15:14 Работа сдана, Руденко

0 254380 080002

**25-43-80-08**
**(50.7)**

# МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
## имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант №3

Место проведения Москва
город

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Корнеева Максима Витальевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

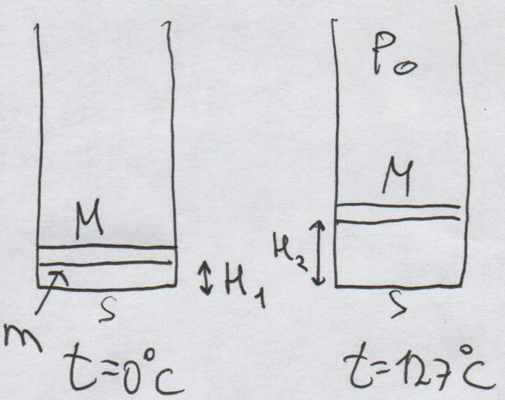
Вышел: 13:24
вернулся: 13:27

Дата
«5» марта 2023 года

Подпись участника

25-43-80-08 (50.7)

№2. 9.3 человек




$\mu_{воды} = 18$ г/моль

$P_{н.п.\ 127°C} = 2{,}5\cdot10^5$ Па

$P_0 = 10^5$ Па

$R = 8{,}3 \frac{Дж}{моль\cdot К}$ $\quad g = 10\ м/с^2$

1) Найдем $H_1$ (высоту поршня в начале)

$m = V\cdot\rho = S\cdot H\cdot\rho$

$H_1 = \frac{m}{S\cdot\rho} = \frac{0{,}009\ кг}{0{,}01 м^2\cdot 1000\ кг/м^3} = 0{,}0009\ м$

2) $h = H_2 - H_1 \Rightarrow H_2 = 0{,}0009\ м + 0{,}83\ м = 0{,}8309\ м \approx 0{,}831\ м$

3) При $t = 127°C$ вся вода испарится $\Rightarrow$

$P_1\cdot V_1 = \nu R t$

4) $\nu = \frac{m}{\mu} = \frac{9\ г}{18\ г/моль} = 0{,}5$ моль

$V_1 = H_2\cdot S = 0{,}831 м\cdot 0{,}01 м^2 = 10^{-3}\cdot 8{,}31\ м$

5) $P_1 = \frac{\nu R t}{V_1} = \frac{0{,}5\ моль\cdot 8{,}31\cdot\frac{Дж}{моль\cdot К}\cdot(127+273)К}{10^{-3}\cdot 8{,}31 м} =$

$= \frac{200}{10^{-3}}$ Па $= 2\cdot10^5$ Па $\quad 2\cdot10^5 Па < 2{,}5\cdot10^5 Па$ +

6) $P_0\cdot S + M\cdot g = P_1 S$ +

$M = \frac{(P_1-P_0)S}{g} = \frac{(2\cdot10^5 - 1\cdot10^5)Па\cdot 0{,}01 м^2}{10\ м/с^2} = 10^5\cdot10^{-3} кг = 100\ кг.$

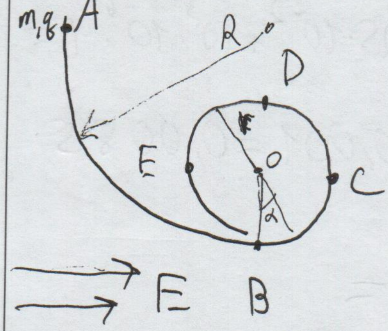
Ответ: $M = 100$ кг.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 20 | 20 | ~~60~~ 10 | 56 | пятьдесят шесть |

+ 8 = 64 шестьдесят четыре

Исправлено по апелляции

№ 3.9.3 чистовик




$R = 1$ м  $r = 0{,}25$ м

$m = 1$ гр.  $q = 10^{-6}$ Кл

$E = 10^3$ В/м  $n = \frac{V_{max}}{V_{min}}$ – ?

~~1) найдем скорость бусинки в точке B~~

$\cancel{mgR + Eq\cdot\frac{\pi R}{2} = \frac{mV_B^2}{2}}$

1) Выразим скорость бусинки от угла α от OB ~~на участке~~:

$$mg\left(R - r(1-\cos\alpha)\right) + E\cdot q\cdot\left(R + \sin\alpha\cdot r\right) = \frac{mV_1^2}{2}$$

$$mgR - mgr + \underbrace{mg\cdot r\cdot\cos\alpha}_{1} + EqR + \underbrace{Eq\,r\cdot\sin\alpha}_{2} = \frac{mV_1^2}{2}$$

Надо минимизировать и максимизировать 1 и 2 (вместе), чтобы понять макс. $V_1$ на этом участке

$mgr\cdot\cos\alpha + Eq\cdot r\cdot\sin\alpha$ ← возьмем производную (по α) этой функции и приравняем к 0)

$-mgr\cdot\sin\alpha + Eq\cdot r\cdot\cos\alpha = 0$

$E\cdot q\cdot r = 10^3\cdot 10^{-6}\cdot 0{,}25 = 0{,}00025$

$m\cdot g\cdot r = 1\cdot 10^{-3}\cdot 10\cdot 0{,}25 = 0{,}0025$

$\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha}$

$0{,}00025\cdot\sqrt{1-\sin^2\alpha} - 0{,}0025\cdot\sin\alpha = 0$

$\sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sin\alpha\cdot 10$

$1-\sin^2\alpha = 100\sin^2\alpha$

$\sin^2\alpha = \frac{1}{101}$

$\left[\begin{array}{l}\sin\alpha = \sqrt{\frac{1}{101}}\\ \sin\alpha = -\sqrt{\frac{1}{101}}\end{array}\right. \Rightarrow$

$\left[\begin{array}{ll}А & \begin{cases}\sin\alpha = \sqrt{\frac{1}{101}}\\ \cos\alpha = \sqrt{\frac{100}{101}}\end{cases}\\ Б & \begin{cases}\sin\alpha = \sqrt{\frac{1}{101}}\\ \cos\alpha = -\sqrt{\frac{100}{101}}\end{cases}\\ В & \begin{cases}\sin\alpha = -\sqrt{\frac{1}{101}}\\ \cos\alpha = \sqrt{\frac{100}{101}}\end{cases}\\ Г & \begin{cases}\sin\alpha = -\sqrt{\frac{1}{101}}\\ \cos\alpha = -\sqrt{\frac{100}{101}}\end{cases}\end{array}\right.$

№3.9.3 (продолжение)

$$mgR - mgr + Eq R = 1\cdot10^{-3}\cdot10\cdot1 - 10^{-3}\cdot10\cdot25\cdot10^{-2} + 10^{3}\cdot10^{-6}\cdot1 =$$

$$= 0{,}01 - 0{,}0025 + 0{,}001 = 0{,}0075 + 0{,}001 = 0{,}0085$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{2\cdot0{,}0085 + 2(0{,}0025\cdot\cos\alpha + 0{,}00025\cdot\sin\alpha)}{10^{-3}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{0{,}017 + 0{,}005\cdot\cos\alpha + 0{,}0005\sin\alpha}{10^{-3}}} = \sqrt{17 + 5\cos\alpha + 0{,}5\sin\alpha}$$

А) $\sin\alpha = \sqrt{\frac{1}{101}} \approx \frac{1}{10}$ $\quad\cos\alpha = \sqrt{\frac{100}{101}} \approx 1$

$$V_A = \sqrt{17 + 5 + 0{,}5\cdot\frac{1}{10}} = \sqrt{22{,}05}$$

Б) $\sin\alpha \approx \frac{1}{10}$ $\quad\cos\alpha \approx -1$

$$V_Б = \sqrt{17 - 5 + 0{,}05} = \sqrt{12{,}05}$$

В) $\sin\alpha \approx -\frac{1}{10}$ $\quad\cos\alpha \approx 1$

$$V_В = \sqrt{22 - 0{,}05} = \sqrt{21{,}95}$$

Г) $\sin\alpha \approx -\frac{1}{10}$ $\quad\cos\alpha \approx -1$

$$V_Г = \sqrt{12 - 0{,}05} = \sqrt{11{,}95}$$

$$V_{min} = \sqrt{11{,}95}\ ;\ V_{max} = \sqrt{22{,}05}$$

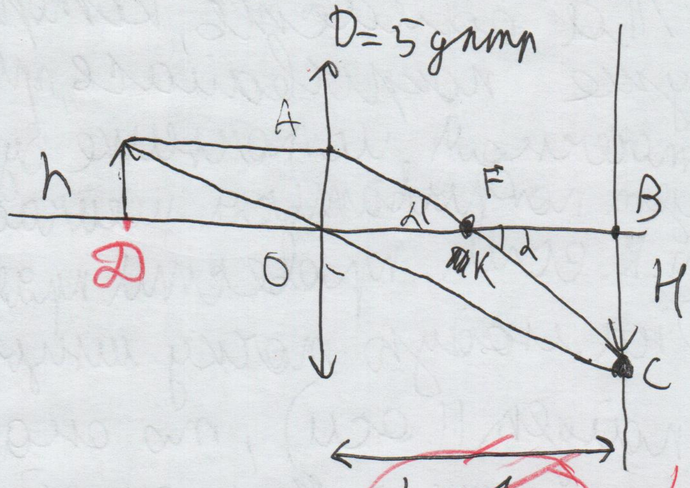
$$n = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{\sqrt{22{,}05}}{\sqrt{11{,}95}} = \sqrt{\frac{22{,}05}{11{,}95}} \approx \sqrt{\frac{11}{6}} \approx 1{,}4$$

Ответ: $n = 1{,}4$.

чистовик

25-43-80-08
(50.7)

№4.5.3 Чистовик




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

$$F=\frac{1}{D}=\frac{1}{5}=0{,}2\text{ м}$$

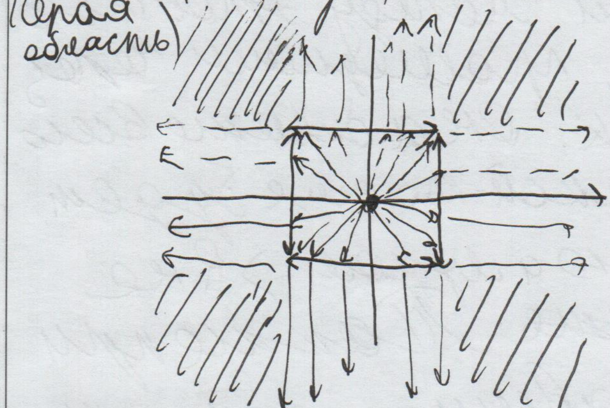
$$\Gamma=\frac{H}{h};\ \triangle OAK\sim\triangle KBC \Rightarrow \frac{H}{h}=\frac{FB}{FO}=\frac{L-F}{F}$$

$$\frac{H}{h}=\frac{1-0{,}2}{0{,}2}=\frac{0{,}8}{0{,}2}=4=\Gamma$$

Ответ: $\Gamma=\cancel{4}$.

№5.3.3

Сначала рассмотрим где будет тень, когда источник света точечный:

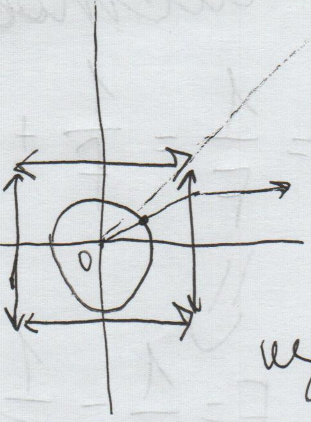



т.к. O находится в фокусе, а луч, выпущенный из фокуса после прохождения линзы будет ∥ оси линзы => будут такие "путь".

Значит наша задача "за покрыть эти области.

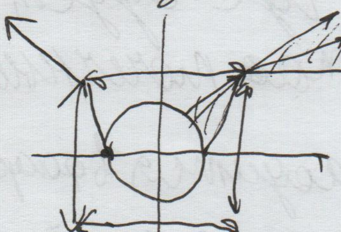
Теперь рассмотрим сферический источник.

чистовик



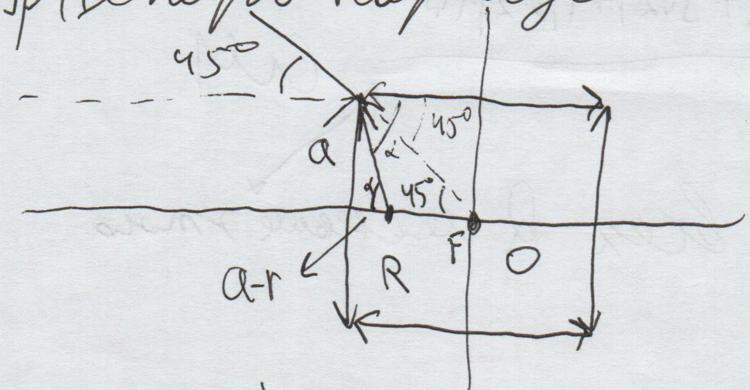
1) Та область, которая уже покрывалась при точечном источнике будет покрываться и сейчас, т.к. если провести прямую из O на любую точку линзы (после этого луч пойдет || оси), то она всегда пересечет окр-сть => ~~вз~~ из этой точки пересечения будет покрывать та область (прямая), которая покрывалась при точечном источнике

2) Теперь посмотрим из какой точки при минимальном R будет ~~и~~ покрываться линия, которая под углом 45° от осей. Допустим ~~это~~ такое R нашлось, тогда



у точки, лежащей на оси будет максимальный угол между этой осью и лучом, прошедшим через линзу, т.к. она ближе всего к линзе. Если у какой-то еще будет тоже угол 45° с осью и лучом => R не минимальный ~~такие~~. Также при таком R все оставшиеся области будут ~~от~~ покрываться, т.к. можно посмотреть все остальные точки на окр-сти и провести луч через край линзы, то как раз углы между прошедшим лучом и осью будут от 0 до 45°, то есть все будет покрыто.

3) Теперь нарисуем такой R:




$\frac{\alpha}{45^\circ} = n = \frac{45^\circ}{40^\circ}$

$\alpha = 22{,}5^\circ$

$\sin(2\alpha) = 2\sin\alpha\cdot\cos\alpha = 2\sin\alpha\sqrt{1-\sin^2\alpha}$

$\frac{1}{2} = 4\sin^2\alpha(1-\sin^2\alpha)$

$1 = 8\sin^2\alpha - 8\sin^4\alpha \qquad t=\sin^2\alpha$

$8t^2 - 8t + 1 = 0$

$D = 64 - 32 = 32$

$\boxed{\text{Черновик}}$

$t = \frac{8 \pm 4\sqrt{2}}{16} = \frac{2\pm\sqrt{2}}{4}$

$\sin^2\alpha = \frac{2-\sqrt{2}}{4} \qquad \sin\alpha = \frac{\sqrt{2-\sqrt{2}}}{2} = \sin 22{,}5^\circ$

$\frac{\sqrt{2-\sqrt{2}}}{2} = \frac{a}{\sqrt{a^2-(a-R)^2}} \quad \frac{2-\sqrt{2}}{4} = \frac{a^2}{a^2-(a-R)^2}$

$\cancel{2a^2} - \sqrt{2}a^2 (2-\sqrt{2})(a^2-2aR+R^2) = \cancel{4}a^2$ 2

$-\cancel{\sqrt{2}a^2} - 2a^2 + 4aR - 2R^2 + \cancel{\sqrt{2}a^2} - 2\sqrt{2}aR + \sqrt{2}R^2 = 2a^2$ $\boxed{a = 4{,}5\text{ см}}$

$R^2(\sqrt{2}-2) - R(2+2\sqrt{2}a) - 4a^2 = 0$

$D = (2+2\sqrt{2}a)^2 + 4\cdot(\sqrt{2}-2)\cdot 4a^2$

$R = \left(2+2\sqrt{2}a \pm \sqrt{(2+2\sqrt{2}a)^2+4(\sqrt{2}-2)\cdot 4a^2}\right)/2(\sqrt{2}-2)$

$$R = \frac{(2+\sqrt{2}\cdot 9 \pm \sqrt{(2+9\sqrt{2})^2 + 4(\sqrt{2}-2)\cdot 4\cdot 4{,}5^2}}{2(\sqrt{2}-2}$$ см

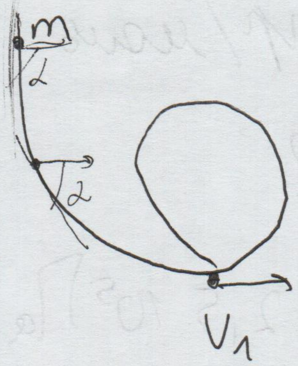
Ответ: при всех R меньше этого

~~Черновик~~

$$\frac{1}{2} = \frac{a^2}{a^2+(a-R)^2}$$

$$\cancel{a^2+a^2}-2aR-R^2=\cancel{2a^2}$$

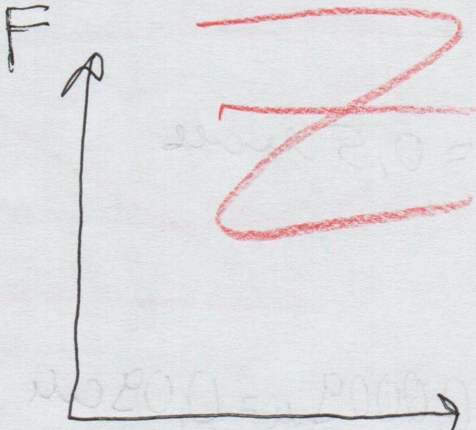
Черновик



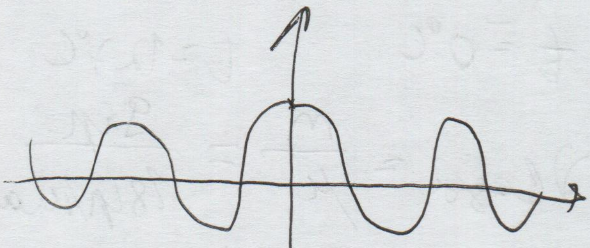
$mgR = \frac{mv_1^2}{2} - q \cdot E \cdot \frac{\pi R}{2}$

черновик

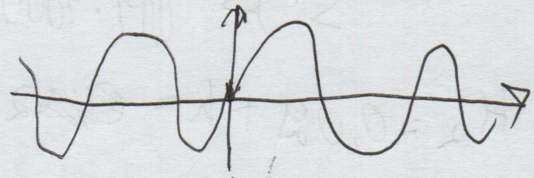
$\cos\alpha$



cos:



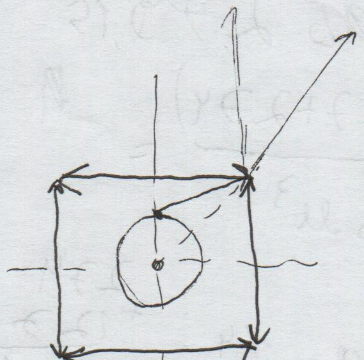
sin



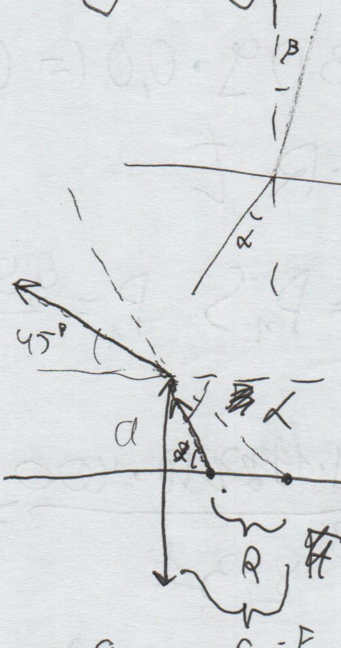
$\cos'\alpha = -\sin\alpha$

$\sin'\alpha = \cos\alpha$ $\alpha = 22{,}5^\circ$

$\frac{45^\circ}{900^\circ} = n = \frac{\alpha}{45^\circ}$



$F = a$



$\frac{\sin 45^\circ}{\sin 90^\circ} = n = \frac{\sin\alpha}{\sin 45^\circ}$

$\sin\alpha = \frac{a}{\sqrt{\phantom{x}}}$ $a = F$ $a^2 + (a-R)^2$

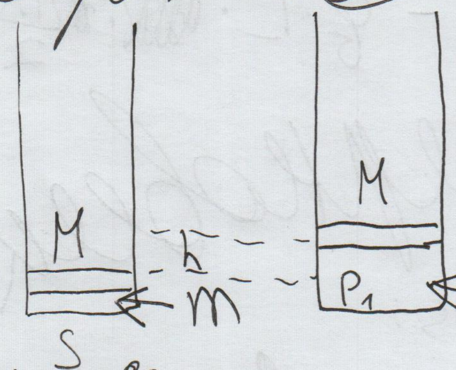
$\sin^2 45^\circ = \frac{a}{a-R}$ $\frac{2}{4} = \frac{4{,}5}{4{,}5-R}$ $9 - 2R = 18$

$0{,}001 \cdot 10 - 0{,}25 = 0{,}01 - 0{,}25$

# Черновик

$\mu_{воды} = 18\ гр/моль$

$M - ?$




$P_{нп}$ при $127°C = 2{,}5 \cdot 10^5$ Па

$t = 0°C$ $t = 127°C$

$\nu_{воды} = \frac{m}{\mu} = \frac{9гр.}{18гр/моль} = 0{,}5$ моль

$V \cdot \rho = m = H_1 \cdot S \cdot \rho$

$H_1 = \frac{m}{S \cdot \rho} = \frac{0{,}009кг}{0{,}01 \cdot 1000} = 0{,}0009\ м = 0{,}09\ см$

$H_2 = 0{,}09 + h = \cancel{0{,}82} = \cancel{0{,}0082}\ 0{,}8309\ м$

$V = 0{,}8309 \cdot 0{,}01 = 0{,}008309\ м^3$

$P_1 \cdot V = \nu \cdot R \cdot t$ $\cancel{275}\ 273{,}15$

$P_0 \cdot S + Mg = P_1 S$ $P_1 = \frac{0{,}5 \cdot 8{,}31 \cdot (127+274)}{0{,}008309\ м^3} =$

$= \frac{0{,}5 \cdot 8{,}31 \cdot 400}{10^{-3} \cdot 8{,}31} = 200000$ Па

14 × 14 = 196

274 + 127 = 401

$M = \frac{(200000 - 100000) \cdot 0{,}01}{10} = 100000 \cdot 0{,}001 = 100$ кг

13,9 × 13,9 = 193,21

$\frac{1}{F}$

0,0085 × 2 = 0,0170

11 : 6 = 1,8333

$\sqrt{1{,}83} = 0{,}1 \cdot \sqrt{183}$

$D = \frac{1}{F}$ $\frac{f}{d} = \Gamma$

$L = f + d$

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников „Ломоносов"
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
от участника заключительного этапа
по профилю „Физика"
Максима Витальевича Корнеева

Апелляция

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат заключительного этапа, а именно 56 баллов, поскольку считаю, что: 1) Почти правильно решена четвертая задача. 2) В четвертой задаче правильно сформулирован критерий для увеличения оптической силы линзы. 3) Я много времени потратил на решение третьей задачи и не успел приступить к первой задаче.

Дата: 25.03.2023

Оценка изменена с "56" до "64"

[illegible]