0 591771 410001

59-17-71-41
(47.8)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Чурсина Владимира Владимировича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

14:05 Работу сдал Корогеенков Д.Ю.

Дата
« 5 » марта 2023 года

Подпись участника

59-17-71-41
(47.8)

Задача 4.5.1 Чистовик

Т.к линза собирающаяся и увеличение предмета $\Gamma > 1$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ Предмет расположен между F и $2F$ (F-фокус линзы)

Запишем формулу тонкой линзы:

(3) $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D$ ✓

По условию

(1) $d + f = L$; $f = L - d$ ✓

(2) $\Gamma = \frac{f}{d}$

Калмацкая (в черновике)

(1) $\to$ (2) :

$$\Gamma = \frac{L-d}{d}$$

$$\Gamma d = L - d$$

$$d = \frac{L}{\Gamma+1} \Rightarrow f = L\left(1 - \frac{1}{\Gamma+1}\right) = L\frac{\Gamma}{\Gamma+1}$$

Подставим в (3)

$$D = \frac{1}{\frac{L}{\Gamma+1}} + \frac{1}{\frac{L\Gamma}{\Gamma+1}} = \frac{\Gamma+1}{L} + \frac{\Gamma+1}{L\Gamma} = \frac{\Gamma+1}{L}\left(1 + \frac{1}{\Gamma}\right) = \frac{\Gamma+1}{L} \cdot \frac{\Gamma+1}{\Gamma} = \frac{(\Gamma+1)^2}{\Gamma L}$$ ✓

$$D = \frac{(3+1)^2}{3 \cdot 0{,}8} = \frac{16}{2{,}4} = 6\frac{2}{3} \text{ Дптр}$$ ✓

Ответ: $D = 6\frac{2}{3}$ Дптр

1	2	3	4	5	Σ
3	20	18	20	3	64

Грибов

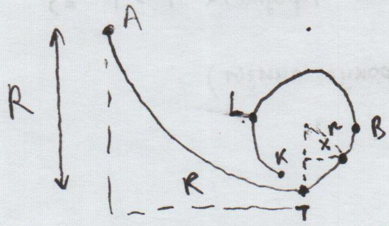
Журавлев

Потанина

Шестерней четвере

Чистовик

Задача 3.9.1



т.А находится на высоте R

Очевидно, что скорость бусинки на участке BL будет меньше максимальной, т.к на нее будет действовать $F=qE$ противоположно ее движению

x-расстояние от точки T до бусинки (T-низшая т.окружности)

Запишем ЗСЭ:

$$qE(R+x)+mgR=\frac{mv_m^2}{2}+mg\left(r-\sqrt{r^2-x^2}\right)$$

$r-\sqrt{r^2-x^2}$ - высота бусинки над т. T

$$E_{k_m}=\frac{mv_m^2}{2}(x)=qE(R+x)+mgR-mgr+mg\sqrt{r^2-x^2}$$ ($E_{k.m}$ - макс. кинет. энергия)

Возьмем производную

$$E_{k.m}'(x)=qE-\frac{2xmg}{2\sqrt{r^2-x^2}}$$

найдем максимум

$$qE=\frac{2mxg}{2\sqrt{r^2-x^2}}$$

$$q^2E^2(r^2-x^2)=(mg)^2x^2$$

$$x=\frac{qEr}{\sqrt{(qE)^2+(mg)^2}}$$

$$E_{k.m}=qER+\frac{q^2E^2r}{\sqrt{(qE)^2+(mg)^2}}+mgR-mgr+mgr\sqrt{1-\frac{q^2E^2}{(qE)^2+(mg)^2}}$$

$$v_m^2=\frac{2qE}{m}\left(R+\frac{qEr}{\sqrt{(qE)^2+(mg)^2}}\right)+2g\left(R-r+r\sqrt{1-\frac{(qE)^2}{(qE)^2+(mg)^2}}\right)$$

$$v_m^2=\frac{2\cdot10^{-6}\cdot10^3}{10^{-3}}\left(1+\frac{0{,}25\cdot10^{-6}\cdot10^3}{\sqrt{(10^{-6}\cdot10^3)^2+(10^{-3}\cdot10)^2}}\right)+2\cdot10\left(1-0{,}25+0{,}25\sqrt{1-\frac{(10^{-6}\cdot10^3)^2}{(10^{-6}\cdot10^3)^2+(10^{-3}\cdot10)^2}}\right)$$

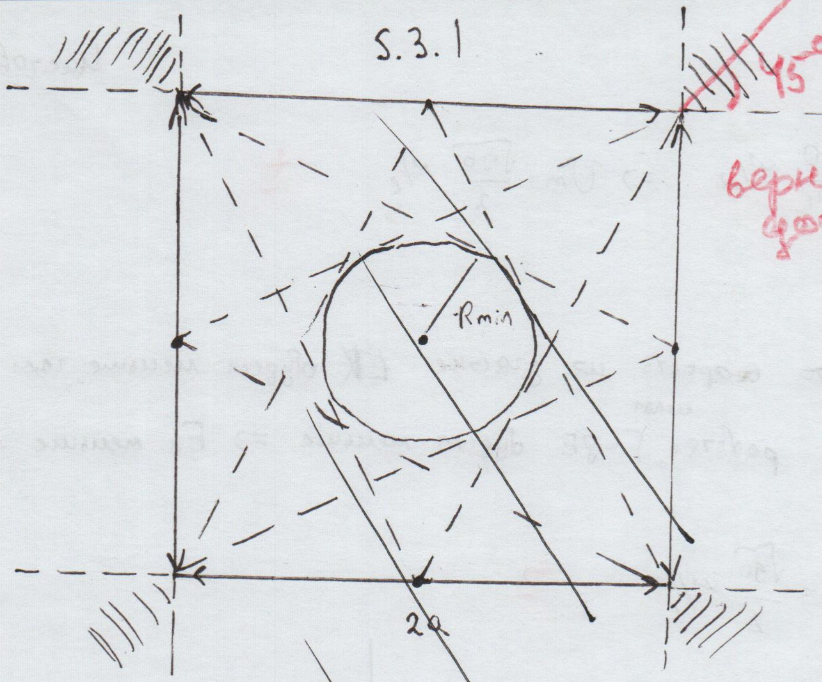
59-17-71-41
(47.8)

Листовик

$v_m^2 \approx \frac{90}{4}$ м²/с² => $v_m = \frac{\sqrt{90}}{2}$ м/с ±

Очевидно, что скорость на участке LK будет меньше, чем на TB, т.к работа силы F=qE будет меньше => Eк меньше => v меньше

Ответ: $v_m = \frac{\sqrt{90}}{2}$ м/с ±



~~[illegible]~~ Черновик

верная догадка

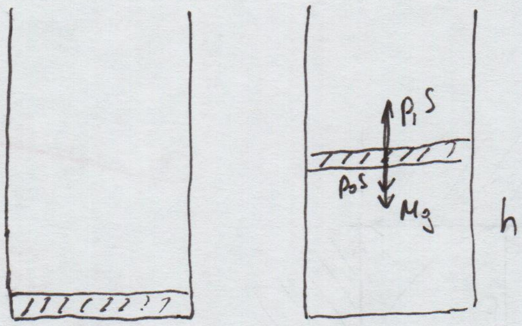
Лучи, выходящие из сферического источника, ~~попадающие~~ продолжение которых попадает в фокус линз, выходят параллельным пучком, перпендикулярном линзе.

Не запрещенные области тоже будут излучены светом.

Нужно, чтобы система излучала свет в запрещенных областях

На рисунке ~~на~~ представлено условие, при котором это будет выполняться

№ 2.9.1 Чистовик



В конце на поршень действует сила тяжести, сила давления со стороны газа под поршнем и сила атмосф. давления

II з. Ньютона:

$$p_1 S = p_0 S + Mg$$

$$p_1 = p_0 + \frac{Mg}{S} = 10^5 + \frac{100 \cdot 10}{100 \cdot 10^{-4}} = 2 \cdot 10^5 < 3{,}5 \cdot 10^5$$

Т.к давление газа в конце меньше давления насыщенного пара $p_1 < p_н$ => в конце пар ненасыщенный =>

=> вся вода испарилась => $m_г = m_в$ ($m_г$ - масса газа при $t = 127°C$)

Ур-е Менделеева-Клапейрона:

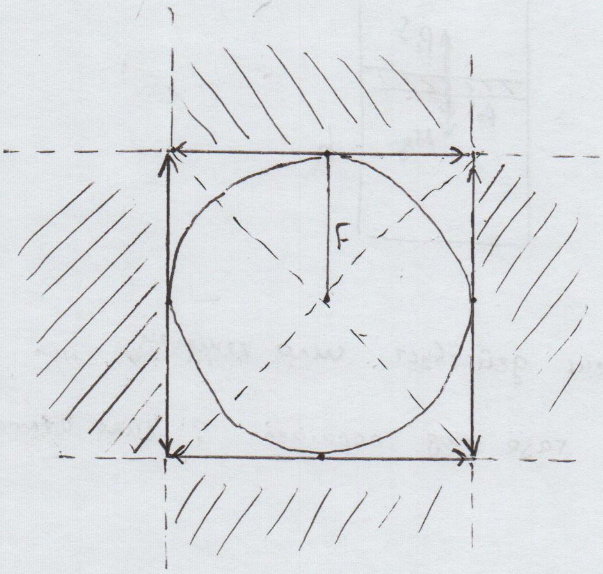
$$p_1 V = \frac{m_г}{\mu} RT$$

$$p_1 S h = \frac{m_г}{\mu} RT$$

$$h = \frac{m_г RT}{\mu p_1 S} = \frac{9 \cdot 10^{-3} \cdot 8{,}3 \cdot 400K}{18 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 100 \cdot 10^{-4}} = 83 \text{ см}$$

Ответ: $h = 83$ см

S.3.1 Чистовик



Лучи, выходящие из сферического источника, продолжение которых попадает в фокальную плоскость линз, выходят параллельным пучком и излучают все запрещенные области. Нужно, чтобы были излучены и не запрещенные

неверно

Это возможно ~~что~~ только, если $R \geq F$ расстояния линзы =>

$= R_{min} = F = a = 2{,}25$ см

Ответ: $R_{min} = 2{,}25$ см

Черновик

№ 1.2.1

ЗСЭ:

$$\frac{3kx^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{3mv_2^2}{2} \qquad (x = 10\text{ см})$$

ЗСИ:

$$mv_1 - 3mv_2 = 4mv_x$$ (v_x – проекция скорости системы после столкновения)

$$2\left(1+\frac{10^{-3}}{4\sqrt{10^{-6}+10^{-4}}}\right)+20\left(\frac{3}{4}+\frac{1}{4}\sqrt{1-\frac{10^{-6}}{10^{-6}+10^{-4}}}\right)$$

$$1-\frac{10^{-2}}{10^{-2}+1}$$

$$\frac{10^{-2}+1-10^{-2}}{10^{-2}+1} \qquad \frac{1}{10^{-2}+1}$$

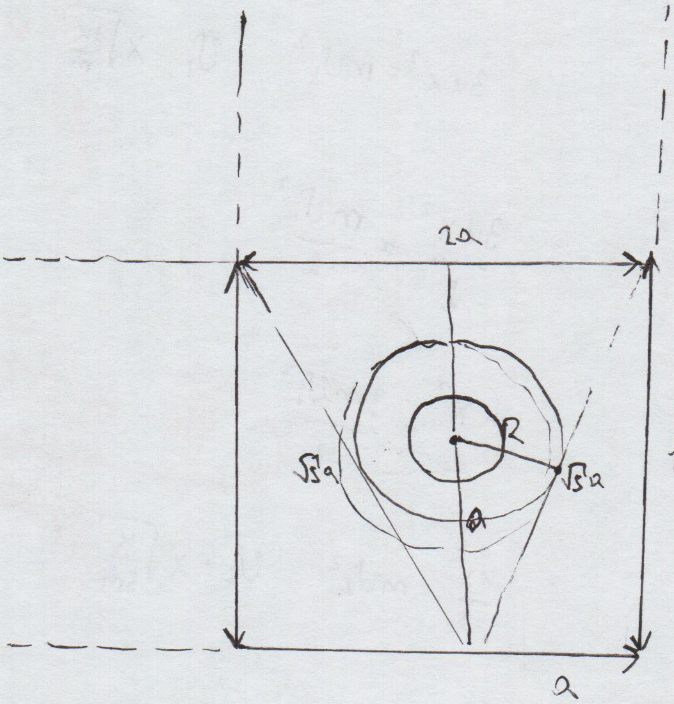
$$2+\frac{1}{4}\cdot\sqrt{\frac{10^{-2}}{10^{-2}+1}} \qquad 20\left(\frac{3}{4}+\frac{1}{4}\sqrt{\frac{100}{101}}\right)$$

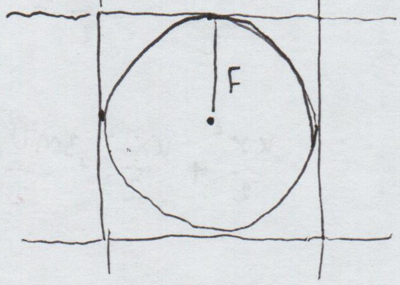
$$2+\frac{1}{4} \qquad 2\left(1+\frac{1}{4}\right)+20\left(\right.$$

$$2\left(\frac{5}{4}\right)+20$$

$$\frac{10}{4}+\frac{80}{4}=90$$

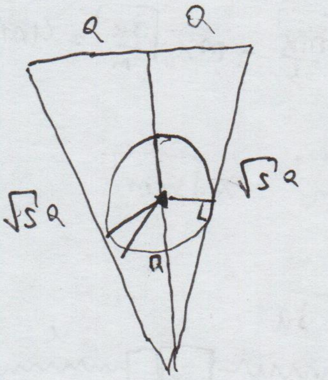
Черновик





$$2\left(1+\frac{10^{-3}\cdot 0{,}25}{\sqrt{10^{-6}+10^{-4}}}\right.$$

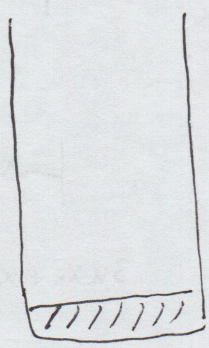
$r=$

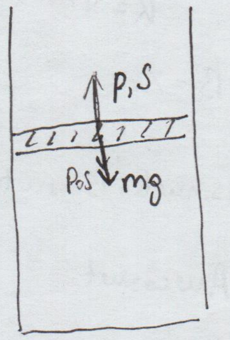


pV

$$p_1 S h = \frac{m}{M} RT$$

$$h = \frac{mRT}{M p_1 S}$$





$$\frac{1000}{100\cdot 10^{-4}} = \frac{1000}{10^{-2}}$$

$$\frac{10^3}{10^{-2}} = 10^5$$

$$p_1 S = p_0 S + mg$$

$$p_1 = p_0 + \frac{mg}{S} = 2p_0$$

$\cancel{\frac{4kx_0^2}{2}}$

$3kx^2 = mv_1^2$

$v_1 = x\sqrt{\frac{3k}{m}}$ V

$\frac{3kx^2}{2} = \frac{3kx_0^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2}$

$\frac{3kx^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2}$

$\frac{kx^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} = \frac{3mv_2^2}{2}$

$\frac{kx^2}{2} = \frac{3mv_2^2}{2}$

не о том

$\frac{kx^2}{3} = mv_2^2$

$v_2 = x\sqrt{\frac{k}{3m}}$ V

$\cancel{\frac{m}{2}(v_1^2+v_2^2)}$

$\frac{9mv_2^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} = 3kx^2$

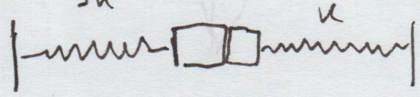
$3mv_2 - mv_1 = 4mv_x$

$3mv_2 - mv_1 = 4mv_x$

$3x\sqrt{\frac{mk}{3}} - mx\sqrt{\frac{3k}{m}} = 4mv_x$

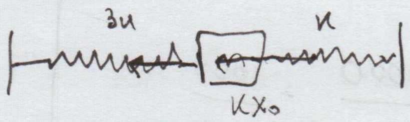
$x\sqrt{3km} - x\sqrt{3km}$

$\frac{4mv_x^2}{2}$



$k = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_x^2 m}{4k}}$

$B = x_0$



$x(t) = A\sin\omega t + B\cos\omega t$

$x'(t) = A\omega\cos\omega t$

$3kx_0 + kx_0 =$

$v_x = A\omega$

$4kx_0 = m\ddot{x}$

$\omega^2 = \frac{4k}{m}$

v_x

$m\ddot{x} - 4kx = 0$

$\omega = 2\sqrt{\frac{k}{m}}$

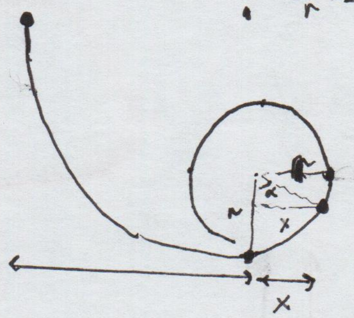
$A = \frac{v_x}{2\sqrt{\frac{k}{m}}}$

$\ddot{x} - \frac{4k}{m}x = 0$

Черновик

$\rho E(R+\sin\alpha\, r)+mgr(1-\cos\alpha)$

$\frac{x}{r}=\sin\alpha$



$h=r-\sqrt{r^2-x^2}$

$\rho^2E^2r^2-\rho^2E^2x^2=(mg)^2x^2$

$\rho^2E^2r^2=x^2((\rho E)^2+(mg)^2)$

$mgR=\frac{mv^2}{2}+\rho E(R+x)+mg(r-\sqrt{r^2-x^2})$

$x=\frac{\rho E r}{\sqrt{(\rho E)^2+(mg)^2}}$

$\frac{mv^2}{2}(x)=mgR-\rho ER-\rho Ex-mgr+mg\sqrt{r^2-x^2}$

$4m \quad mv_1-3mv_2=4mv$

$-\rho E+\frac{-2x}{2\sqrt{r^2-x^2}}=0$

$-\rho E\sin\alpha\, r+mgr\cos\alpha$

$-\cancel{0}$

$-\cos\alpha\,\rho Er-mgr\sin\alpha$

$\sqrt{r^2-x^2}$

$-\cos\alpha\,\rho Er=mgr\sin\alpha$

$(r^2-x^2)^{\frac{1}{2}}=\frac{1}{2}(r^2$

$-\rho Er=mgr\,tg\,\alpha$

$tg\,\alpha=-\frac{\rho E}{mg}$

$\frac{-2x}{2\sqrt{r^2-x^2}}$

$x\in[0;r]$

$mgR=\frac{mv^2}{2}+\rho E(R+x)+mg(r-\sqrt{r^2-x^2})$

$-\rho E\cdot 2\sqrt{r^2-x^2}$

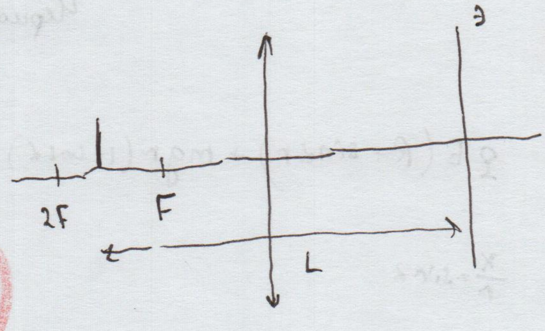
$\frac{mv^2}{2}=+\rho Ex+mg\sqrt{r^2-x^2}$

$\rho E=\frac{mgx}{\sqrt{r^2-x^2}}$

$=\rho E+mg\frac{-2x}{2\sqrt{r^2-x^2}}=0$

$\rho^2E^2(r^2-x^2)=(mg)^2x^2$

Черновик



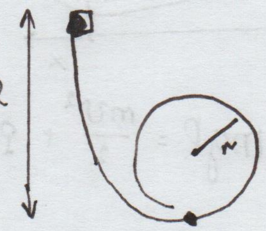
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

$$f + d = L$$

$$\Gamma = \frac{f}{d}$$

$$f = \frac{Fd}{d-F}$$

$$\Gamma = \frac{F}{d-F} = 3$$



$$\begin{array}{r|l} 160 & 24 \\ -144 & 6,6 \\ \hline 160 & \end{array}$$