0 513158 210004

51-31-58-21
(4.3)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 10 класс

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов"
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Курилова Никиты Павловича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

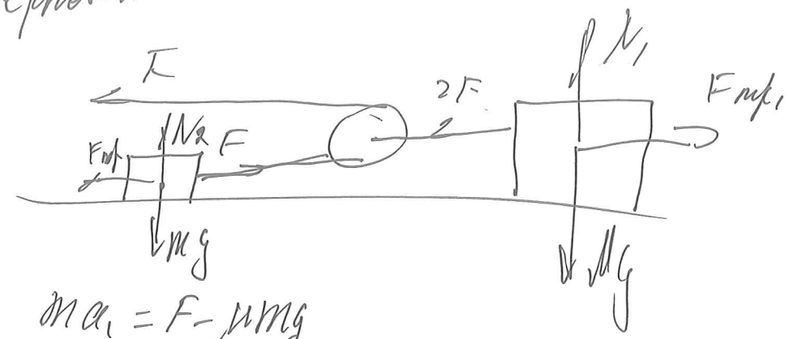
Дата
«13» февраля 2026 года

Подпись участника

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик



$ma_1 = F - \mu mg$

$Ma_2 = 2F - \mu Mg$

$\Delta x = \frac{(a_1+a_2)\tau^2}{2}$ $\quad \frac{2\Delta x}{\tau^2} = \frac{F}{m} - \mu g + \frac{2F}{M} - \mu g$

$\frac{2\Delta x}{\tau^2} + 2\mu g = F\left(\frac{M+2m}{mM}\right)$

$\frac{2\Delta x}{\tau^2} + 2\mu g = F\left(\frac{2m+2m}{2m^2}\right) = F\frac{4m}{2m^2} = \frac{2}{m}$

$\left(\frac{2\Delta x}{\tau^2} + 2\mu g\right)\frac{m}{2} = F = m\left(\frac{\Delta x}{\tau^2} + \mu g\right) = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{1} + 0{,}3\cdot 10\right) =$

$= \frac{1}{2}\cdot 4 = 2Н$

?

$\frac{10^{-1}}{105\cdot 10^{-1}} = \frac{1}{105\cdot 10^{0}}$

$\frac{6}{105} = 2/35$

$1\cdot 10^{-3} = 0{,}001 \quad \frac{1}{1000} = 0{,}001$

2.

М.

Санти – 2

Милли – 3

Микро – 11

51-31-58-21 (4.3)

Чистовик

$m = 0{,}5кг$

$M = 2m = 1кг$

$\tau = 1с$

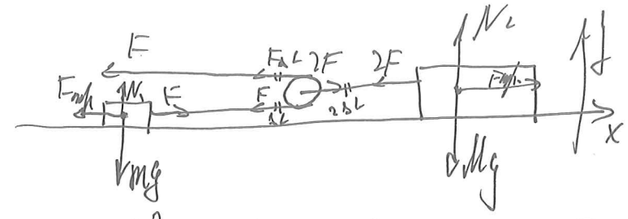
$\Delta x = 1м$

$\mu = 0{,}3$

$g = 10\frac{м}{с^2}$

F – ?

Дан-е:



$\Delta x = \frac{a_1\tau^2}{2} + \frac{a_2\tau^2}{2}$

т.к. нить невесомая и $T = F$, т.к. блок ид. ~~весомый~~

$\Sigma F = 0$

II з-н на Ox: $ma_1 = F - F_{тр1}$

$Ma_2 = -2F + F_{тр2}$

Oy: $0 = N_1 - mg$ $\quad N_1 = mg$

$0 = N_2 - Mg$ $\quad N_2 = Mg$

$F_{тр} = \mu N$

$ma_1 = F - \mu mg$

$Ma_2 = 2F - \mu Mg$

$F = \frac{2\Delta x}{9\tau^2}(m+2M) + \frac{\mu g}{3}(m+M) =$

$= \frac{2\cdot 1}{9\cdot 1}(0{,}5+2\cdot 1) + \frac{0{,}3\cdot 10}{3}(0{,}5+1) = \frac{2}{9}\left(\frac{1}{2}+2\right) + \frac{1}{2}\cdot 1 = \frac{2}{9}\cdot\frac{5}{2} + \frac{3}{2} =$

$= \frac{10+27}{18} = \frac{37}{18}Н = 2Н$

Отв: 2Н

$a_1 = \frac{F - \mu mg}{m}$ $\quad a_2 = \frac{2F - \mu Mg}{M}$

$\frac{F - \mu mg}{m} + \frac{2F - \mu Mg}{M} = \frac{2\Delta x}{\tau^2}$

$F\left(\frac{1}{m} + \frac{2}{M}\right) = \frac{2\Delta x}{\tau^2} + 2\mu g$

$F = \left(\frac{2\Delta x}{\tau^2} + \mu g(m+M)\right)\frac{mM}{M+2m} = \left(\frac{2\cdot 1}{1} + 0{,}3\cdot 10\right)\frac{1\cdot 1}{1+1} =$

$= (2+6)\frac{1}{4} = 2Н$

Отв: 2Н

1	2	3	4	5	Σ
20	20	20	15	14	89

Уважаемый Алексей, Понимаю! Понимаю!

№ 2

Чистовик

$\alpha = 45^\circ$

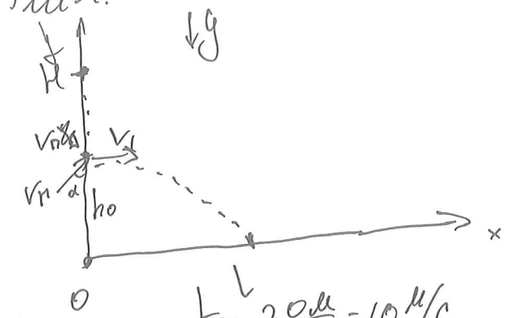
$\tau = 2c$

$H - ?$

$L = 20м$

$m_п << M_ш$

Т.м-т:



$V_x \tau = L \Rightarrow V_x = \frac{L}{\tau} = \frac{20м}{2c} = 10 м/c$

$\frac{g\tau^2}{2} = h_0 = \frac{10 \cdot 2^2}{2} = 20м$

ЗСИ: $M\vec{V_0} + m\vec{V_п} = (M+m)\vec{V_x}$

$Oy: -MV_0 + mV_п\cos\alpha = 0$

$Ox: 0 + mV_п\sin\alpha = (M+m)V_x \approx MV_x \Rightarrow V_п = \frac{M}{m}V_x\sqrt{2}$

$-MV_0 + m \cdot \frac{M}{m}V_x\sqrt{2}\cos 45 = 0$

$V_0 = V_x\sqrt{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = V_x = 10 м/c$

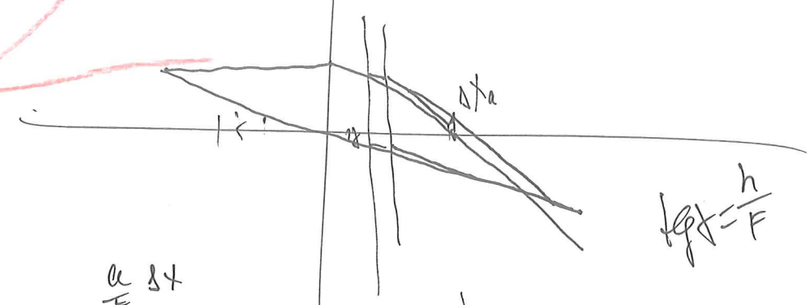
ЗСЭ: $MgH = \frac{MV_0^2}{2} + Mgh_0$

$H = \frac{V_0^2}{2g} + h_0 = \frac{100}{2 \cdot 10} + 20 = 25м$

Отв: 25м

Черновик

$0,05070 \cdot 10^{-3}$



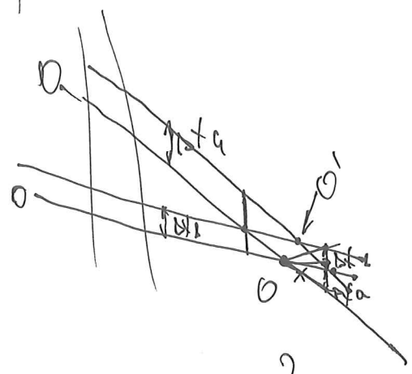
$tg\gamma = \frac{h}{F}$

$tg\alpha = \frac{\frac{a}{F}\Delta x}{x}$

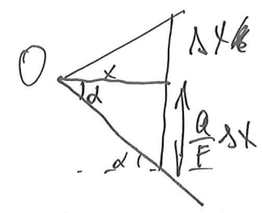
$tg\alpha = \frac{a}{h}$

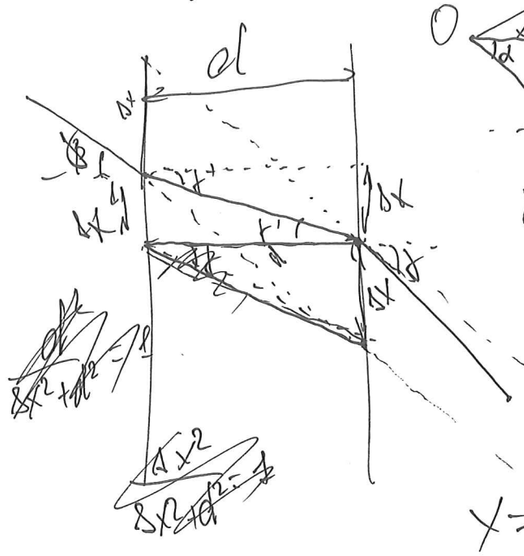
$\frac{a}{h} = \frac{a\Delta x}{Fx}$

$x = \frac{h\Delta x}{F}$



$\frac{2}{35 \cdot 1000}$





$n\sin\gamma' = \sin\gamma = \frac{h}{F} = tg\gamma$

$tg\gamma' = \frac{\Delta x}{d}$

$\frac{h}{nF} = \frac{\Delta x}{d} \Rightarrow \frac{h}{F} = \frac{n\Delta x}{d}$

$x = \frac{n\Delta x^2}{d}$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

51-31-58-21
(4.3)

№3

$V = 50\ м^3$

$\varphi_0 = 0{,}415$

$T_0 = 300\ К$

$T = 373\ К$

$r = 80\ Дж$

$U = 100\ В$

$\eta = 0{,}8$

$\tau = 2300\ с$

$p_н = 2\cdot10^3\ Па$

$\lambda = 2{,}3\cdot10^6\ \frac{Дж}{кг}$

$\mu = 18\cdot10^{-3}\ \frac{кг}{моль}$

$R = 8{,}3\ \frac{Дж}{моль\cdot К}$

$\rho_к - ?$

Решение. Чистовик

~~Ав-ка~~ Менделеев-Клапейрон $pV = \nu RT \Rightarrow$

$\Rightarrow pV = \frac{m}{\mu}RT \quad p\mu = \rho RT \Rightarrow \rho = \frac{p\mu}{RT}$

$\frac{p}{p_н} = \varphi_0 \Rightarrow p = \varphi_0 p_н \Rightarrow \rho_0 = \frac{\varphi_0 p_н \mu}{RT_0}$

$Q = I^2 r\tau = \frac{U^2}{r}\tau \qquad m_0 = \rho_0 V = \frac{\varphi_0 p_н \mu}{RT_0}V$

$Q_п = \eta Q = \frac{\eta U^2 \tau}{r} \qquad Q_п = \Delta m \lambda$, т.к. вода при $T_{кип.}$

$\Delta m = \frac{Q_п}{\lambda} = \frac{\eta U^2 \tau}{\lambda r}$

$\rho_к = \frac{m_0 + \Delta m}{V} = \rho_0 + \frac{\Delta m}{V} = \frac{\varphi_0 p_н \mu}{RT_0} + \frac{\eta U^2 \tau}{\lambda r V}$

$\rho_к = \frac{0{,}415\cdot2\cdot10^3\cdot18\cdot10^{-3}}{8{,}3\cdot300} + \frac{0{,}8\cdot(10^2)^2\cdot2300}{23\cdot10^5\cdot80\cdot50} =$

$= \frac{0{,}83\cdot\cancel{18}^{6}}{8{,}3\cdot\cancel{3}\cdot100} + \frac{\cancel{8}\cdot10^{-1}\cdot10^4\cdot\cancel{23}\cdot\cancel{10^2}}{\cancel{23}\cdot10^5\cdot\cancel{8}\cdot\cancel{10}\cdot5\cdot\cancel{10}} =$

$= \frac{0{,}6}{100} + 0{,}2\cdot10^{-2} = 0{,}6\cdot10^{-2} + 0{,}2\cdot10^{-2} = 0{,}8\cdot10^{-2} = 8\cdot10^{-3}$

$\rho_н = \frac{p_н\mu}{RT_0} \quad \rho_н = \frac{2\cdot10^3\cdot18\cdot10^{-3}}{8{,}3\cdot300} = \frac{\cancel{36}}{\cancel{83}} = \frac{2\cdot\cancel{18}^{6}}{83\cdot\cancel{3}\cdot10} = \frac{12}{83}\cdot10^{-1} \approx$

$\approx 0{,}14\cdot10^{-1} = 14\cdot10^{-3}$

$\rho_н > \rho_к \Rightarrow \rho_к +$

$\rho_к = 8\cdot10^{-3}\ \frac{кг}{м^3} = 8\ г/м^3$

$120 : 83 = 0{,}144$

$120 - 83 = 370$

$370 - 332 = 38$

Отв: $8\ г/м^3$

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

№ 3.

$m_1 = 660 \cdot 10^{-8}$ кг

$m_3 = 744 \cdot 10^{-8}$ кг

$S = 110 \cdot 10^{-4}$ м^2

$k_1 = 3{,}3 \cdot 10^{-7}$ кг/кг

$k_2 = 1{,}1 \cdot 10^{-6}$ кг/кг

$k_3 = 9{,}3 \cdot 10^{-8}$ кг/кг

$\rho = 1{,}05 \cdot 10^{4}$ кг/м^3

Что надо найти?

Реш-е: N4

Чистовик

рисунок?

объяснение?

$I = const$

$q_1 k_1 = m_1$

$q_2 k_2 = m_2$

$(q_1 + q_2) k_3 = m_3$

$q_1 = \frac{m_1}{k_1}$ $q_2 = \frac{m_2}{k_2}$

$\frac{m_1}{k_1} k_3 + \frac{m_2}{k_2} k_3 = m_3$

$\frac{m_2}{k_2} = \frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1}$

$m_2 = \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1}\right) k_2$

что ищется?

$V = \frac{m_2}{\rho} = Sh \Rightarrow h = \frac{m_2}{\rho S} =$

?

$= \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1}\right) \frac{k_2}{\rho S}$ ✓

$m_2 = \left(\frac{744 \cdot 10^{-8}}{9{,}3 \cdot 10^{-8}} - \frac{660 \cdot 10^{-8}}{3{,}3 \cdot 10^{-7}}\right) \frac{1{,}1 \cdot 10^{-6}}{1{,}05 \cdot 10^{4} \cdot 110 \cdot 10^{-4}} =$

$= \left(\frac{744}{93} \cdot 10^{(-3+8)} - \frac{66 \cdot 10^{-2}}{33 \cdot 10^{-2}}\right) \frac{11 \cdot 10^{-7}}{1{,}05 \cdot 11 \cdot 10} \cdot 10^{-3} = (8 \cdot 10^{5} - 2 \cdot 10^{5}) \cdot \frac{1}{105 \cdot 10^{6}} =$

$= \frac{6 \cdot 10^{-3}}{105} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{35} \approx \cancel{51 \cdot 10^{-6}}$ $51 \cdot 10^{-6}$ м ?

Отв: 51 микрометр

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

51-31-58-21 (4.5)

№ 5.
d = 3см
n = 1,5

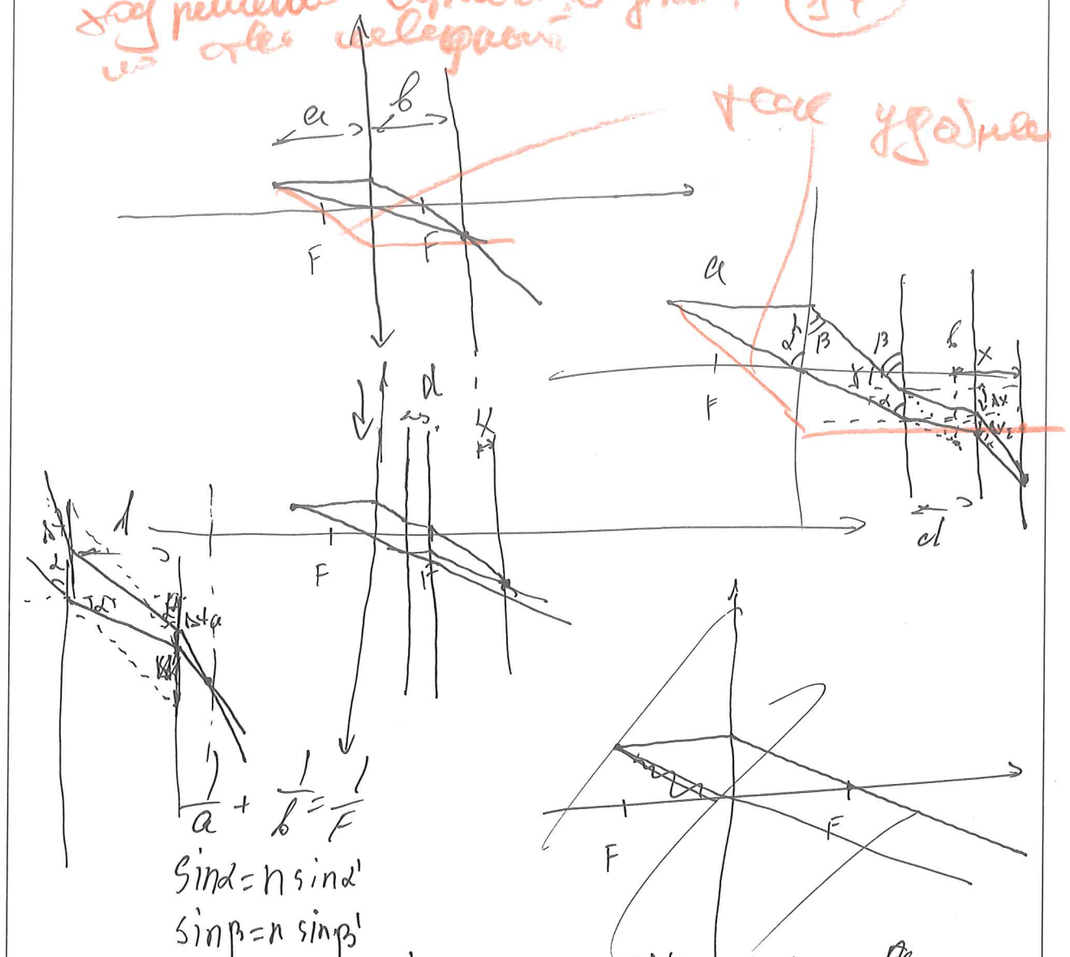
Дано:

Чистовик

1. т.к. изобр за линзой, она собирающая,
2. т.к. точка перед перед F, ~~и~~ $d > F$

хор решение (первый в углах, из отв. телефона) 14

хорошо удобно



$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

$$\sin\alpha = n \sin\alpha'$$

$$\sin\beta = n \sin\beta'$$

$$\sin\alpha' = \frac{\Delta x_a}{d} = \frac{\sin\alpha}{n} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{n\Delta x_a}{d} \approx \alpha \approx tg\alpha = \frac{a}{h} \Rightarrow$$

$$\sin\beta' = \frac{\Delta x_b}{d} \rightarrow \sin\beta = \frac{n\Delta x_b}{d} \approx \beta \approx tg\beta = \frac{F}{h} \Rightarrow h = \frac{Fd}{n\Delta x_b}$$

$$h = \frac{ad}{n\Delta x_a}$$

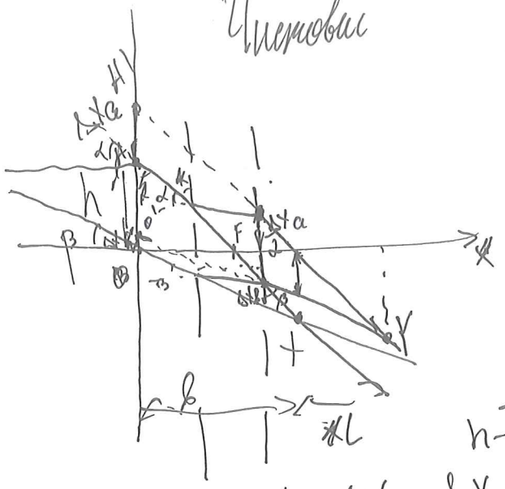
$$\sin\alpha \frac{a}{\sqrt{a^2+h^2}} \quad \sin\beta = \frac{F}{\sqrt{F^2+h^2}}$$

$$\cancel{\cos\alpha \approx 1} \quad \cancel{\cos\alpha = \frac{h}{a} \Rightarrow h = a} \quad \cos\beta = \frac{a\cancel{d}}{\cancel{n}\Delta x_a} = \frac{F\cancel{d}}{\cancel{n}\Delta x_b}$$

$$\frac{a}{\Delta x_a} = \frac{F}{\Delta x_b} \qquad \frac{a}{F} = \frac{\Delta x_a}{\Delta x_b} \qquad \Delta x_a = \Delta x_b \frac{a}{F}$$

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

Чистовик



плоскость || пластинка не меняет углы, а смещает лучи на d →

$\Rightarrow \triangle OAX \sim \triangle O'A'Y$

$\frac{OA}{O'A'} = \frac{b}{b+x}$

$\frac{h}{h-\Delta x_b+\Delta x_a} = \frac{b}{b+x}$

$\Delta x_b = \Delta x \quad \Delta x_a = \Delta x \frac{a}{F}$

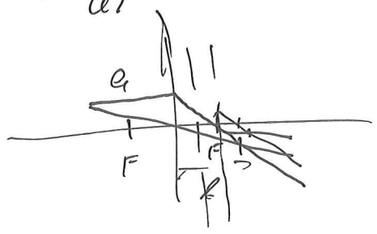
$\frac{1}{a}+\frac{1}{b} = \frac{1}{F} \quad h = \frac{Fd}{n\Delta x} \quad 1+\frac{a}{b} = \frac{a}{F}$

$\frac{h - \Delta x + \Delta x \frac{a}{F}}{h} = 1 + \frac{x}{b} \qquad F = \frac{hn\Delta x}{d}$

$1 - \frac{\Delta x}{h} + \frac{\Delta x a}{hF} = 1 + \frac{x}{b} \qquad \frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a} = \frac{a-F}{aF}$

$\frac{\Delta x}{h}\left(\frac{a}{F}-1\right) = \frac{x}{b}$

$\frac{\Delta x}{h}\left(\frac{ad}{hn\Delta x}-1\right) = \frac{x(a-F)}{aF}$

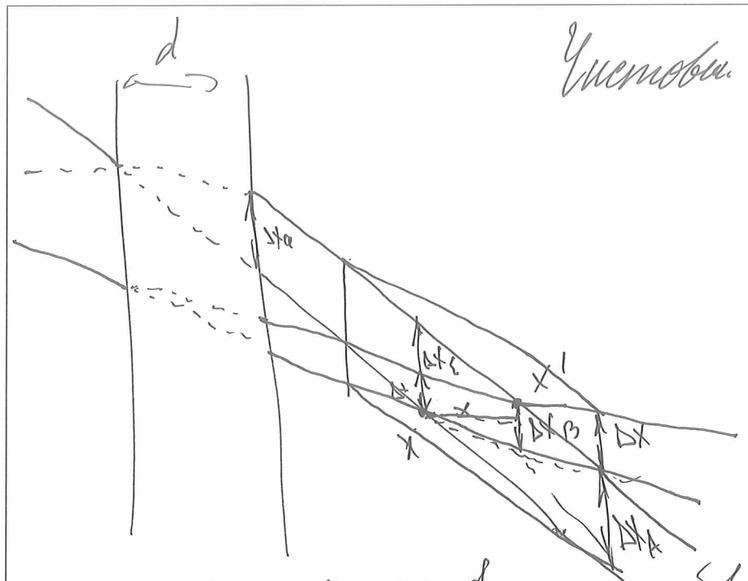


$\frac{\Delta x}{h}\left(\frac{a}{F}-1\right)\cdot\frac{aF}{(a-F)} = x$

$\frac{\Delta x}{h}\left(\frac{a^2}{a-F}-\frac{aF}{a-F}\right) = x = \frac{\Delta x}{h}\left(\frac{a^2-aF}{a-F}\right) = \frac{\Delta x}{h}a =$

$= \frac{\Delta x \cdot a \cdot n\Delta x}{Fd} = \frac{n}{d}\cdot\frac{a\Delta x^2}{F} = \cancel{\frac{n}{d}\cdot\frac{a\Delta x^2 \cdot d}{hn\Delta x}} = \cancel{\frac{a\Delta x}{h}}$

Чистовик



лучи сместились на d → и изобр. сместилось на

Отв: 3см

ответ неверный