0 943824 170002

94-38-24-17
(4.14)

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

Егорова Кирилла Алексеевича
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!

$1200 : 83 = 14{,}0$

$60 : 105$

$6000 : 105 = 57{,}1$

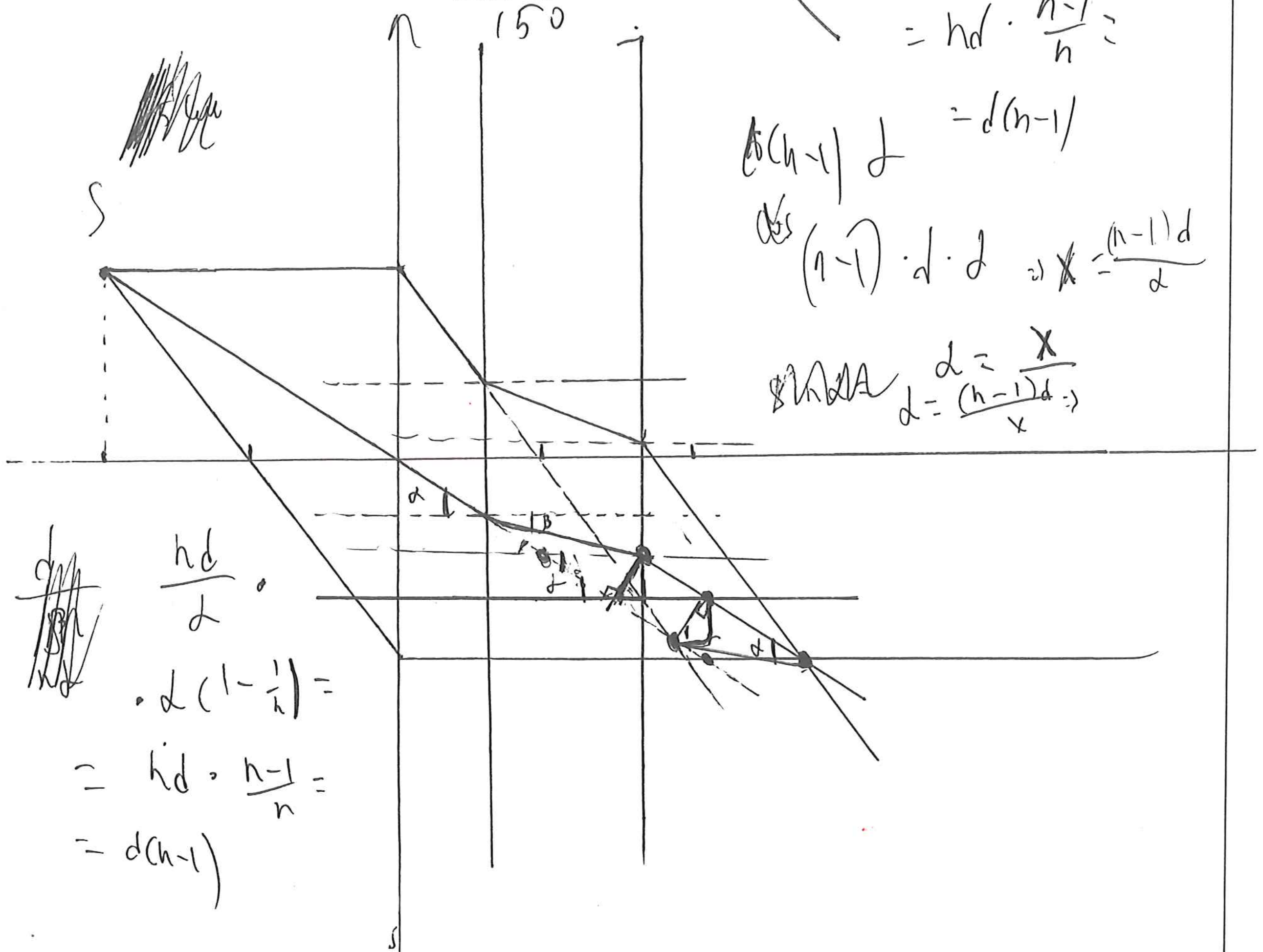
$\frac{d}{\beta} = \frac{hd}{\alpha}$

$\sin(\alpha - \beta) =$

$= \frac{hd}{\alpha}\cdot\left(\alpha - \frac{\alpha}{n}\right) = hd\cdot\frac{n-1}{n} = d(n-1)$

$(n-1)\cdot\alpha\cdot d \Rightarrow x = \frac{(n-1)d}{\alpha}$

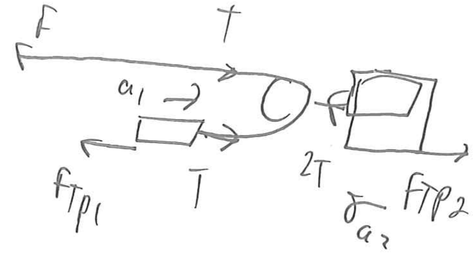
$\alpha = \frac{x}{\alpha} \quad \alpha = \frac{(n-1)d}{x}$



$\frac{hd}{\alpha}\cdot\alpha\left(1-\frac{1}{n}\right) = hd\cdot\frac{n-1}{n} = d(n-1)$

94-38-24-17 (4.14)

2



1) Пусть оба бруска сдвинулись с места. Тогда $F_{тр1} = \mu m g$, $F_{тр2} = \mu M g$ +

$$\begin{cases} ma_1 = T - \mu m g \\ Ma_2 = 2T - \mu M g \\ F = T \\ \frac{(a_1+a_2)\tau^2}{2} = \Delta x \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} ma_1 = F - \mu m g \\ 2ma_2 = F - 2\mu m g \\ a_1 + a_2 = \frac{2\Delta x}{\tau^2} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a_1 = a_2 \\ F = m(a_1 + \mu g) \\ a_1 = \frac{\Delta x}{\tau^2} \end{cases} \Leftrightarrow$$

+ +

$\Leftrightarrow F = m\left(\frac{\Delta x}{\tau^2} + \mu g\right) = 0{,}5(1+3) = 2Н$ +

Проверим, что выполняется условие скольжения:

$F > \mu m g = 0{,}3\cdot 0{,}5\cdot 10 = 1{,}5 \Rightarrow$ да, бруски будут ехать

2) Пусть первый брусок скользит, а второй покоится, тогда:

$$\begin{cases} 2F < \mu M g = 2\mu m g \\ F \geq \mu m g \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} F < \mu m g \\ F \geq \mu m g \end{cases} \Rightarrow$$ противоречие, а бруски могут

ехать только вместе. (Аналогично, если второй двигается, а первый покоится)

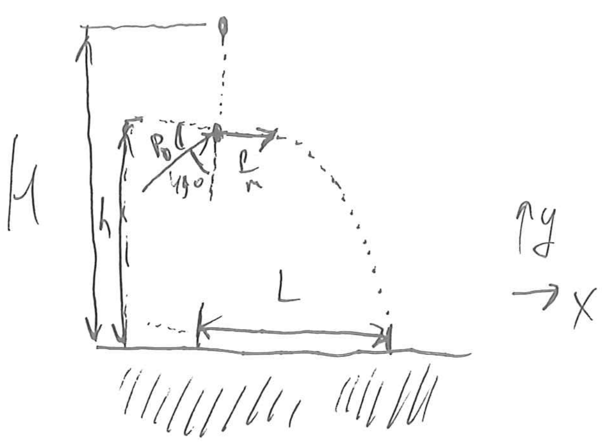
Ответ: 2Н +

20

5	20	Угарова
4	20	Ермилов
3	~~10~~ 20	Лапшин
2	20	Полежаев
1	20	Потапенко
	90	

Лео (интегрирование по вычислении) (Сно)

№2



Пусть пуля сообщила шарику ~~и~~ импульс p_0. Причем его проекции на о.x и о.y равны: $p_x = p_y = p_0\cos 45^\circ = p$

Т.к. сразу после удара шарик двигался горизонтально, то его импульс ~~был погло~~ был равен $\overline{p_{ш}} = -\overline{p_y}$ ⇒ $|p_{ш}| = p$

~~а~~ сразу после удара импульс шарика стал равен $p_x = p$

Из этого найдем на какой высоте произошел удар:

$$\begin{cases} v_0 = \frac{p}{m} \\ \frac{p}{m}\cdot\tau = L \\ v_0^2 = 2g(H-h) \\ \frac{g\tau^2}{2} = h \end{cases} (2)$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} v_0\tau = L \\ v_0^2 = 2g\cdot(H-h) \\ \cancel{h = H - \frac{g\tau^2}{2}} \quad h = \frac{g\tau^2}{2} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} v_0 = \frac{L}{\tau} \\ v_0^2 = 2g\left(H - \frac{g\tau^2}{2}\right) \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{L^2}{\tau^2} = 2g\left(H - \frac{g\tau^2}{2}\right) \Rightarrow H - \frac{g\tau^2}{2} = \frac{L^2}{2g\tau^2} \Rightarrow \boxed{H = \frac{L^2}{2g\tau^2} + \frac{g\tau^2}{2}} =$$

$$= \frac{20^2}{20\cdot 2^2} + \frac{10\cdot 2^2}{2} = 5 + 20 = 25\text{м}$$

Ответ: 25м

$$\rho = \frac{pM}{RT_0} = \frac{2000\cdot 0,018}{8,3\cdot 300} =$$

$$= \frac{20\cdot 0,018}{8,3\cdot 3} = \frac{2\cdot 0,18}{8,3\cdot 3} = \frac{2\cdot 1,8}{83\cdot 3} =$$

$$= \frac{2\cdot 18}{830\cdot 3} = \frac{2\cdot 6}{830} = \frac{12}{830} = 0,014 = 14\,\frac{г}{м^3}$$

$$\begin{array}{r|l} 12,000 & 830 \\ \cline{2-2} -830 & 0,0144\ldots \\ \hline 3700 & \\ -3320 & \\ \hline 380 & \end{array} \qquad \begin{array}{r|l} 1,000 & 500 \\ \cline{2-2} & 0,00 \end{array}$$

$$V_0 = \frac{\varphi_0 p V}{RT_0}$$

$$\lambda\cdot V_0 \cdot M = \frac{U^2}{r}\cdot\eta\tau \Rightarrow V = \frac{\eta U^2\tau}{\lambda M r}$$

$$\frac{1}{500} = \frac{10}{5\cdot 10^3} = \frac{2}{10^3}$$

$$pV = (V+V_0)RT \Rightarrow p = \frac{(V+V_0)RT_0}{V}$$

$$\rho = \frac{pM}{RT_0} = \frac{(V+V_0)M}{V} = \frac{M}{V}\cdot\left(\frac{\varphi_0 pV}{RT_0} + \frac{\eta U^2\tau}{\lambda M r}\right) =$$

$$= \frac{\varphi_0 p\cdot M}{RT_0} + \frac{\eta U^2\tau}{\lambda\cdot V\cdot r} = \frac{0,415\cdot 2000\cdot 0,018}{8,3\cdot 300} + \frac{0,3\cdot 10^4\cdot 2300}{2,3\cdot 10^6\cdot 0,018\cdot 30} =$$

$$= \frac{830\cdot 18\cdot 10^{-3}}{830\cdot 3} + \frac{3\cdot 2,3\cdot 10^5}{2,3\cdot 3\cdot 5\cdot 10^7} = 0,006 + 0,002 =$$

$$= 0,008 = 8\,г$$

6000 | 105
−525 | 57,1428…
750
−735
150
−105
450
−420
300
−2

$q_2 =$

$q_1 + q_2 = q_3 =$

$q \cdot 1{,}14 = 4{,}14 =$

$q_2 = q_3 - q_1 =$

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

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

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

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

$\frac{60}{1{,}05} = \frac{600}{10{,}5} = \frac{6000}{105}$

$\Rightarrow \frac{1{,}1 \cdot 10^{-6}}{1{,}05 \cdot 10^{4} \cdot 110 \cdot 10^{-4}} \cdot \left(\frac{744 \cdot 10^{-6}}{9{,}3 \cdot 10^{-8}} - \frac{660 \cdot 10^{-6}}{3{,}3 \cdot 10^{-7}}\right) = \frac{6 \cdot 10^{3}}{1{,}05 \cdot 10^{3}} = \frac{6}{1{,}05 \cdot 105}\ м$

$= \frac{110 \cdot 10^{-8}}{1{,}05 \cdot 110} \cdot \left(\frac{744 \cdot 10^{-6}}{93 \cdot 10^{-9}} - \frac{660 \cdot 10^{-6}}{330 \cdot 10^{-9}}\right) = \frac{10^{-8}}{1{,}05} \cdot (8 \cdot 10^{3} - 2 \cdot 10^{3})$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

94-38-24-17
(4.14)

№3

В начальный момент: $\varphi_0 \cdot p_{нас} \cdot V = \nu_0 R T_0 \Rightarrow \nu_0 = \frac{\varphi_0 p_{нас} \cdot V}{R T_0}$

УТБ: $\eta \cdot \frac{U^2}{R_r} \cdot \tau = \lambda \cdot m = \lambda \cdot \nu \cdot M \Rightarrow$

$\Rightarrow \nu = \frac{\eta U^2 \tau}{r R \lambda \cdot M}$

через τ: $p \cdot V = (\nu_0 + \nu) R T_0 \Rightarrow \frac{p}{RT_0} = \frac{m}{V} \cdot M^{-1} \Rightarrow$

$\Rightarrow \rho = \frac{pM}{RT_0} = \frac{(\nu_0 + \nu) \cdot M}{V} \Rightarrow \rho = \frac{M}{V} \cdot \left(\frac{\varphi_0 p_{нас} V}{RT_0} + \right.$

$\left. + \frac{\eta U^2 \tau}{R_r \cdot \lambda \cdot M}\right) = \frac{0{,}018}{50} \cdot \left(\frac{0{,}415 \cdot 2000 \cdot 50}{8{,}3 \cdot 300} + \right.$

$\left. + \frac{0{,}8 \cdot 100^2 \cdot 2300}{80 \cdot 2{,}3 \cdot 10^6 \cdot 0{,}018}\right) = \frac{0{,}018}{50} \cdot \left(\frac{830 \cdot 50}{830 \cdot 3} + \frac{8 \cdot 2{,}3 \cdot 10^6}{8 \cdot 2{,}3 \cdot 10^7 \cdot 0{,}018}\right) =$

$= \frac{0{,}018}{50}\left(\frac{50}{3} + \frac{1}{0{,}018 \cdot 10}\right) = \left(\frac{0{,}018}{3} + 0{,}002\right)\frac{кг}{м^3} =$

$= ~~(4+20)\frac{г}{м^3} = 26\frac{г}{м^3}~~\ (6+2)\frac{г}{м^3} = 8\frac{г}{м^3}$

~~Ответ: 26 $\frac{г}{м^3}$~~

Проверим, что такая плотность возможна при T_0:

$\rho' = \frac{p_{нас} \cdot M}{R \cdot T_0} = \frac{2000 \cdot 0{,}018}{8{,}3 \cdot 300} = \frac{2 \cdot 18}{830 \cdot 3} = \frac{12}{830}\frac{кг}{м^3} =$

$= \frac{12000}{830}\frac{г}{м^3} = \frac{1200}{83}\frac{г}{м^3}$ ~~$\approx 15\frac{г}{м^3}$~~ $\approx 14\frac{г}{м^3}$ $> \rho \Rightarrow$

~~$\Rightarrow$ в комнате пар станет насыщенным $\Rightarrow$ Ответ: $14\frac{г}{м^3}$~~

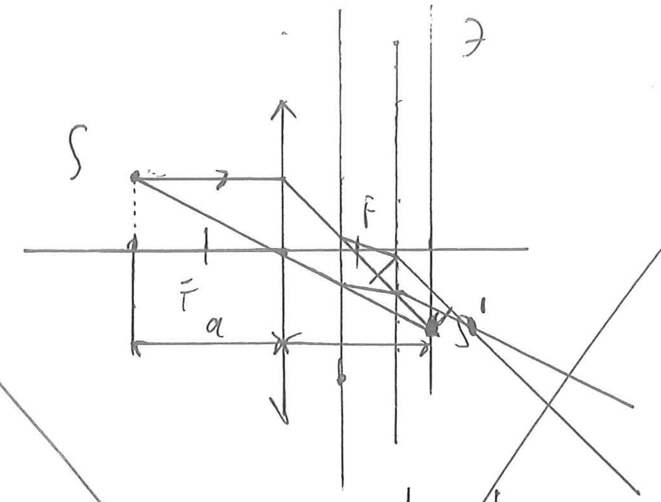
$\Rightarrow$ плотность паров в комнате равна $\rho = 8\frac{г}{м^3}$

Ответ: $8\frac{г}{м^3}$ V

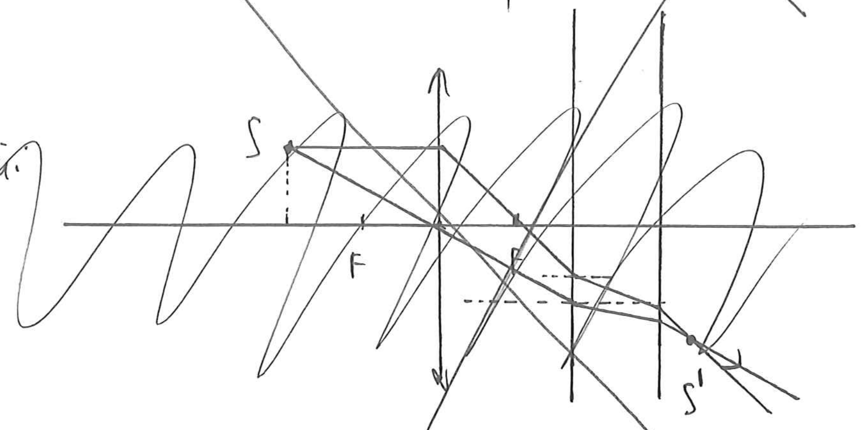
нет решения в общем виде! через числа!

№5

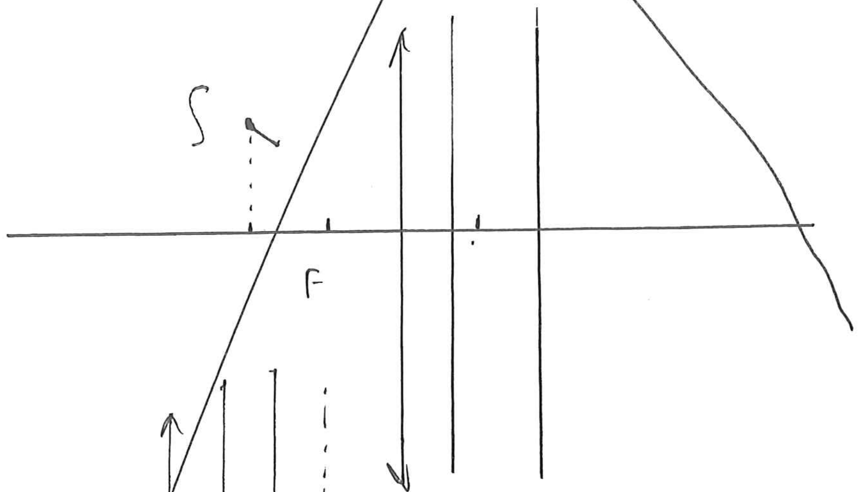
1 случай:

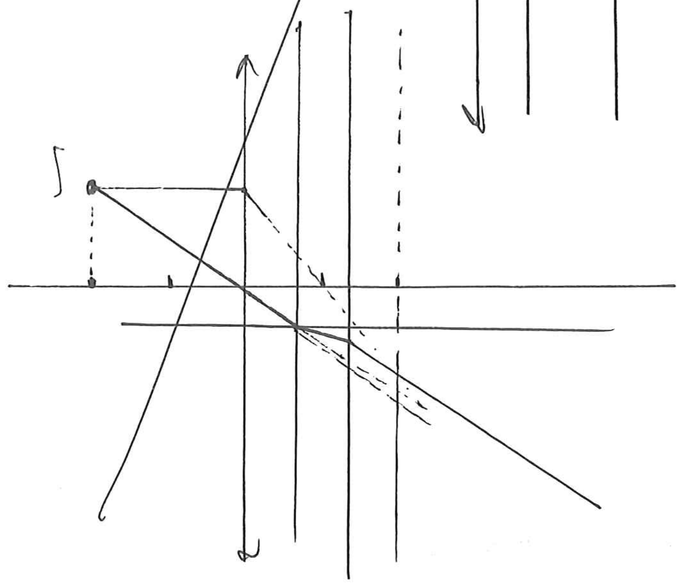


2 случай:



2 случай:



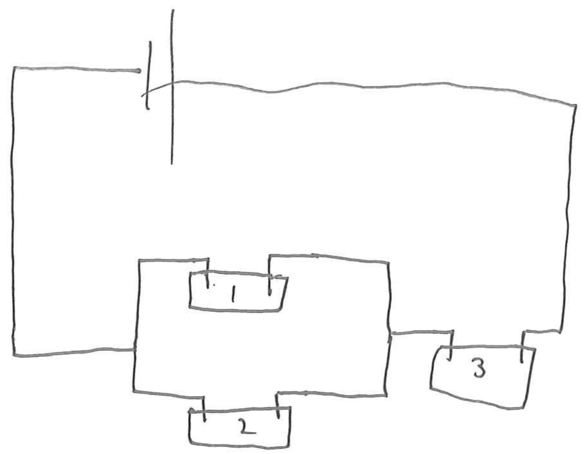


ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

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

94-38-24-17 (4:4)

№3 = 4



через 1-ую ванну протек заряд $q_1 = \frac{m_1}{k_1}$

через 3-ю ванну протек заряд $q_3 = \frac{m_3}{k_3}$ $\Big| \Rightarrow$

$\Rightarrow$ через 2-ю ванну протёк заряд $q_3 - q_1 = q_2 = \frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1}$

откуда $m_2 = q_2 \cdot k_2 \Rightarrow \frac{m_2}{\rho} = S \cdot h \Rightarrow h = \frac{m_2}{S\rho} \Rightarrow$

$$\Rightarrow h = \frac{k_2}{\rho S} \cdot \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1}\right) = \frac{1{,}1 \cdot 10^{-6}}{1{,}05 \cdot 10^{4} \cdot 110 \cdot 10^{-4}} \cdot \left(\frac{744 \cdot 10^{-6}}{9{,}3 \cdot 10^{-8}} - \frac{660 \cdot 10^{-6}}{3{,}3 \cdot 10^{-7}}\right) = \frac{110 \cdot 10^{-8}}{1{,}05 \cdot 110} \cdot \left(\frac{744 \cdot 10^{-6}}{93 \cdot 10^{-9}} - \frac{6{,}6 \cdot 10^{-4}}{3{,}3 \cdot 10^{-7}}\right) =$$

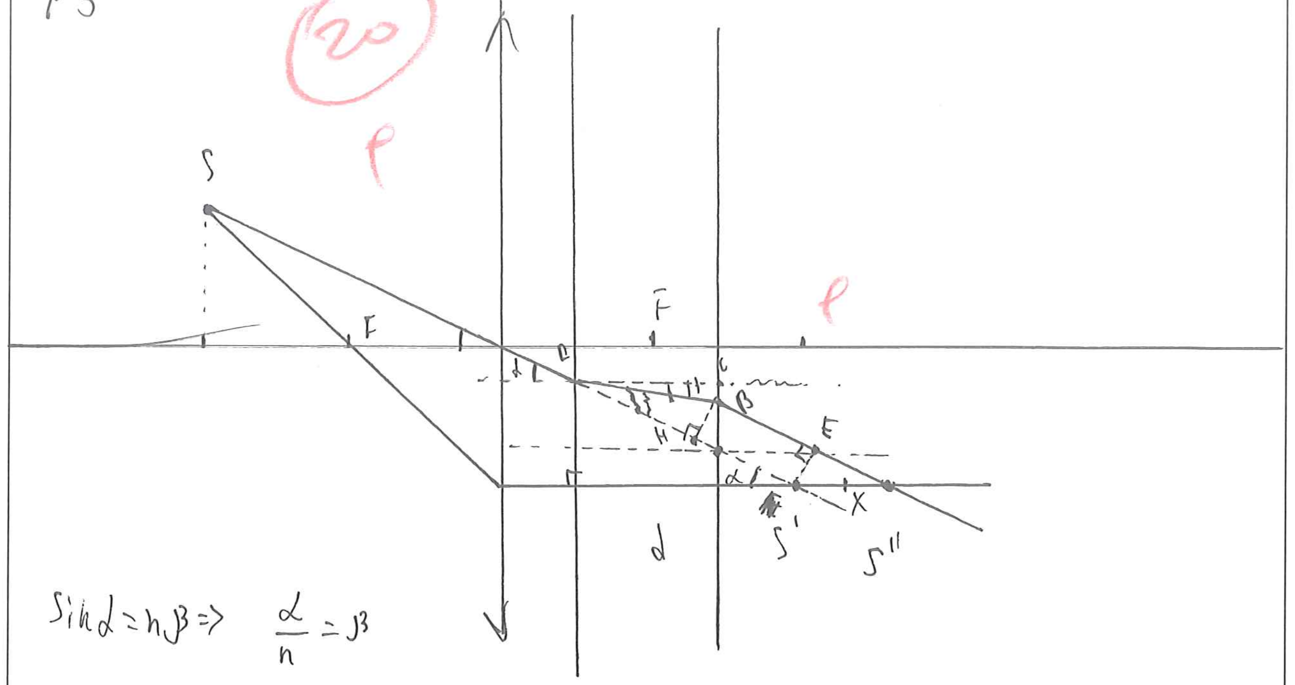
$$= \frac{1}{1{,}05 \cdot 10^{8}} \cdot \left(8 \cdot 10^{3} - 2 \cdot 10^{3}\right) = \frac{6 \cdot 10^{3}}{1{,}05 \cdot 10^{8}} = \frac{6}{1{,}05 \cdot 10^{5}} \text{ м} =$$

$$= \frac{6 \cdot 10^{6}}{1{,}05 \cdot 10^{5}} \text{ мкм} = \frac{60}{1{,}05} \text{ мкм} \approx 60 \text{ мкм}$$

Ответ: 60 мкм

№5

20



$\sin\alpha = n\beta \Rightarrow \frac{\alpha}{n} = \beta$

$\triangle ABC: \ AB = \frac{AC}{\cos\beta} \approx d$

$\triangle ABK: BK = AB \cdot \sin(\alpha - \beta) \approx d \cdot \left(\alpha - \frac{\alpha}{n}\right) = \alpha d \cdot \frac{n-1}{n}$

$\triangle S'S''E: \ \frac{ES'}{X} = \frac{KB}{X} = \cos(90^0 - \alpha) \approx \alpha \Rightarrow \ X = \frac{\alpha d \cdot \frac{n-1}{n}}{\alpha} \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{X = d \cdot \frac{n-1}{n}} = 3 \cdot \frac{0{,}5}{1{,}5} = 1 см$

Ответ: 1см

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

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

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников „Ломоносов"
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
от участника заключительного этапа по
профилю „физика" Егорова Кирилла
Алексеевича.

апелляция.

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат заключительного этапа, а именно 30 баллов, поскольку считаю, что мне незаслуженно сняли баллы в задаче №3. Я привел полное решение в общем виде, получил итоговую формулу, совпадающую с итоговой формулой из официального решения и только после этого подставил числа. Рассуждения так же совпадают с официальным решением, поэтому причин для снятия баллов за задачу №3 нет.

Подтверждаю, что я ознакомлен с Положением об апелляциях на результаты олимпиады школьников Ломоносов и осознаю, что мой индивидуальный предварительный результат может быть изменен, в том числе в сторону уменьшения количества баллов.

13.03.2026

улучшить оценку с 90 до 100

80