



19-31-90-86
(50.5)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант № 3

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

~~Физика~~

по физике
профиль олимпиады

Плотниковой Анастасии Александровны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

*Вход: 13:58 ММ
Выход: 14:04 ММ
15-15 работу сдал
Фелешикина О.В. О.В.*

Дата
« 5 » марта 2023 года

Подпись участника

ММММ

ЧЕРНОВИК

$T = 2\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$ или $2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

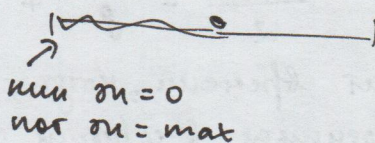
$m\ddot{x} = kx; \left[k \right] = \left[\frac{m\ddot{x}}{x} \right] = \frac{m \cdot M}{с^2 \cdot M} = \frac{m}{с^2}$

$\left[\sqrt{\frac{m}{k}} \right] = \sqrt{\frac{m \cdot с^2}{m}} = с$

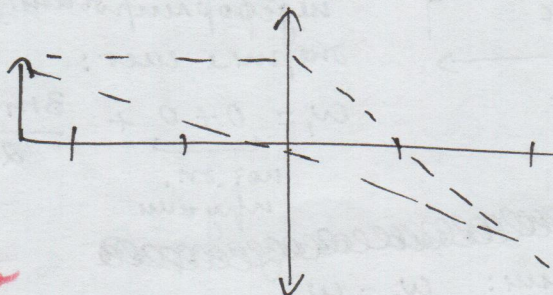
$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

связь с амплитудой?

ЗСЖ, ЗСЧ + ЗСЖ
иач



NY



$$\begin{array}{r} 11 \\ 127 \\ 273 \\ \hline 400 \end{array}$$

$D = 25F^2 - 4 \cdot 5F^2 = 5F^2$

$\sqrt{5F}$

$\frac{5F \pm \sqrt{5F}}{2}$

нужен (-)

$d = \frac{5F - \sqrt{5F}}{2} = \frac{(5 - \sqrt{5})F}{2} = \frac{(5 - \sqrt{5}) \cdot 20,1}{2} = \frac{5 - \sqrt{5}}{10} M$

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

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{5F-d} = \frac{5F-d+d}{d(5F-d)} = \frac{5F}{d(5F-d)}$

$d(5F-d) = 5F^2$
 $5F \cdot d - d^2 = 5F^2$

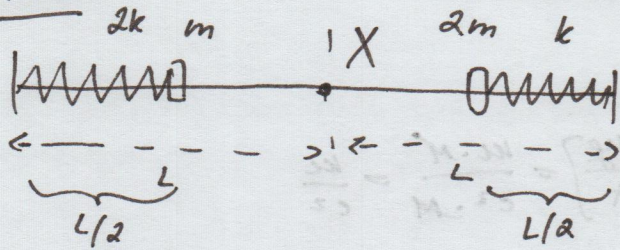
$d^2 - 5F \cdot d + 5F^2 = 0$

19-31-90-86 (50.5)
 1 2 3 4 5 2
 2 20 15 18 10 65
 20
 65
 20
 15
 18
 10
 65

Вычислить
 20
 15
 18
 10
 65
 20
 15
 18
 10
 65

N1.2.3

ЧИСТОВИК



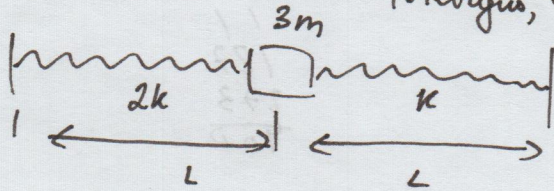
энергия сист.
 $W = W_{\text{упр}} + W_{\text{пот}} + W_{\text{пруж}}$
 $W_{\text{пруж}} = \frac{kx^2}{2}$

1) в нач. положении деформации обеих пружинок

$L - 0,5L = 0,5L = \frac{1}{2}L$

$W_0 = \frac{2k \cdot (\frac{1}{2}L)^2}{2} + \frac{k \cdot (\frac{1}{2}L)^2}{2} = \frac{2kL^2}{8} + \frac{kL^2}{8} = \frac{3}{8}kL^2$ — нач. эи. сист.

2) р-м момент времени, когда уже сдвинется тело будет находиться в середине соприкосновения, что такой момент наступит)



Пружины (обе) будут деформированы, а энергия сист:

$W_1 = 0 + 0 + \frac{3mv^2}{2}$
 по эи. пружинок

по закону сохр. энергии: $W_0 = W_1$

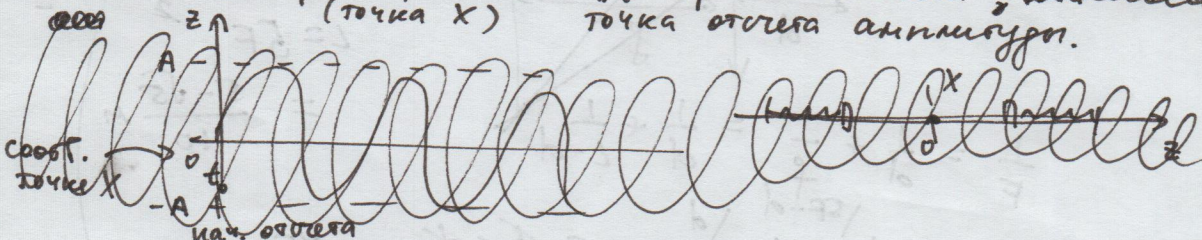
$\frac{3}{8}kL^2 = \frac{3mv^2}{2}$

$kL^2 = 4mv^2$

$v^2 = \frac{kL^2}{4m}$

Заметим, что скорости v — максимальная достигнутая скорости при движении (сдвиге тела), т.к. пот. энергия обнуляется (а обр. отгов не может), т.е. компонента пот. энергии $\Delta W_{\text{пот}}$, знач., компонента кин. энергии — макс.

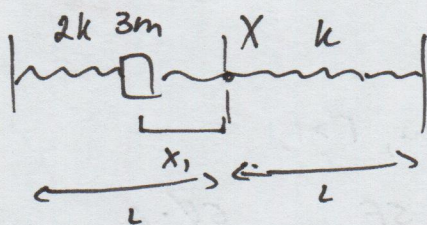
Значит, центр энергии — центр колебаний; точка отсчета амплитуды.



(продолж. на след. странице)

№ 1.2.3 (продолжение) ЧИСТОВИК

3) найдем момент обнуления кин. энергии (так как энергия или крайней фазы колебаний). Если $x_1 < 0$, то фазы с другой стороны.



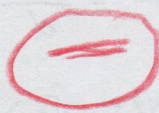
$$W_{21} = 0 + \frac{2k(\cancel{x_1})^2}{2}$$

кин. эн.

$$W_{21} = 0 + \frac{2kx_1^2}{2} + \frac{kx_1^2}{2} = \frac{3kx_1^2}{2}$$

кин. эн

$W_{21} = W_0$ (ЗСЗ)



$$\frac{3}{4} kL^2 = \frac{3}{2} kx_1^2$$

$$\frac{1}{4} L^2 = x_1^2$$

$x_1 = \pm \frac{L}{2}$. Значит $\frac{L}{2}$ - амплитуда колебаний.

$$A = \frac{L}{2}$$

$$L = 2A = 2 \cdot 5 \text{ см} = \boxed{10 \text{ см}}$$

Ответ: 10 см.

№ 4.5.3

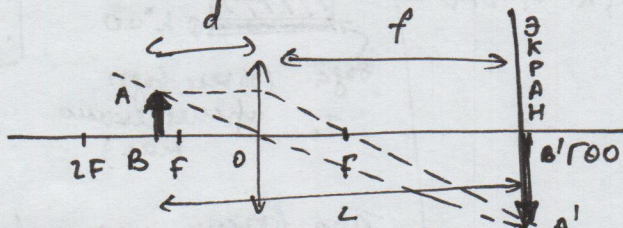
Дано:

$D = 5 \text{ дптр}$

$L = 1 \text{ м}$

$\Gamma - ?$

1) $F = \frac{1}{D} = \frac{1}{5 \text{ дптр}} = 0,2 \text{ м}$; $L = 5F$



действительное увеличенное изображение дает точкой собирающая линза, когда объект нах-ся между F и $2F$.

2) Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} ; f = L - d ; L = 5F ; f = 5F - d$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{5F - d}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{5F - d + d}{d(5F - d)}$$

$$d(5F - d) = 5F^2$$

$$5F^2 + d(d - 5F) = 0$$

$$5F^2 + d^2 - 5F \cdot d = 0$$

$$d^2 - d \cdot \frac{5F}{b} + \frac{5F^2}{c} = 0$$

$$D = b^2 - 4ac = 25F^2 - 4 \cdot 5F^2 = 5F^2$$

$$d = \frac{5F \pm \sqrt{5F^2}}{2} = \frac{(5 \pm \sqrt{5})F}{2}$$

(продолжение следует)

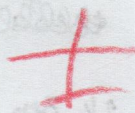
ЧИСТОВИК

№4.5.3 (продолжение)

⊕ и коржик ($d > L$, экран по линии - тру)

⊖ коржик

$$d = \frac{(5 - \sqrt{5})F}{2}$$



3) $\triangle ABO \sim \triangle A'B'O$, Γ - коэф. подобия, $\Gamma > 1$.

$$\Gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{A'O}{AO} = \frac{B'O}{BO} = \frac{f}{d} = \frac{5F-d}{d} = \frac{5F}{d} - 1 = \frac{5F \cdot 2}{(5-\sqrt{5})F} - 1 =$$

$$= \frac{10 \sqrt{5+\sqrt{5}}}{(5-\sqrt{5})} - 1 = \frac{10(5+\sqrt{5})}{25-5} - 1 = \frac{10(5+\sqrt{5})}{20} - 1 =$$

$$= \frac{5+\sqrt{5}}{2} - \frac{2}{2} = \boxed{\frac{3+\sqrt{5}}{2}}$$

~~Нет формулы для Γ в общем виде~~

Ответ: $\Gamma = \frac{3+\sqrt{5}}{2} +$

№2.9.3

Дано:

$S = 100 \text{ см}^2 = 100 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 0,01 \text{ м}^2$

$m = 92 = 9 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$

$T_0 = 0^\circ \text{C} = 273 \text{ K}$

$T = 127^\circ \text{C} = 400 \text{ K}, h = 0,83 \text{ м}$

$p_k(T) = 2,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$

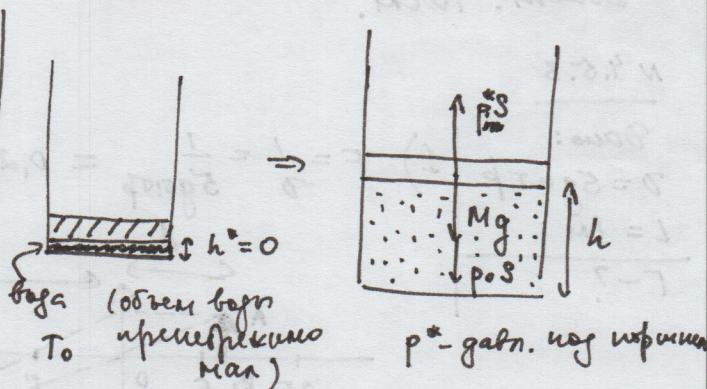
$p_0 = 10^5 \text{ Па}$

$M = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$

$R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$M = ? \text{ (кг)}$



Про воздух под поршнем в нач. состоянии ничего не сказано, но значит воздух всегда есть. Это нужно проверить. Задача, как в начальной задаче, решается.

0) $pV = \nu RT$
 $pV = \frac{m}{M} RT$
 $pV = \frac{\nu V}{M} RT$
 $p = \frac{pRT}{M}$
 $p = \nu R_{\text{касп.п.}}$

(продолж. на след. стр.)

ЧИСТОВИК

№2.9.3 (преобразование)

Предположим, весь пар в кон. сост. испарился.
1) Найдем массу воды.

$$p_{\text{н}} V = \frac{m^*}{M} RT$$

$$m^* = \frac{p_{\text{н}} S h M}{RT} = \frac{2,5 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 0,01 \text{ м}^2 \cdot 0,83 \text{ м} \cdot 18 \cdot 10^{-3} \text{ м/моль}}{8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 400 \text{ К}}$$

$$= \frac{2,5 \cdot 10^5 \cdot 10^{-2} \cdot 0,83 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 8,3 \cdot 400} \text{ кг} = \frac{2,5 \cdot 18 \text{ м}}{10 \cdot 400} = \frac{5 \cdot 18 \text{ м}}{2 \cdot 10 \cdot 400} =$$

$$= \frac{9}{800} \text{ кг}$$

$$m^* = \frac{9}{800} \text{ кг} \stackrel{>}{?} \frac{9}{1000} \text{ кг} = m$$

В кон. сост. пар испарился.

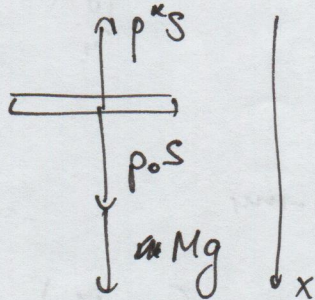
$$\varphi p_{\text{н}} V = \frac{m^*}{M} RT$$

$$\varphi = \frac{m^* RT}{M p_{\text{н}} S h} = \frac{m}{m^*} = \frac{9 \cdot 800}{1000 \cdot 9} = 0,8 = \frac{4}{5}$$

В самом начале возг. был, а вода все испарилась.

2) Рассчитаем силу, действующую на поршень в кон. сост.:

II. закон Ньютона (на ось x):



$$Mg + p_0 S = p^* S$$

$$Mg = (p^* - p_0) S = (\varphi p_{\text{н}} - p_0) S$$

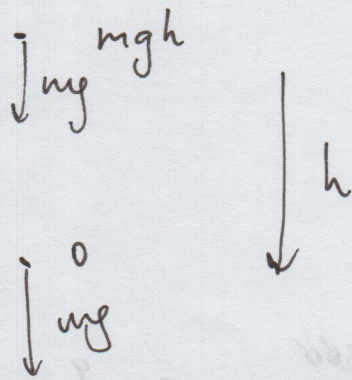
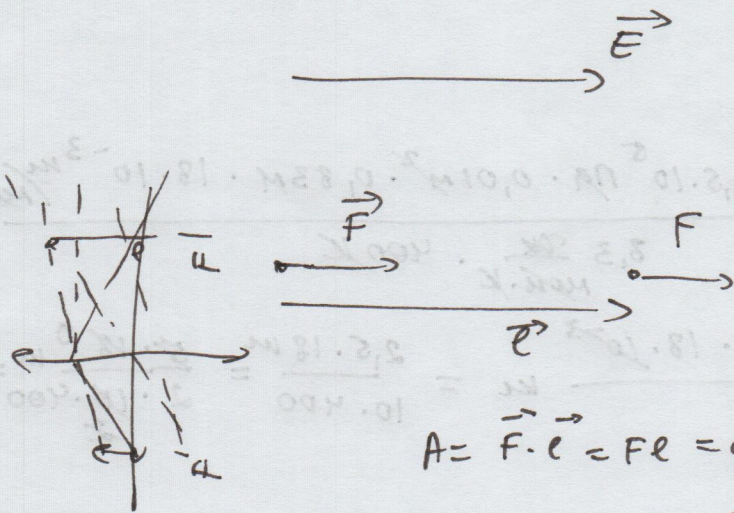
$$M = \frac{(\varphi p_{\text{н}} - p_0) S}{g} = \left(\frac{4}{5} \cdot 2,5 \cdot 10^5 \text{ Па} - 10^5 \text{ Па} \right) \frac{10^{-2} \text{ м}^2}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}$$

$$= \frac{(0,8 \cdot 2,5 \cdot 10^5 \text{ Па} - 10^5 \text{ Па}) \cdot 10^{-2} \text{ м}^2}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \left(\frac{4}{5} \cdot 2,5 \cdot 10^5 - 10^5 \right) 10^{-3} =$$

$$= 10^5 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = \boxed{100 \text{ кг}}$$

Ответ: 100 кг.

ЧЕРКОВИК



$$x^2 + y^2 + z^2 - 2yr = r^2$$

$$x^2 + y^2 = 2yr$$

$$x^2 = 2yr - y^2 = y(2r - y)$$

$$2.5 \cdot 10^{-1}$$

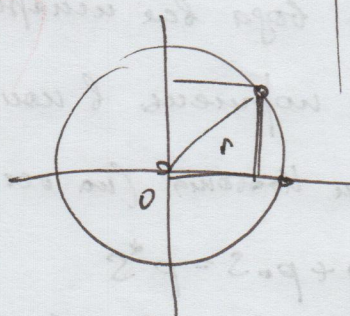
$$10^{-3} \cdot 0.25 =$$

$$\frac{10}{10^{-4} \cdot \frac{1}{4}} =$$

$$2.5 \cdot 10^{-5} \text{ м}$$

$$\frac{5 \cdot 10^{-5}}{2} =$$

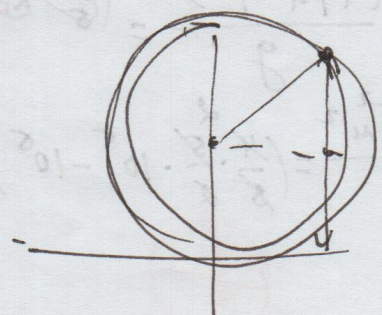
$$\frac{10 \cdot 10^{-5}}{4}$$



$$x^2 + y^2 = r^2$$

у р-е окр-ти

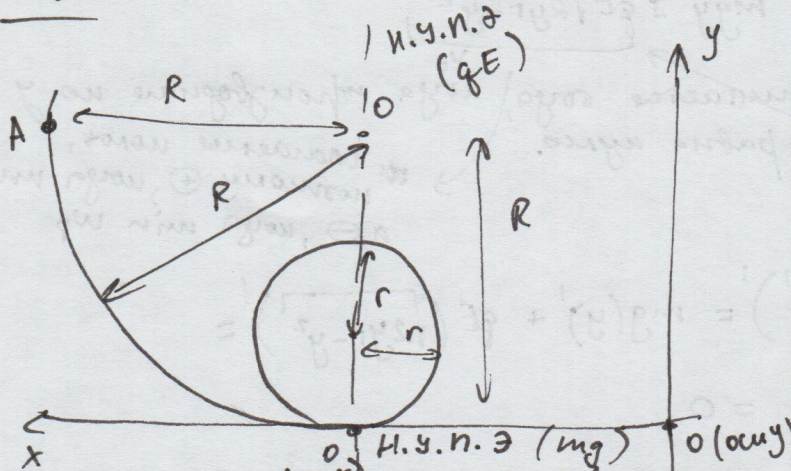
вверх на r (по y)



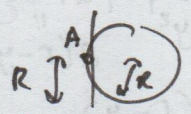
$$x^2 + (y-r)^2 = r^2$$

ЦИСТОВИК

№3.9.3



1) в (.) A кас. к окр., рад R вертикаль



Заведет нулевой уровень пов. энергии (силы грав.) как на катюшке. Тогда (.) A на высоте R.

Дано:
 $R = 1 \text{ м}$
 $r = 0,25 \text{ м}$
 $m = 1 \text{ г} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$
 $q = 10^{-6} \text{ Кл}$
 $E = 10^3 \text{ В/м}$
 Прене кат
 нач. скорости кат
 $n = \frac{v_{\text{max}}}{v_{\text{min}}} - ?$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $r \leq \frac{(qE + mg)R}{mg + \sqrt{(qE)^2 + (mg)^2}}$

2) Энергия системы в начале:

$W_0 = W_{\text{кин}} + W_{\text{пот, грав}} + W_{\text{пот, qE}}$

~~вместо E~~
~~работу не совершает,~~
~~пот катр. ⊥ перемещению~~

3) на дугу постоянно действует сила со скоростью г. поле:

$F = qE = 10^{-6} \text{ Кл} \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}} = 10^{-3} \text{ Н}$

2) (прод.)

$W_0 = 0 + mgr + qER = (mg + qE)R = (10^{-3} \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 10^{-3} \text{ Н}) \cdot 1 \text{ м} = 0,011 \text{ Дж} = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$

4) v_{max} и v_{min}

(I) v_{max} , грав. $W_{\text{кин}} - \text{max}$, а $W_{\text{пот, грав}} + W_{\text{пот, qE}} - \text{min}$.

(II) v_{min} , грав. — и — $W_{\text{пот}} - \text{max}$.

~~(I) min грав. пов. энергии на высоте~~

$$\begin{cases} W_{\text{пот}} = mgy_i + qEx_i \\ x_i^2 + (y_i - r)^2 = r^2 \end{cases}$$
 (ур-е окружности, если x_i и y_i)

$$\begin{aligned} \text{''} x_i = x, y_i = y \text{''} \\ x^2 + y^2 + r^2 - 2yr = r^2 \\ x^2 + y^2 = 2yr; x^2 = 2yr - y^2; \end{aligned}$$

ЧИСТОВИК

N3.9.3 (продолжение)

$$W_{\text{пот}} = mgy + qEx = mgy \pm qE\sqrt{2yr - y^2}$$

min или max достигается тогда, когда производная по y этого выражения равна нулю.
 или спускается полог, поэтому \oplus , когда $\max W_{\text{п}}$, \ominus , когда $\min W_{\text{п}}$

1) если \oplus

$$(mgy + qE\sqrt{2yr - y^2})' = mg(y)' + qE(\sqrt{2yr - y^2})' =$$

$$= mg + qE \frac{r-y}{\sqrt{2yr - y^2}} = 0$$

$$\begin{aligned} (\sqrt{2yr - y^2})' &= (f(g(y)))' = f'(g(y)) \cdot g'(y) = \frac{1}{2\sqrt{2yr - y^2}} \cdot (2r - 2y) = \\ f(x) &= \sqrt{x} = x^{\frac{1}{2}} & f'(x) &= \frac{1}{2} x^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{2\sqrt{x}} \\ g(x) &= 2gr - x^2 & g'(x) &= 2r - 2x = 2(r-y) \end{aligned}$$

$$mg + qE \frac{r-y}{\sqrt{y(2r-y)}} = 0$$

$$mg = qE \frac{y-r}{\sqrt{y(2r-y)}}$$

$$\frac{mg}{qE} = \frac{y-r}{\sqrt{y(2r-y)}} = \alpha \quad \left(\alpha = \frac{mg}{qE} = \frac{10^{-3} \text{ кг} \cdot 10^4 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}}{10^{-6} \text{ Кл} \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}} = 10 \right)$$

$$y-r = \alpha \sqrt{y(2r-y)} \quad | _{}^2 \quad (\text{помним, что } y \geq r)$$

$$y^2 + r^2 - 2ry = [\alpha^2(2ry - y^2)] = (2r\alpha^2)y - (\alpha^2)y^2$$

$$(1+\alpha^2)y^2 - (2r + 2r\alpha^2)y + r^2 = 0$$

$$(1+\alpha^2)y^2 - 2r(1+\alpha^2)y + r^2 = 0$$

$$1+\alpha^2 = \beta$$

$$\beta y^2 - 2r\beta y + r^2 = 0$$

$$D = [\beta^2 - 4\alpha c] = 4r^2\beta^2 - 4\beta r^2 = 4r^2(\beta^2 - \beta) = 4\beta r^2(\beta - 1)$$

$$y = \frac{2r\beta \pm 2r\sqrt{\beta^2 - \beta}}{2\beta} = r \pm r \sqrt{\frac{\beta^2 - \beta}{\beta^2}} = r \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{1}{\beta}} \right) =$$

$$\Rightarrow 1 - \frac{1}{\beta} = 1 - \frac{1}{1+\alpha^2} = \frac{1+\alpha^2 - 1}{1+\alpha^2} = \frac{\alpha^2}{1+\alpha^2} = r \left(1 \pm \frac{\alpha}{\sqrt{1+\alpha^2}} \right)$$

ЧИСТОВИК

N 3.9.3 (интерференция)

$$y > r \Rightarrow y = r \left(1 - \frac{\alpha}{\sqrt{1+\alpha^2}} \right) = r \left(1 - \frac{10}{\sqrt{1+100}} \right) = r \left(1 - \frac{10}{\sqrt{101}} \right) =$$

~~100~~
~~101~~

$$= r \left(1 - \sqrt{\frac{100}{101}} \right) = r \gamma$$

$$x = \pm \sqrt{2ry - y^2} = \pm \sqrt{2r^2 \left(1 - \sqrt{\frac{100}{101}} \right) - r^2 \left(1 - \sqrt{\frac{100}{101}} \right)^2} =$$

$$= \pm r \sqrt{2\gamma - \gamma^2} \quad \ominus$$

$$\begin{aligned} \text{'' } 2\gamma - \gamma^2 &= 2 - 2\sqrt{\frac{100}{101}} - \left(1 - \sqrt{\frac{100}{101}} \right)^2 = 2 - 2\sqrt{\frac{100}{101}} - \left(1 - 2\sqrt{\frac{100}{101}} + \frac{100}{101} \right) = \\ &= 1 - \frac{100}{101} = \frac{101 - 100}{101} = \frac{1}{101} \end{aligned}$$

$$\ominus \pm r \sqrt{\frac{1}{101}} = \pm \frac{r}{\sqrt{101}} \quad \ominus$$

если хотим min $W_{пот}$, то \ominus
max — \oplus

радиус для \oplus , др. суть тоже \oplus | $\ominus \frac{r}{\sqrt{101}}$

$$W_{пот \max} = mg y + qEx = mgr \left(1 - \sqrt{\frac{100}{101}} \right) + \frac{qEr}{\sqrt{101}}$$

~~2.5~~
~~10.5~~
~~10.5~~

v_{\max}^{\min} -? (при $W_{пот} = \max$)

$$\frac{mv^2}{2} + W_{пот \max} = W_0 = (mg + qE)R$$

$$R = 4r$$

$$\frac{mv^2}{2} = (mg + qE)R - W_{пот \max} = W_0 - W_{пот \max}$$

$$v^2 = \frac{2R}{m} (mg + qE) - \frac{2r}{m} \left(mg \left(1 - \sqrt{\frac{100}{101}} \right) + \frac{qE}{\sqrt{101}} \right) =$$

$$= \frac{2r}{m} \left(4mg + 4qE - mg \left(1 - \sqrt{\frac{100}{101}} \right) - \frac{qE}{\sqrt{101}} \right) =$$

$$= \frac{2r}{m} \left(mg \left(4 - 1 + \sqrt{\frac{100}{101}} \right) + qE \left(4 - \frac{1}{\sqrt{101}} \right) \right) = \frac{2r}{m} \left(mg \left(3 + \sqrt{\frac{100}{101}} \right) + qE \left(4 - \frac{1}{\sqrt{101}} \right) \right)$$

числовик

N3.9.3 (продолжение)

$$\ominus \frac{2r}{m} \left(m\gamma \left(3 + \sqrt{\frac{100}{101}} \right) + qE \left(4 - \frac{1}{\sqrt{101}} \right) \right) \ominus$$

//

$$\begin{aligned} 1 + \sqrt{\frac{100}{101}} &= \sqrt{\frac{101}{101}} + \sqrt{\frac{100}{101}} = \frac{1}{\sqrt{101}} \left(\sqrt{101} + \sqrt{100} \right) = \\ &= \sqrt{\frac{101 + 100 + 2\sqrt{101 \cdot 100}}{101}} = \sqrt{\frac{201 + 2\sqrt{100^2 + 100}}{101}} \approx \sqrt{\frac{201 + 200}{101}} = \\ &= \frac{1}{\sqrt{101}} \quad ; \quad 1 - \sqrt{\frac{100}{101}} \approx \frac{1}{\sqrt{101}} \quad ; \quad \sqrt{\frac{100}{101}} \approx 1 - \frac{1}{\sqrt{101}} \approx 1 - \frac{1}{10} \approx \frac{9}{10} // \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ominus \frac{2r}{m} (m\gamma + qE) \left(4 - \frac{1}{\sqrt{101}} \right) &\approx \frac{2r}{m} (m\gamma + qE) \left(\frac{40}{10} - \frac{1}{10} \right) = \\ &= \frac{2r}{m} \cdot \frac{39}{10} \cdot (m\gamma + qE) = \frac{2 \cdot 0,25 \text{ М}}{10^{-3} \text{ м}} \cdot \frac{39}{10^5} \left(10^{-2} \text{ Н} + 10^{-3} \text{ Н} \right) = \\ &= \frac{10^3 \cdot 39 \cdot 11 \cdot 10^{-5}}{4 \cdot 5} = \frac{39 \cdot 11}{20} = \frac{429}{20} \frac{\text{М}^2}{\text{с}^2} \quad (2,22) \end{aligned}$$

$v = \sqrt{\frac{429}{20}} \frac{\text{М}}{\text{с}} \approx 4,62 \frac{\text{М}}{\text{с}} \neq 3,5 \frac{\text{М}}{\text{с}}$

найдём v_{max}

$$W_{\text{пот}} = m\gamma y + qEx = m\gamma y - qE \sqrt{2\gamma r^2 - y^2}$$

$$(W_{\text{пот}})' = m\gamma - qE \frac{r-y}{\sqrt{2\gamma r^2 - y^2}} = 0$$

$$m\gamma = qE \frac{r-y}{\sqrt{2\gamma r^2 - y^2}}$$

— " — δv (но $r > y$)

$$y = r \left(1 + \frac{\alpha}{\sqrt{1+\alpha^2}} \right) = r \left(1 + \sqrt{\frac{100}{101}} \right) \approx r \left(1 + \frac{9}{10} \right) \approx \frac{19r}{10} = 1,9r$$

$$x = -\sqrt{2\gamma r^2 - y^2} = -\sqrt{2\delta^2 r^2 - \delta^2 r^2} = -r \sqrt{2\delta^2 - \delta^2}$$

числовик

N3.9.3 (апробирование) 361

$$\Delta \sigma - \sigma^2 = 2 \cdot \frac{19}{10} - \frac{19^2}{100} = 3,8 - 3,61 = 0,19$$

$$x = -r \sqrt{0,19} = -r \sqrt{19 \cdot 10^{-2}} = -\frac{r}{10} \sqrt{19} = -\frac{\sqrt{19}}{10} r$$

$$W_{\text{пот}} = mgy + qEx = m \cdot 1,9r + qE \cdot \frac{\sqrt{19}}{10} r =$$

$$= \frac{10^2 \cdot 1,9}{4} \cdot 10^{-2} \mu \cdot 1,9 \text{ м} - \frac{10^{-3} \mu \cdot \sqrt{19} \text{ м}}{10 \cdot 4} =$$

$$= \frac{1,9}{400} - \frac{\sqrt{19} \cdot 10^{-3}}{40000} = \frac{19}{40000} - \frac{\sqrt{19} \cdot 10^{-3}}{40000} = \frac{\sqrt{19}}{40000} (10 - \frac{\sqrt{19}}{10}) \cdot 10^{-3}$$

$$W_0 = 11 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} = \frac{\sqrt{19}}{4} (1 - \frac{\sqrt{19}}{10}) \cdot 10^{-3}$$

$$\frac{m v_{\text{min}}^2}{2} = W_0 - W_{\text{пот max}}$$

$$v_{\text{min}}^2 = \frac{2}{m} (W_0 - W_{\text{пот max}}) = \frac{2}{10^{-3} \text{ м}} \cdot 10^{-3} \text{ Дж} (11 - \frac{\sqrt{19}}{4} (1 - \frac{\sqrt{19}}{10}))$$

$$= 2 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} (11 - \frac{\sqrt{19}}{4} (1 - \frac{\sqrt{19}}{10})) \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} = 22 - \frac{\sqrt{19}}{2} (1 - \frac{\sqrt{19}}{10})$$

$$\frac{\sqrt{19}}{2} (1 - \frac{\sqrt{19}}{10}) = \frac{\sqrt{19}}{2} - \frac{19}{20} = \sqrt{\frac{19}{4}} - \frac{19}{20} \approx 3 - \frac{19}{20} =$$

$$= \frac{60-19}{20} = \frac{41}{20} = 2 \frac{1}{20}$$

$$\ominus 22 - 2 \frac{1}{20} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} = 19 \frac{19}{20} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} = \frac{20 \cdot 19 + 19}{20} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} = \frac{399}{20} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$$

$$v_{\text{min}} = \sqrt{19 \frac{19}{20}} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$h = \frac{v_{\text{max}}}{v_{\text{min}}} = \frac{399 - 20}{20 \cdot 419} = \frac{399}{419}$$

НЕТ АНАМИТИЧЕСКИЕ
ЗАДАЧИ В МАКС, МИН И
В ТЕРМИНАХ, Г, К, М, Д, Э

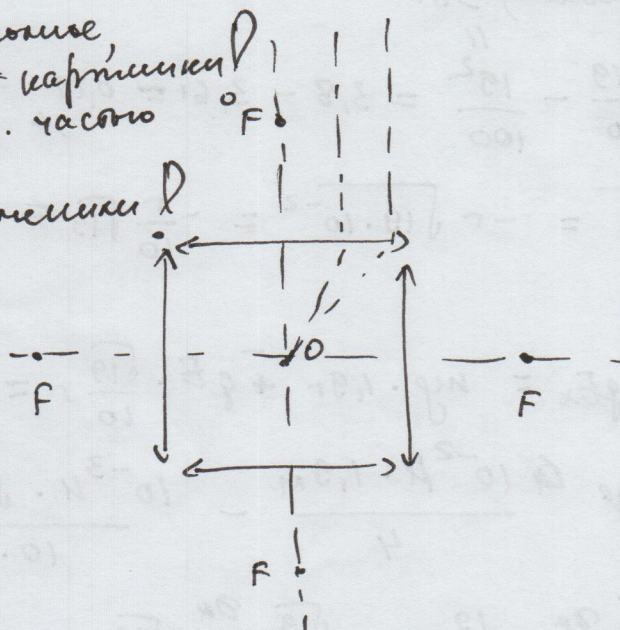
Максимум мин?
√19?

№5.3.3

ЧИСТОВИК

! условие и поиск, ~~нет~~ картинка с диаметр. часоту

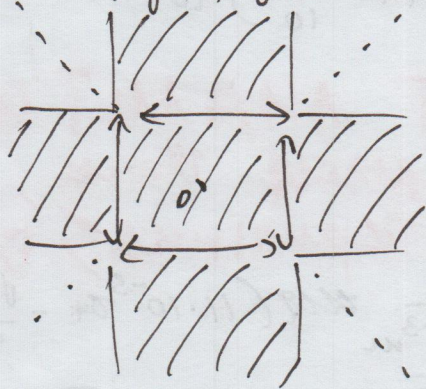
! условие и диаметр



Дано: $2a = 9\text{ см}$
 $(a = 4,5\text{ см})$
 $R = ?$

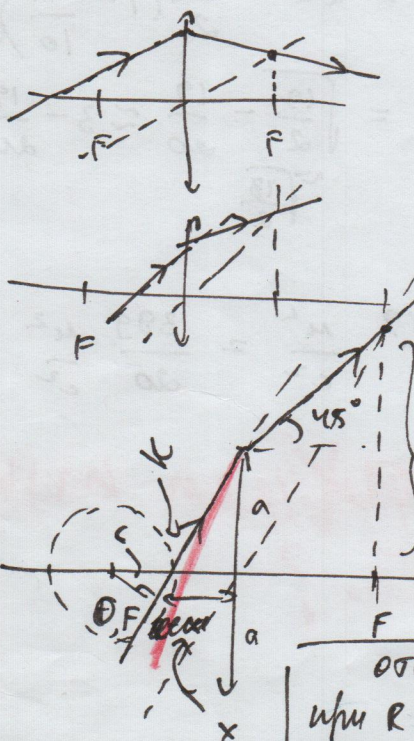
луч, исходящий из фокуса после прохождения линзой собирающей линзы, пойдет \parallel ГОО.

Таким образом, засветится диаметр. области:



(в пространстве это "цилиндр света")

источники диаметра из сферических: ~~полюсы~~ ~~точки~~ ~~источники~~ ~~очень~~, источники, не совн. с (.) O.



если да фокусом - угол поворота (не интересен)

если перу - расширяет. исследуем этот случай.

Наша цель, чтобы лучи покрывали диагональ (... ..).

R -м такой луч:

$x = \frac{a}{2}$ (геометрия, ср. лин.)

$R = a - x = \frac{a}{2} = \frac{2a}{4} = \frac{9}{4} = 2,25\text{ см}$

ответ:
 при $R \geq 2,25\text{ см}$

(защитный чех и источник (сфер), лучи и преселает одинак. образом находит свой min, когда ругает)