0 319626 930005

31-96-26-93
(48.1)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения ОЦ „Команда"
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Травиной Валерии Сергеевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Закончила, сдала работу 13 47

Дата
«05» марта 2023 года

Подпись участника

31-96-26-93 (48.1)

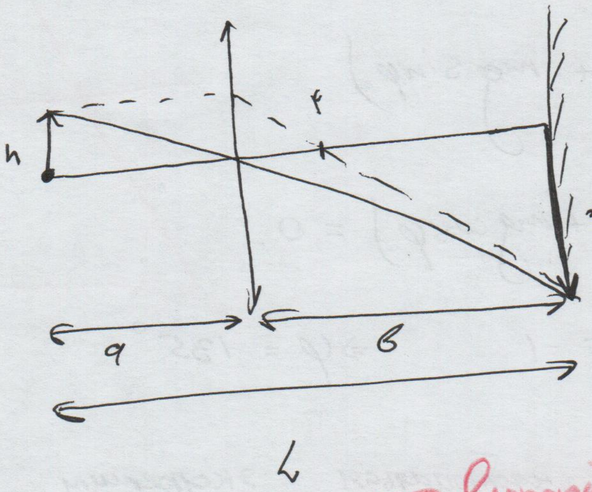
1	2	3	4	5	
20	20	17	14	14	85

восемьдесят пять

Пантюшин Кузнецов Негматов

Без черновиков

№ 4.5.1



$$\begin{cases} a + b = L \\ \dfrac{b}{a} = \dfrac{3h}{h} = \Gamma = 3 \\ \dfrac{h}{F} = \dfrac{3h}{b-F} \end{cases}$$

По построению треугольники подобны.

нет выражения для опт. силы линзы (-5б)

$b = 3a$, $4a = L$ $\Rightarrow b = \frac{3}{4}L = 60$ см

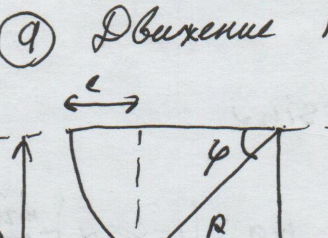
$3F = b - F$ $\quad 4F = b$ $\Rightarrow F = \frac{b}{4} = 15$ см $= 0.15$ м

$D = \frac{1}{F} = \frac{1}{0.15\text{ м}} = \frac{100}{15}$ дптр $= \frac{20}{3}$ дптр $\approx 6,67$ дптр.

Ответ: 6.67 дптр.

№ 3.9.1

(9) Движение по четверти окружности радиусом R.



Пусть в начальный момент энергия бусины $E_0 = 0$.

+

$$\begin{cases} E_0 + A = m\dfrac{v^2}{2} - mgh \\ A = Eql \\ l = R(1-\cos\varphi) \\ h = R\sin\varphi \end{cases}$$

+

$$0 + EqR(1-\cos\varphi) + mgR\sin\varphi = m\frac{v^2}{2}$$

$$\frac{mv^2}{2} = EqR - EqR\cos\varphi + mgR\sin\varphi$$ ±

$$v^2 = \frac{2R}{m}\left(Eq - Eq\cos\varphi + mg\sin\varphi\right)$$

$$\left(v^2\right)'_\varphi = \frac{2R}{m}\left(0 + Eq\sin\varphi + mg\cos\varphi\right) = 0.$$

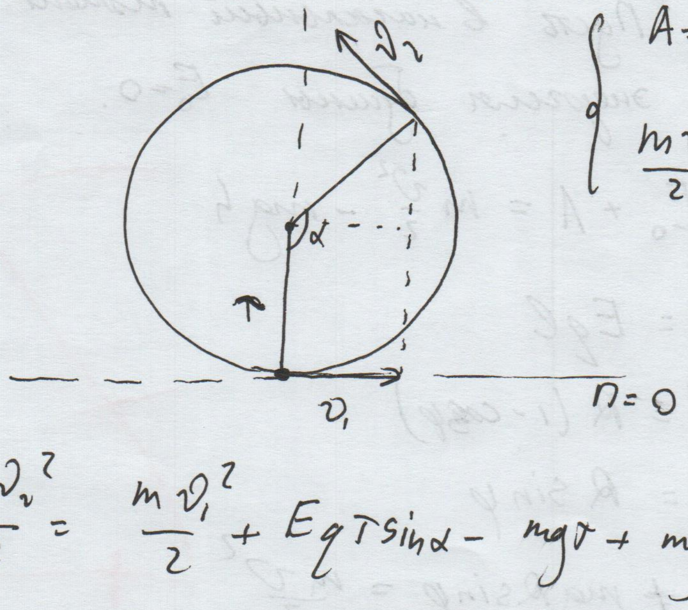
$$\operatorname{tg}\varphi = -\frac{mg}{Eq} = -\frac{10^{-3}}{10^{-3}} = -1 \qquad \Rightarrow \varphi = 135^\circ$$

При $\varphi = 135^\circ$ будет наблюдаться экстремум функции, но т.к. в нашем случае φ ограничен 90°, то очевидно на данном промежутке максимальная скорость будет в нижней точке при $\varphi = 90^\circ$.

$$v_1^2 = \frac{2R}{m}\left(Eq + mg\right) = \frac{2 \cdot 1\text{м}}{10^{-3}\text{кг}} \cdot (2) \cdot 10^{-3}\text{Н} = 4\left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2$$ ±

$$\boxed{v_1 = 2\,\frac{\text{м}}{\text{с}}}$$ −

(в) При дальнейшем движении:



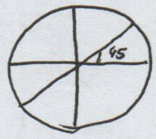
$$\begin{cases} A = Eqr\sin\alpha \\ \dfrac{mv_1^2}{2} + A = mgr(1-\cos\alpha) + \dfrac{mv_2^2}{2} \end{cases}$$

$$\frac{mv_2^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + Eqr\sin\alpha - mgr + mgr\cos\alpha$$

$$v_2^2 = v_1^2 - 2gr + 2gr\cos\alpha + \frac{2}{m}Eqr\sin\alpha$$

$$(v_2^2)'_\alpha = 0 - 2gr\sin\alpha + \frac{2Eq}{m}r\cos\alpha = 0.$$

$$g\sin\alpha = \frac{Eq}{m}\cos\alpha$$



$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{Eq}{mg} = 1 \qquad \alpha = 45^\circ$$

$$\alpha = 225^\circ = 180^\circ + 45^\circ$$

$$v_2^2 = v_1^2 - 2gr \pm 2gr\cdot\frac{\sqrt2}{2} \pm \frac{2}{m}Eqr\frac{\sqrt2}{2}$$

$$v_2^2 = v_1^2 - 2gr + \sqrt2 gr + \frac{Eqr}{m}\sqrt2 = 4\left(\frac{м}{с}\right)^2 - 5\left(\frac{м}{с}\right)^2 +$$

$$+\sqrt2\cdot 2.5\,\frac{м^2}{с^2} + \sqrt2\cdot 0.25\,\frac{м^2}{с^2} = -1\left(\frac{м}{с}\right)^2 + \sqrt2\cdot 2.75\,\frac{м^2}{с^2}$$

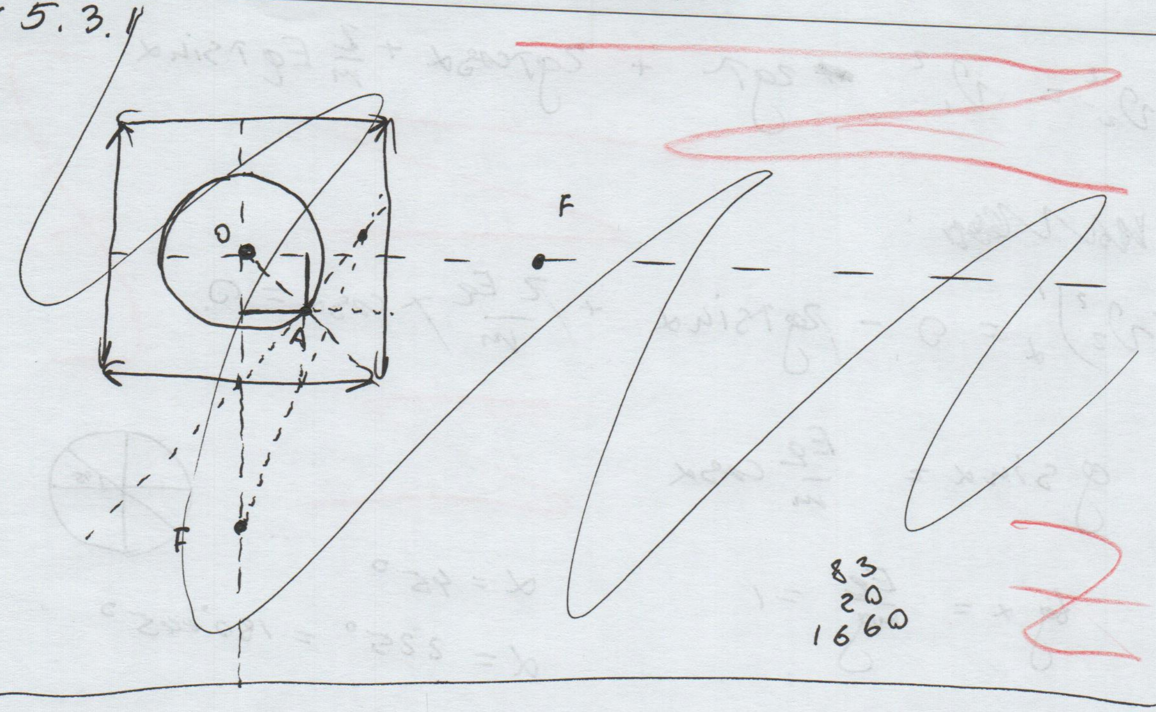
$$v_2 = \sqrt{1.4\cdot 2.75 - 1}\ \frac{м}{с} = \sqrt{2.85\left(\frac{м}{с}\right)^2} \approx 1.7\,\frac{м}{с}$$

2.75	1.6	1,7
1.4	1.6	1,7
1100	96	119
2750	160	170
3,850	2,56	2,89

Значит максимальная скорость $v_1 = 2\,\frac{м}{с}$

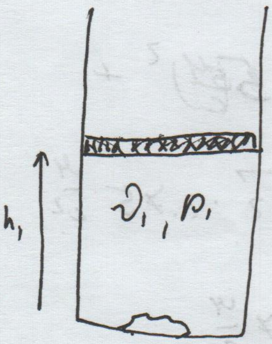
Ответ: $2\,\frac{м}{с}$

№ 5.3.1



83
20
1660

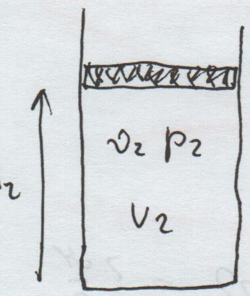
№ 2.9.1



$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu_1 R T_1 \\ p_1 S h_1 = \nu_1 R T_1 \\ p_1 = p_0 + \dfrac{Mg}{S} = 10^5 Па + \dfrac{1000}{100 \cdot 100^{-2}} = 2 \cdot 10^5 Па \\ p_1 = 2p_0 \end{cases}$$

$T_1 = 0°C$

ν_1 - кол-во моль паров сначала



$$\begin{cases} p_2 V_2 = \nu_2 R T_2 \\ p_2 = p_1 = 2p_0 \\ V_2 = h_2 S \end{cases}$$

$T_2 = 127°C$

$T_2 = 400°K$

Т.к. давление насыщенных паров больше чем внешнее давление $p_н = 2{,}5 \cdot 10^5 Па < 2 \cdot 10^5 Па$ то вся вода испарится и пар станет ~~не~~ насыщенным.

Значит:

31-96-26-93
(48.1)

$\nu_2 \cdot \mu = m \qquad \nu_2 = \frac{9г}{18 \frac{г}{моль}} = 0.5 моль$

$2p_0 \cdot h_2 S = \nu_2 R T_2$

$h_2 = \frac{\nu_2 R T_2}{2p_0 S} = \frac{0.5 моль \cdot 8.3 \frac{Дж}{моль\, K} \cdot 400 K}{2 \cdot 10^5 Па \cdot 10^2 \cdot 10^{-4} м^2} =$

Решение и ответ правильны

20 Костин

$= \frac{1660}{2 \cdot 10^3} м = \frac{830}{10} см = 83 см$

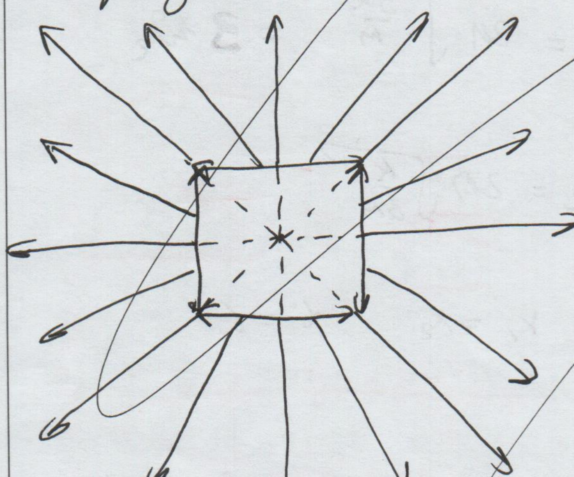
Считая давление насыщенных паров воды при температуре $T_1 = 0°C$ пренебрежимо малым получим $\nu_1 = 0 \Rightarrow h_1 = 0$.

$h = h_2 - h_1 = 83 см.$

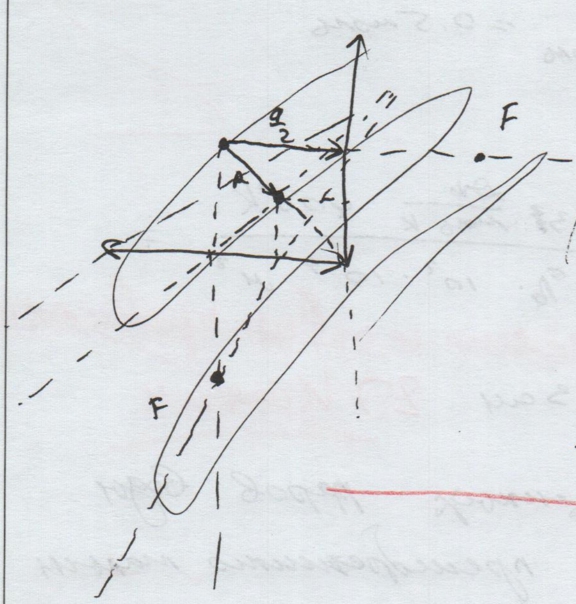
Ответ: 83 см

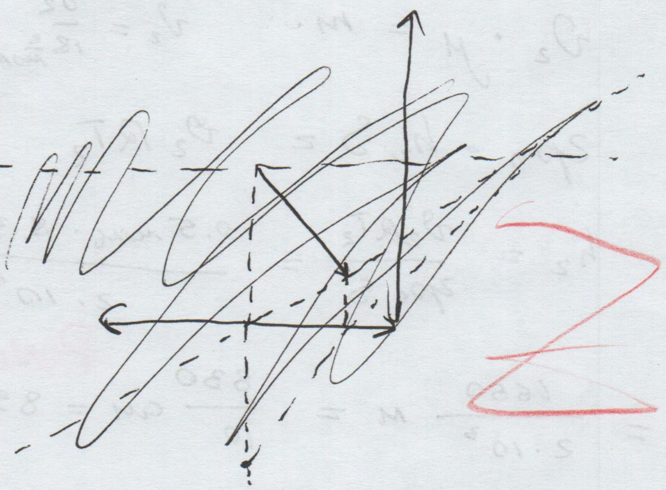
№ 5.3.1

~~Ответ~~ а) Если система излучает свет во все стороны, то лучи расходятся следующим образом:



в) В силу симметрии луч, проходящий через края линз, при минимальном радиусе будет самым крайним для этой линзы, тогда.

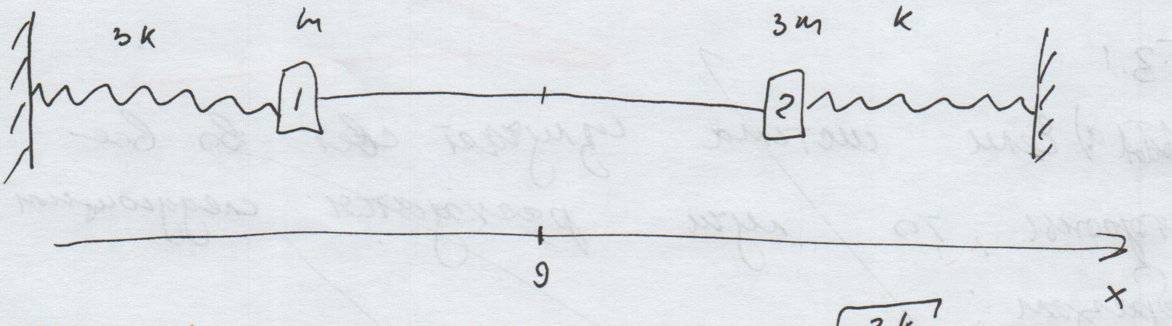




~~Чтобы свет излучался во все стороны~~

~~№5.3.1.~~

№1. 7.1



$x_1 = -\frac{L}{2}\cos w_1 t$ $\qquad$ $w_1 = 2\pi\sqrt{\frac{3k}{m}} = 3 w_2$

$x_2 = \frac{L}{2}\cos w_2 t$ $\qquad$ $w_2 = 2\pi\sqrt{\frac{k}{3m}}$

В момент столкновения $x_1 = x_2$ $\quad t = t.$

$-\cancel{\frac{L}{2}}\cos w_1 t = \cancel{\frac{L}{2}}\cos w_2 t$

$\cos(\pi - w_1 t) = -\cos w_1 t = \cos w_2 t$

$\pi - w_1 t = w_2 t$

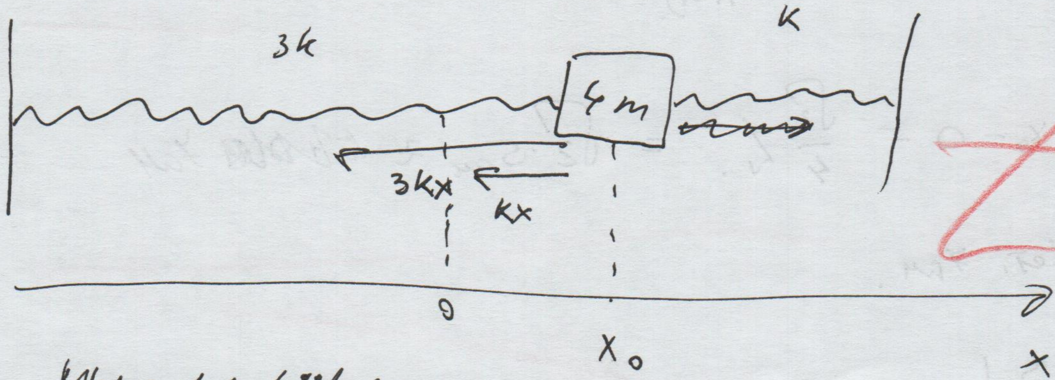
$$\pi = t(\omega_1 + \omega_2)$$

$$t = \frac{\pi}{4\omega_2} = \frac{\pi}{8\pi\sqrt{\frac{k}{3m}}} = \frac{1}{8}\sqrt{\frac{3m}{k}}$$

$$x_0 = \frac{L}{2}\cos\omega_2 \cdot \frac{\pi}{4\omega_2} = \frac{L}{2}\cdot\cos\frac{\pi}{4} = \frac{L}{2}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2} =$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{4}L$$

На расстоянии $x_0 = \frac{\sqrt{2}}{4}L$ они слипнутся



~~[illegible]~~

Считая удар абсолютно неупругим:

$$\vartheta_1 = +\frac{L}{2}\omega_1\sin\omega_1 t$$

$$\vartheta_2 = -\frac{L}{2}\omega_2\sin\omega_2 t$$

$$\vartheta_1 = \frac{L}{2}\cdot 3\omega_2\cdot\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{3\sqrt{2}}{4}L\omega_2$$

$$\vartheta_2 = -\frac{L}{2}\omega_2\cdot\frac{\sqrt{2}}{2} = -\frac{\sqrt{2}}{4}L\omega_2$$

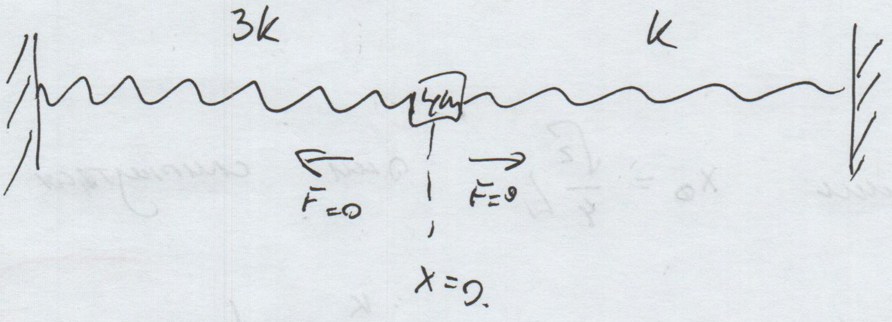
$$m\vartheta_1 + 3m\vartheta_2 = 4mu \leftarrow \text{З.С.И.}$$

$$u = \frac{\vartheta_1 + 3\vartheta_2}{4} = 0$$

Скорость после соударения равна 0.

Значит x_0 – крайнее положение при новых колебаниях.

Найдем положение равновесия системы

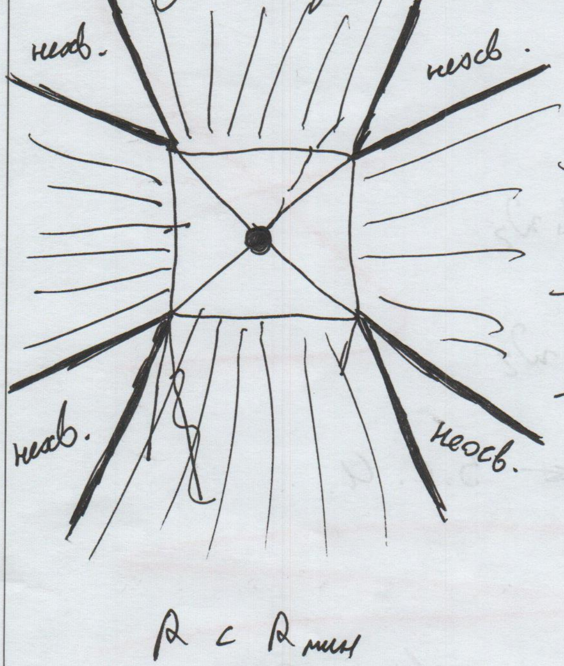


$A = x_0 - 0 = \frac{\sqrt{2}}{4}L = \sqrt{2}\cdot 5\text{см} \approx 7\text{см}$

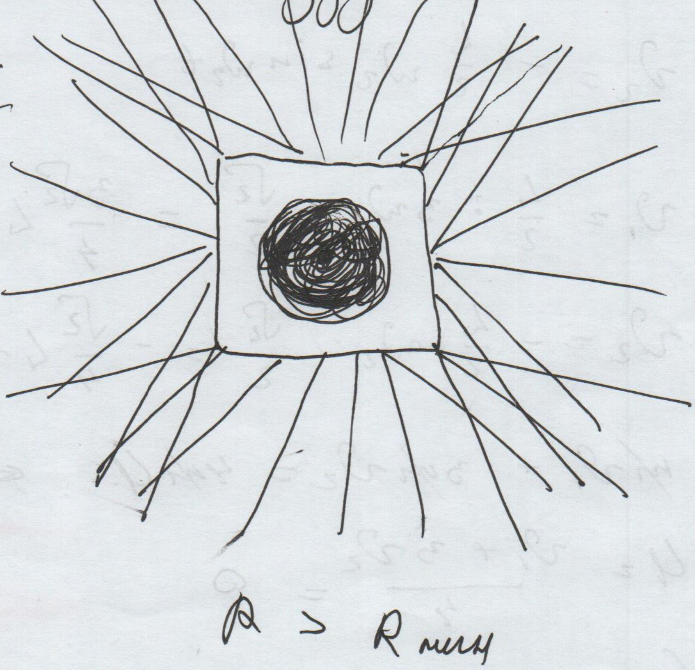
Ответ: 7см.

№5.3.1

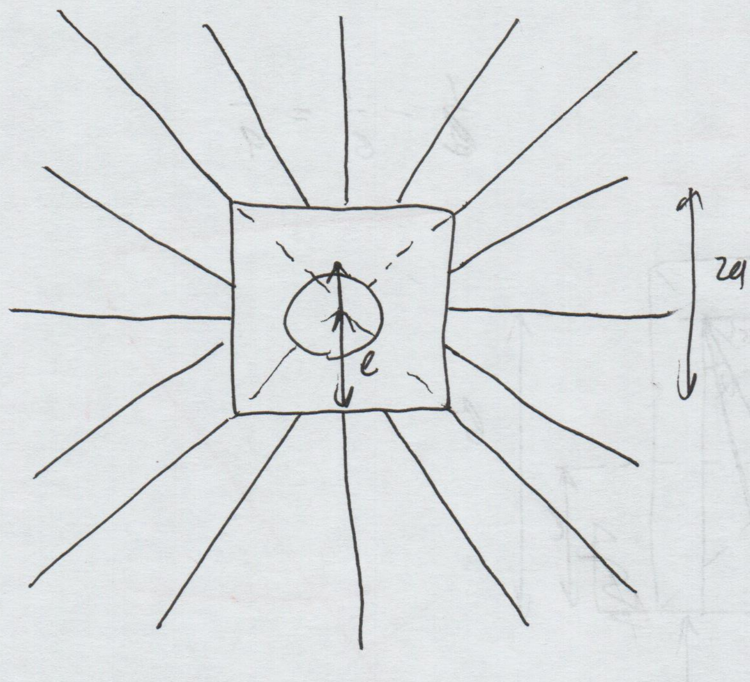
а) При критическом радиусе источника лучи проходящие ~~[illegible]~~ через разные линзы пересекаться не будут:



$R < R_{мин}$



$R > R_{мин}$

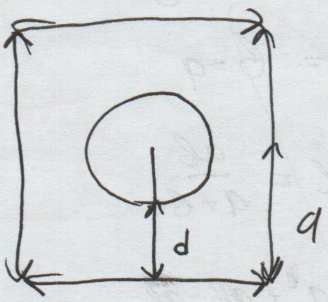


Чтобы выполнялось такое условие для каждой линзы должен существовать только один мнимый ~~точечный~~ точечный источник находящийся на $l \le \frac{a}{?}$ от этой линзы. на оси симметрии

$R = R_{мин}$

$\cancel{\frac{1}{d}+\frac{1}{l}=\frac{2}{a}=\frac{1}{F}}$

$\frac{1}{d}-\frac{1}{a}=\frac{1}{a}$ $\qquad d=\frac{a}{2}$

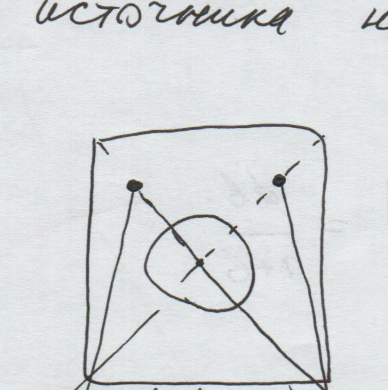


$a = R_{мин}+d$

$R_{мин}=\frac{a}{2}=\frac{4.5\,см}{4}=1.125\,см$

$R_{мин}\approx 1\,см$

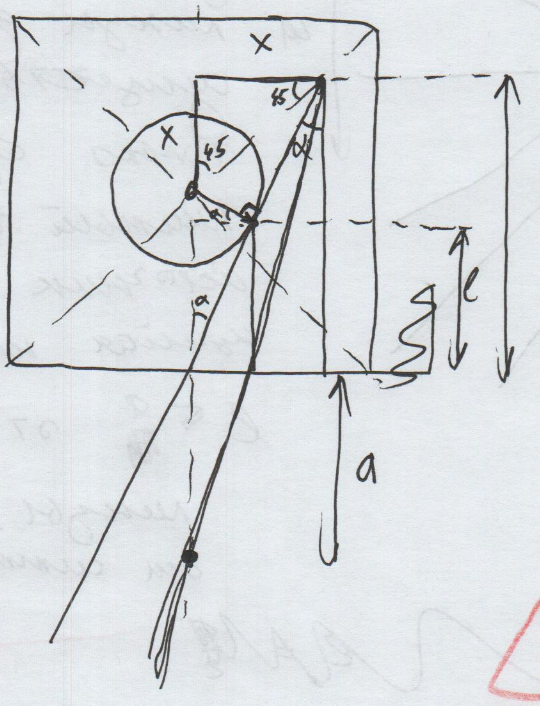
Теперь предположим есть 2 мнимых источника не на оси симметрии.



Таких, что они находятся на диагоналях, чтобы лучи из линзы выходили под 135° к ее сторонам

Тогда:

$$\frac{1}{\cancel{l}} - \frac{1}{b} = \frac{1}{a}$$



$$\begin{cases} l + R\sin\alpha = a \\ b\sin\alpha = x \\ b = x + a \\ \frac{1}{l} - \frac{1}{b} = \frac{1}{a} \end{cases}$$

$\sin\alpha = \frac{b-a}{b}$

$x = b - a$

$l = \frac{ab}{a+b}$

$R = \frac{a-l}{b-a}\, b$

$\frac{a a + ab - ab}{a+b} = a - l$

$R = \frac{a^2}{b^2 - a^2}\, b$

$a\cos^2\alpha = l = a\left(1 - \left(\frac{b-a}{b}\right)^2\right) = \frac{ab}{a+b}$

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

$\cancel{b}^3 = ab^2 + \cancel{b}^3 - \cancel{a+b}\ (a+b)(b^2 - 2ab + a^2)$

$\cancel{ab^2} - \cancel{ab^2} + \underline{2a^2b} - a^3 - b^3 + 2ab^2 - \underline{a^2b} = 0.$

$a^2b + 2ab^2 - a^3 - b^3 = 0.$

$0 = a + \dfrac{(b^2 - a^2)(b-a)}{b^2}$

$b^3 - 2ab^2 - a^2b + a^3 = 0.$

$-2a - a^2 + a^3$

$$\begin{cases} l + R\sin\alpha = a \\ b\sin\alpha = x \\ b = x + a \\ \frac{1}{l} - \frac{1}{b} = \frac{1}{a} \\ a\cos^2\alpha = l = a(1 - \sin^2\alpha) \end{cases}$$

$b\sin\alpha = b - a$ $\qquad \sin\alpha = \sqrt{1 - \frac{l}{a}}$

$b\sqrt{\frac{a-l}{a}} = b - a$

$l = \frac{ab}{a+b} \qquad a - l = \frac{a^2}{a+b}$

$b\sqrt{\frac{a}{a+b}} = b - a$

$ab^2 = (b-a)^2(a+b)$

$ab^2 = (b^2 - a^2)(b-a) = b^3 - a^2b + a^3 - b^2a$

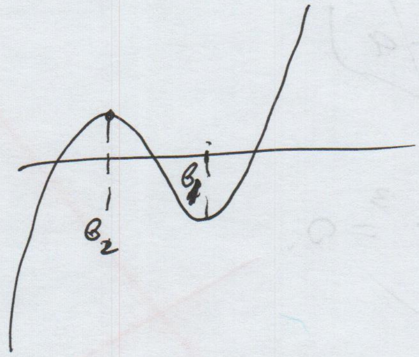
$b^3 - 2b^2a - a^2b + a^3 = 0.$

$b \neq \frac{2}{3} a$

$3b^2 - 4ba - a^2 = 0$

$D = 16 + 12 = 28a^2$

$b = \frac{4 \pm 2\sqrt{7}}{6} a \qquad b_1 = \frac{2+\sqrt{7}}{3} a \qquad b_2 = \frac{2-\sqrt{7}}{3} a$



Вообщем это не решается аналитически,

поэтому $R_{мин} = 1 см$

Ответ: 1 см