\gamma_n \cdot \mu \cdot V \cdot p_{\text{нас}} = RT(p_0 V - \lambda_k \Delta m)$

$$p_{\text{нас}} = \frac{RT(p_0 V - \lambda_k \Delta m)}{\gamma_n \cdot \mu \cdot V}$$

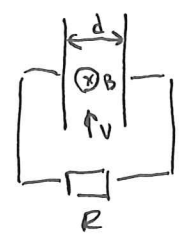
$$p_{\text{нас}} = \frac{8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 273 \text{ К} (10^5 \text{ Па} \cdot 30 \text{ м}^3 - 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 1 \text{ кг})}{2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 30 \text{ м}^3}$$

$p_{\text{нас}} = 148068,91 \text{ Па}$
 Ответ: 148068,91 Па

91
 x 83
 + 273
 728
 + 65,3
 793,3
 + 68877
 61224
 68111,7
 46
 221
 -184
 371
 368
 317
 -216
 101
 -368
 428
 -414
 14

N 3.3.3

Дано:
 $R = 0,4 \text{ Ом}$
 $d = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м}$
 $B = 1 \text{ Тл}$
 $P_m = 1 \text{ мВт}$
 $U = ?$



1) $F_n = q \cdot [v \times B]$

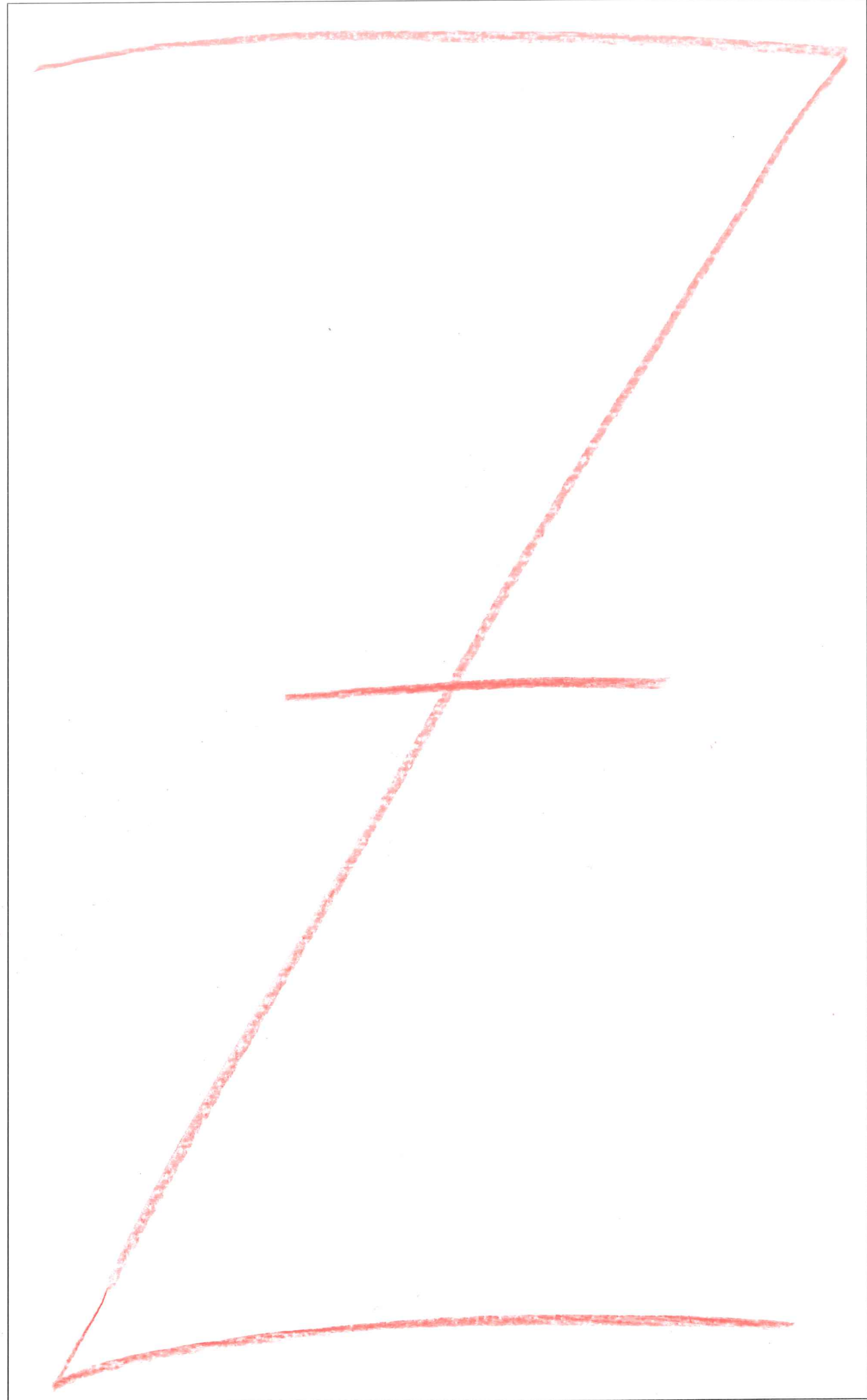
$$\epsilon_i = Bdv$$

$$I = \frac{B \cdot v \cdot d}{R+r}$$

2) $P = \frac{B^2 v^2 d^2}{R+r} \cdot R$

чтобы P была максимальной (P_m)

$P'(R) = 0$
 $P'(R) = \frac{B^2 v^2 d^2 (R+r)^2 - 2B^2 v^2 d^2 R(R+r)}{(R+r)^4} = \frac{B^2 v^2 d^2 \cdot (r-R)}{(R+r)^3} = 0 \Rightarrow R-r=0 \Rightarrow R=r$





Черновик

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 \cdot y \cdot l}{d}$$

$$C_2 = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot (l-y) \cdot l}{d}$$



$$U \frac{\epsilon_0 \cdot x \cdot l}{d} + U \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot (l-x) \cdot l}{d} = q_0$$

$$6,5 = \frac{13}{47}$$

$$U \epsilon_0 x l + U \epsilon_0 \epsilon (l-x) l = q_0 d = U_0 \epsilon_0 l^2$$

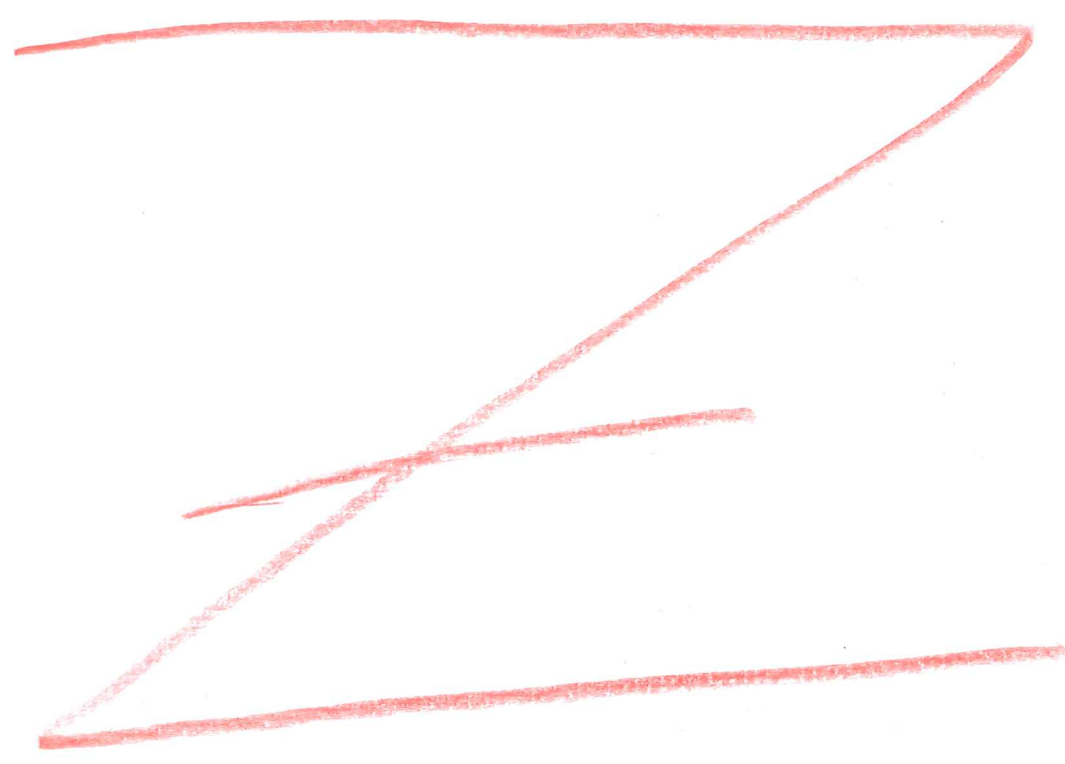
U =

$$\frac{C_0 U_0^2}{2} = \frac{C_1 U^2}{2} + \frac{C_2 U^2}{2} + \frac{m(y)^2}{2}$$

$$C_0 U_0^2 = (C_1 + C_2) U^2 + m(y)^2$$

$$C_0 U_0^2 = \frac{C_0 U_0^2}{C_1 + C_2} + m(y)^2$$

$$1000 = \frac{1 \cdot 10^{11}}{100 \cdot 9 \cdot 10^{-19}}$$



94-05-80-09
(3,9)

Черновик

$$P_m = \frac{B^2 d^2}{4R^2} \cdot R$$

$$V^2 = \frac{P_m \cdot 4 \cdot R}{B^2 \cdot d^2} +$$

$$V = \sqrt{\frac{P_m \cdot 4 \cdot R}{B^2 \cdot d^2} +}$$

$$V = \sqrt{\frac{10^4 \text{ Вт} \cdot 4 \cdot 0,04 \text{ м}}{1 \text{ Тл}^2 \cdot 4 \cdot 0,04 \text{ м}^2}} = 10 \sqrt{10} \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$= 10 \sqrt{10} \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Ответ: $10 \sqrt{10} \frac{\text{см}}{\text{с}}$

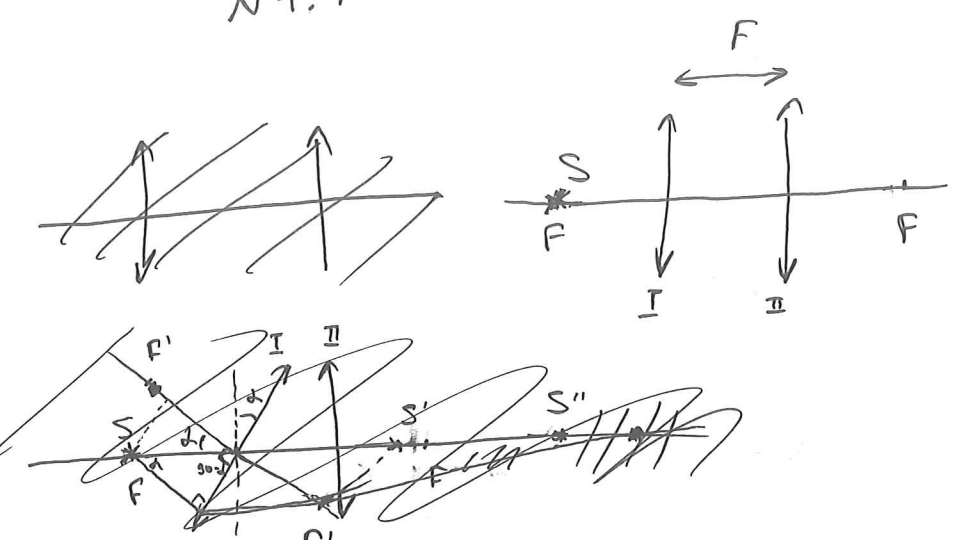
N 4.10.3

Dans:

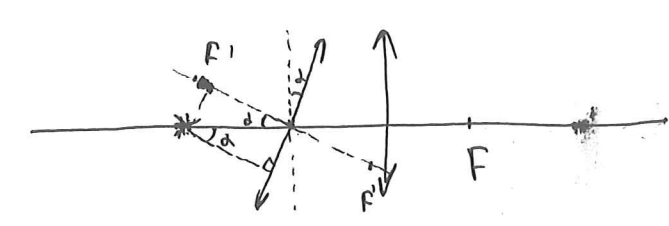
$$F = 3,5 \text{ см}$$

$$x = 23,5 \text{ см}$$

$$d = ?$$



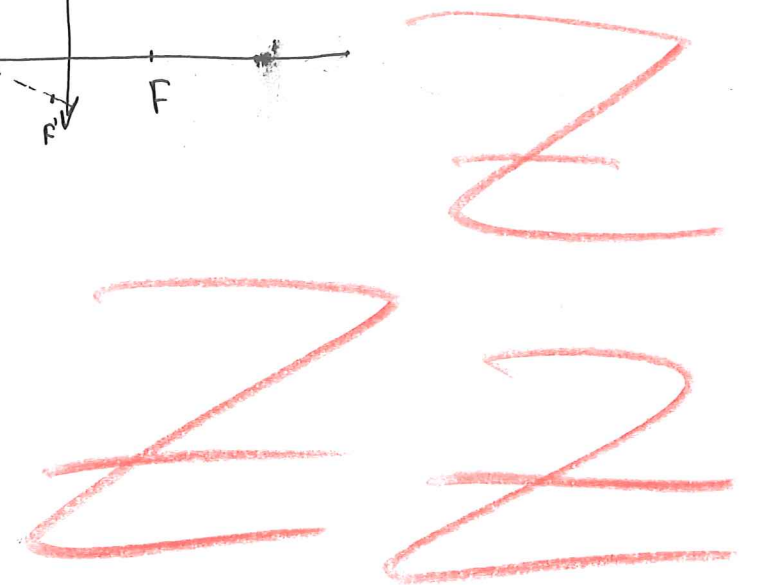
1) I линзу повернули и теперь расстояние от линзы до источника света равно $F \cdot \cos \alpha < F \Rightarrow$ изображение (см. рис.) будет мнимым



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} - \frac{1}{f_1}$$

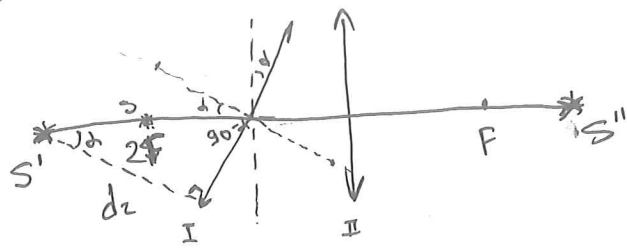
$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{F \cdot \cos \alpha} - \frac{1}{F}$$

$$f_1 = \frac{F \cdot \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}$$



Штобик

2) мнимое изображение образуется в II линзе



~~расстояние~~ f_1 - это расстояние от I линзы до мнимого изобр.

~~это~~ f_2 - это расстояние от мнимого изобр. до II линзы равно

$$d_2 = \frac{f_1}{\cos \alpha} + F = \frac{F}{1 - \cos \alpha} + F = F \left(\frac{2 - \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} \right)$$

ур. тонкой линзы: (S' за $2F$ II линзы \Rightarrow изобр. действит.)

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1 - \cos \alpha}{F(2 - \cos \alpha)} + \frac{1}{f_2}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{2 - \cos \alpha - 1 + \cos \alpha}{F(2 - \cos \alpha)} = \frac{1}{F(2 - \cos \alpha)}$$

$f_2 = F(2 - \cos \alpha)$ - расстояние от конечного изображения до II линзы

$$x = f_2 + 2F$$

$$F(4 - \cos \alpha) = x$$

$$\cos \alpha = \frac{4F - x}{F} \Rightarrow \alpha = \arccos \left(\frac{4F - x}{F} \right)$$

$$\alpha = \arccos \left(\frac{4 \cdot 7,5 \text{ см} - 23,5 \text{ см}}{23,5 \text{ см}} \right) = \arccos \frac{13}{47}$$

Ответ: $\arccos \left(\frac{13}{47} \right)$



Черновик

$$S = v_1 t_2 + a t_1 t_2 + \frac{a t_2^2}{2} = v_1 t_1 + \frac{a t_1^2}{2}$$

$$v_1 (t_2 - t_1) = \frac{a t_1^2 - 2 a t_1 t_2 - a t_2^2}{2}$$

$$v_1 = \frac{a (t_1^2 - 2 t_1 t_2 - t_2^2)}{2 (t_2 - t_1)}$$

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

$$= \frac{10^4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot (20^2 - 2 \cdot 0,51 \cdot 20^2 + 20^2)}{2 \cdot (-1) \cdot c}$$

$$= \frac{10^4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 0,02 c^2}{2 c} = \frac{5 \cdot 2}{100} = 0,1 \text{ м} = 10 \text{ см}$$

$$p_{\text{нас}} = \frac{RT(p_0 V - \Delta k \Delta m)}{r \mu} = \frac{8,3 \cdot 273 \cdot (10^5 \cdot 30 - 3,3 \cdot 10^3 \cdot 0,01)}{2,3 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-8} \cdot 2}$$

$$\ddot{q} + \omega_0^2 q = 0$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{2F \cos \alpha} + \frac{2}{F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1 - \cos \alpha}{2F \cos \alpha - F} - \frac{1}{f'}$$

$$\frac{1}{f'} = \frac{2F \cos \alpha - F - f + F \cos \alpha}{F^2 (2 \cos \alpha - 1)} = \frac{3 \cos \alpha - 2}{F(2 \cos \alpha - 1)}$$

$$x = f' = \frac{3 \cos \alpha - 2}{\frac{3 \cos \alpha - 1}{3 \cos \alpha - 2}}$$

$$3x \cos \alpha - 2x = 2F \cos \alpha - F$$

$$\cos \alpha = \frac{2x - F}{3x - 2F}$$

$$= \frac{47 - 7,5}{70,5 - 15} = \frac{39,5}{55,5} = \frac{79}{111}$$

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 R^2}{d} = \frac{\epsilon_0 l^2}{d}$$

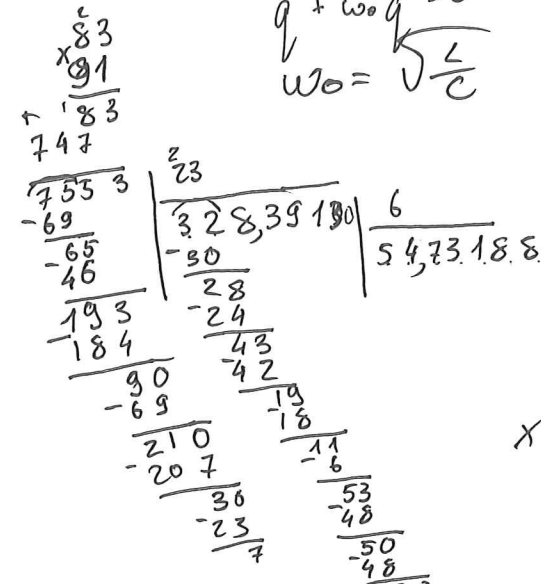
$$U_0 = \frac{q_0}{C_0} \quad U = \frac{q_0 d}{\epsilon_0 R^2}$$

$$q_1 + q_2 = q_0$$

$$q_0 = C_0 U_0 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_0 l^2}{d} U_0$$

$$U \epsilon_0 \cdot l \neq U \epsilon_0 \epsilon_0 \cdot l$$

$$q_{\text{чел.}} \Rightarrow \frac{q_{\text{чел.}}}{\epsilon_0}$$



Черновик

$$pV = \sqrt{RT}$$

$$p_{max} V = \frac{m}{M} RT$$

$$m = \frac{M p_{max} V}{RT}$$

$$\Delta k \Delta m = r m$$

ЗСЭ:

$$p_0 V = \Delta k \Delta m + r m$$

$$p_0 V = \Delta k \Delta m + r \cdot \frac{M V p_{max}}{RT}$$

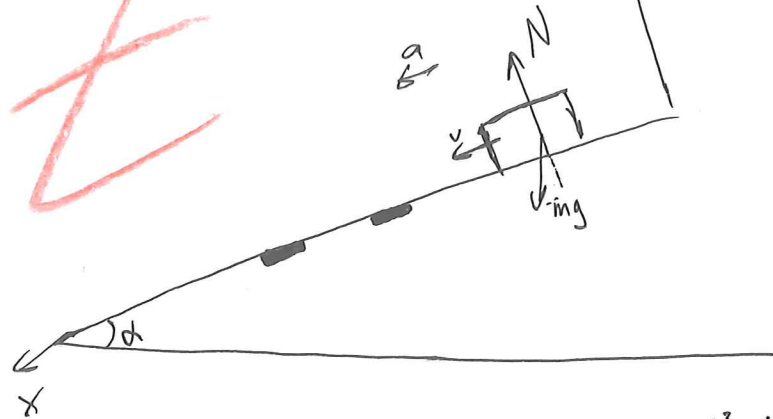
$$F_n = q [\vec{v} \cdot \vec{B}]$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$



$$mg_z = mg \sin \alpha$$

$$S = \frac{v_{k2}^2 - v_i^2}{2a} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a}$$



$$S = v_1 t_1 + \frac{a t_1^2}{2}$$

$$S = v_2 t_2 + \frac{a t_2^2}{2}$$

$$2v_{12}^2 = v_2^2 + v_1^2$$

$$v_{12}^2 = v_1 \cdot v_2$$

$$v_1 t_1 + \frac{a t_1^2}{2} = v_1 t_2 + a t_1 t_2 + \frac{a t_2^2}{2}$$

$$v_1 = \frac{S}{t_1} - \frac{a t_1^2}{2}$$

$$v_2 = \frac{S}{t_2} - \frac{a t_2^2}{2}$$

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

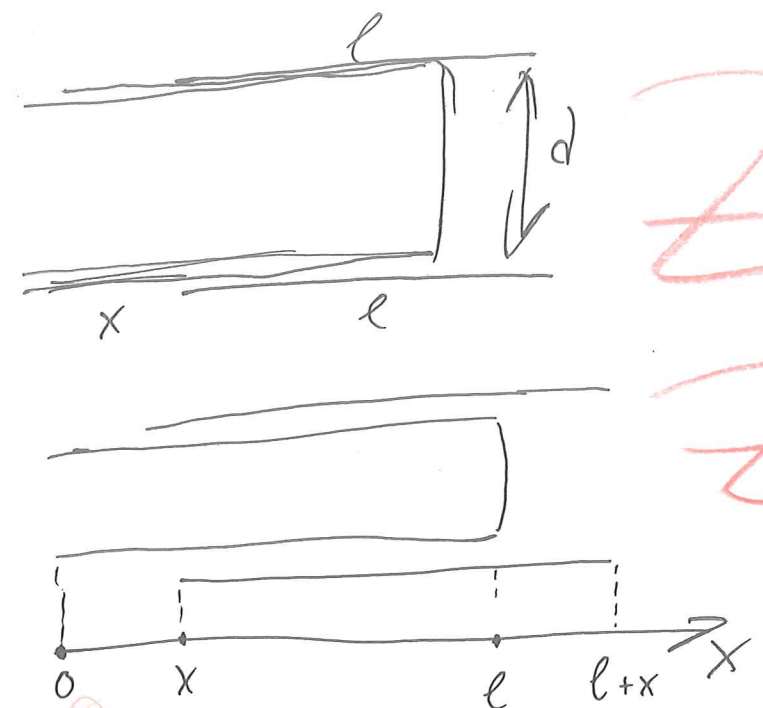
$$= \frac{10^{-11} \cdot \frac{1}{2}}{2} \cdot \frac{1c^2 - 2 \cdot 0.51 \cdot 1c^2 - 2c^2}{(t_1 - t_2)}$$

94-05-80-09 (3.9)

Черновик

N5.2.3

Дано:
 $U_0 = 100 \text{ В}$
 $d = 1 \text{ мм}$
 $m = 10 \text{ н}$
 $x = 0,1 \text{ мм}$
 $x \ll d \ll l$
 $T = 4,35 \text{ с}$
 $\epsilon = 4$
 $\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$
 $l = ?$



1) Изначально:

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 R^2}{d} = \frac{\epsilon_0 l^2}{d} \Rightarrow q_0 = \frac{U_0 \epsilon_0 l^2}{d} \Rightarrow l = \sqrt{\frac{q_0 d}{U_0 \epsilon_0}}$$

$$U_0 = \frac{q_0}{C_0}$$

2) диэлектрик уменьшает поле в ϵ раз при его вводе мы можем рассмотреть систему зарядов

$$q_1 + q_2 = q_0$$

$$\frac{U \epsilon_0 x l}{d} + \frac{U \epsilon_0 \epsilon (l-x) l}{d} = q_0 = \frac{U_0 \epsilon_0 l^2}{d}$$

$$U \epsilon_0 l (x + \epsilon (l-x)) = U_0 \epsilon_0 l^2$$

$$U = \frac{U_0 l}{x + \epsilon (l-x)}$$

3) уравнение колебаний:

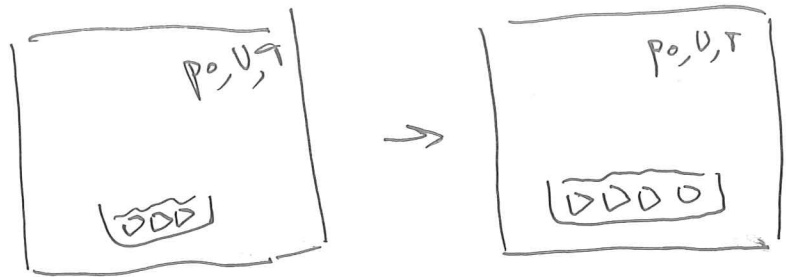
$$\ddot{q} + \omega_0^2 q = 0$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi \nu}{T} \Rightarrow q_0 =$$

№ 3.3

чистовик

Дано:
 $V = 30 \text{ м}^3$
 $T = 273 \text{ К} = 0^\circ \text{C}$
 $\rho_m = 1 \text{ кг}$
 $\lambda_k = 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
 $\gamma_n = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
 $\mu = 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$
 $\rho_{\text{нас}} = ?$



$$1) \rho_{\text{нас}} V = \nu R T = \frac{m}{\mu} R T$$

$$m = \frac{\mu \rho_{\text{нас}} V}{R T}$$

$$2) Q = -\Delta m \lambda_k + m \gamma_n = 0$$

$$m \gamma_n = \Delta m \lambda_k$$

$$\frac{\mu \rho_{\text{нас}} V}{R T} \cdot \gamma_n = \Delta m \lambda_k$$

$$\rho_{\text{нас}} = \frac{R \cdot T \cdot \lambda_k \cdot \Delta m}{\mu \cdot V \cdot \gamma_n}$$

$$\rho_{\text{нас}} = \frac{8,3 \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 273 \text{ К} \cdot 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 1 \text{ кг}}{18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 30 \text{ м}^3 \cdot 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} = 110,91 \text{ Па}$$

Ответ: 110,91 Па

7653
 x 11

 7653
 7653

 15306
 138

 150
 -138

 1260
 -1242

 180
 -138

 42

Черновик 10

$$\sqrt{\frac{10^6 \cdot 4 \cdot 0,4}{1 \cdot 40 \cdot 40}} = 10$$

$$\epsilon_i = B v d$$

$$I = \frac{B v d}{R+r}$$

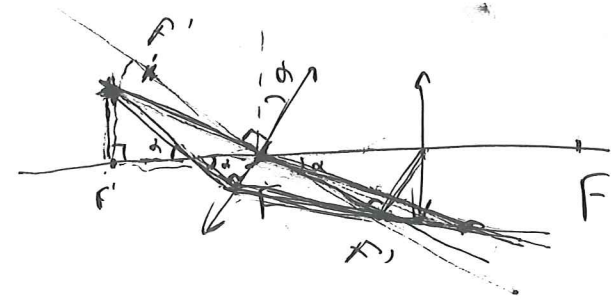
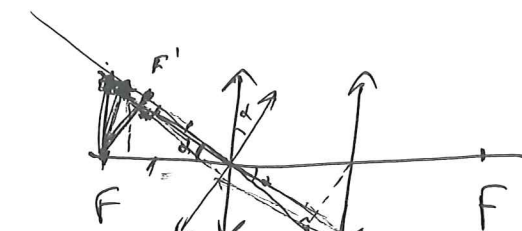
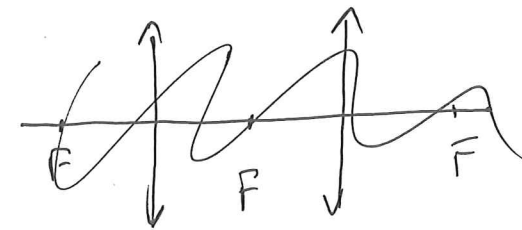
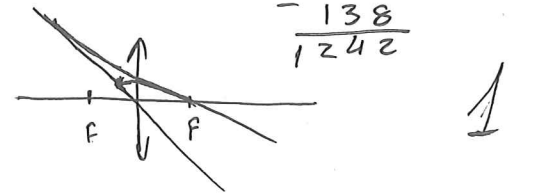
$$P = \frac{B^2 v^2 d^2}{R+r} \cdot R$$

$$P'(v) = \frac{B^2 v d^2 (R+r)^2 \cdot B v d^2 R \cdot 2(R+r)}{(R+r)^4} = \frac{B^2 v^2 d^2}{(R+r)^4} (R+r) \cdot (R+r-2R) = 0$$

$$\left(\frac{R}{R+r}\right)' = \frac{(R+r)^2 \cdot 2R(R+r)}{(R+r)^4}$$

$$P_m = \frac{B^2 v^2 d^2 \cdot R}{4R^2} = \frac{B^2 v^2 d^2}{4R}$$

$$v = \frac{P_m \cdot 4R}{B^2 d^2} = \sqrt{\frac{10^6 \cdot 4 \cdot 0,4 \cdot 0,4}{1 \cdot 40^2 \cdot 4 \cdot 0,4 \cdot 0,4}} = 10 \text{ м/с}$$



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

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

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

$$2: \frac{1}{F} = \frac{1}{d'} - \frac{1}{f'}$$

$$d' = \frac{F \cdot \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} - F = \frac{2F \cos \alpha - F}{1 - \cos \alpha}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1 - \cos \alpha}{2F \cos \alpha - F} - \frac{1}{f'}$$

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