



0 625173 490009

62-51-73-49

(48.1)



# МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения ОЦ "Команда"  
город

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

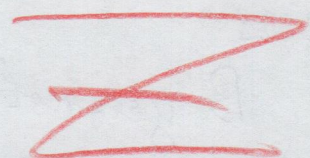
Чулёва Рёдора Дмитриевича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

*Вышел 13<sup>16</sup>, вернулся 13<sup>15</sup> МС*  
*Закончил, дал работу 14<sup>05</sup> МС*

Дата  
« 5 » марта 2023 года

Подпись участника

Миславик



1.2.1.

После отпущения грузов они имеют частоты  $\sqrt{\frac{3k}{m}}$  и  $\sqrt{\frac{k}{3m}}$   $\omega = \sqrt{\frac{k}{3m}}$  (правой) и  $3\omega = \sqrt{\frac{3k}{m}}$ , т.е. их положение равновесие.

В середине, их движение до столкновения:

- 1) левый:  $x_1 = -\frac{L}{2} \cos(3\omega t)$ ,  $t$  - время,  $x$  - координата оси, направ. вправо, 0 в положении равновесия грузов.
- 2) правый:  $x_2 = \frac{L}{2} \cos(\omega t)$

их координаты выравниваются, когда  $x_1 = x_2$  в первый раз:

$$\cos(\omega t) + \cos(3\omega t) = 0$$

$$2\cos(\omega t)\cos(2\omega t) = 0$$

т.е. когда  $2\omega t = \frac{\pi}{2}$ ;  $\omega t = \frac{\pi}{4}$ .

Это произойдет на координате  $x_0 = \frac{\sqrt{2}L}{4}$

Скорость  $\pm$  груза перед столкновением  $v_i$ :

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{3k}{2} \left( \left(\frac{L}{2}\right)^2 - \left(\frac{\sqrt{2}L}{4}\right)^2 \right) \quad v_1 = \sqrt{\frac{3kL^2}{8m}} \quad (\text{вправо})$$

Ск. 2 груза

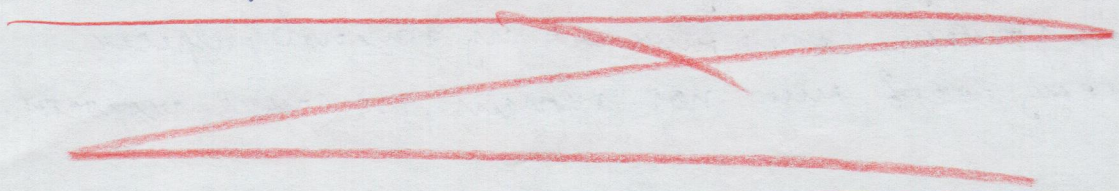
$$\frac{3mv_2^2}{2} = \frac{k}{2} \left( \left(\frac{L}{2}\right)^2 - \left(\frac{\sqrt{2}L}{4}\right)^2 \right) \quad v_2 = \sqrt{\frac{kL^2}{24m}} \quad (\text{влево})$$

Конечной скорости системы на  $x$ :

$$m \sqrt{\frac{3kL^2}{8m}} - 3m \sqrt{\frac{kL^2}{24m}} = 0, \text{ т.е. конеч. скорость на } x_0$$

у системы равна 0, т.е.  $A = x_0$  (полож. равновесие, неизмен.)

Ответ:  $A = \frac{\sqrt{2}L}{4} = 7,1 \text{ см}$



20 20 20 14 19 93 + Деверность  
 1 2 3 4 5  
 Писать на полях  
 Не пиши  
 Не пиши

62-51-73-49  
(48.1)

2.3.1

Числовик

В установившемся состоянии давление под поршнем  $p = p_0 + \frac{Mg}{S}$  (чтобы поршень был в равновесии под действием сил давления)

$$p = 10^5 \text{ Па} \rightarrow \frac{100 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0,01 \text{ м}^2} = 2 \cdot 10^5 \text{ Па} < p_0,$$

т.е. вода под поршнем еще жидкая вода, а следовательно насыщенный пар (в устан. сост.) давление будет подогретого поршня, устан. сост. не наступит, т.е. в итоге вся вода перейдет в газооб. состояние.

Под поршнем пар водной пар объемом  $Sh$  ( $h$  - высота подогретого поршня, объемом воды в устан. состоянии пренебрежем) темп.  $T = 400 \text{ К}$  давл.  $p$ , имеет массу  $m$ . Ур. сост. ид. газа:

$$p h S = \frac{m}{\mu} R T$$

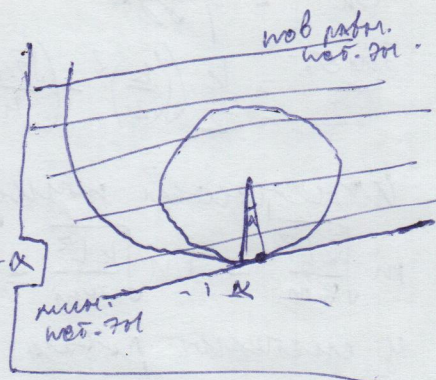
$$h = \frac{m R T}{\mu p S} = \frac{9 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 400 \text{ К}}{18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 2 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 0,01 \text{ м}^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{5} \cdot 8,3 =$$

$$= 0,83 \text{ м} = 83 \text{ см}$$

Ответ: 83 см

3.3.1.

Сила тяжести равна  $0,02 \text{ Н}$  (мг)  
сила электростат. -  $qE = 10^{-3} \text{ Н}$  (вправо)  
из этого следует, что поскольку сумм. сила направ. под углом  $\frac{1}{10} = \alpha$   
к вертикали, поверхности равной  $q_m$  будут под. заряды распо-  
ложены под этим же углом



к горизонтали. Сила минимальна из этих пов, пересек. систему соств. мин. пот. зарядов, т.е. макс. скорости.

(продолж. 3.3.1)

Числовые

Сила  $\alpha \approx \frac{1}{10}$  малым углом, получим работу силы тяжести

$$A_{mg} = mg(R - r(1 - \cos \frac{1}{10})) \approx mg(R - \frac{r}{200}) \quad (\cos \alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2})$$

работа эл. силы:

$$A_{Eq} = Eq(R + \frac{r}{10})$$

скорость лентцы в этой точке

$$v = \sqrt{2g(R - \frac{r}{200}) + \frac{2Eq}{m}(R + \frac{r}{10})} =$$

$$= \sqrt{19,375 + 2,05} = 4,7 \frac{m}{c}$$

Ответ:  $4,7 \frac{m}{c}$

4.5.1.

Расстояние между экраном и линзой в 3 раза больше расстояния между линзой и источником, т.е. они соответственно равны 60 и 20(см).

Отв. сила линзы по формуле т. линзы:

$$D = \frac{1}{0,6m} + \frac{1}{0,2m} = 6,7 \text{ Дптр}$$

Ответ: 6,7 Дптр

(-60)

не получено выражение для отв. силы линзы

5.3.1

~~То, как войдут лучи от источника через отв. центр линзы, не зависит от их фокусного расстояния.~~

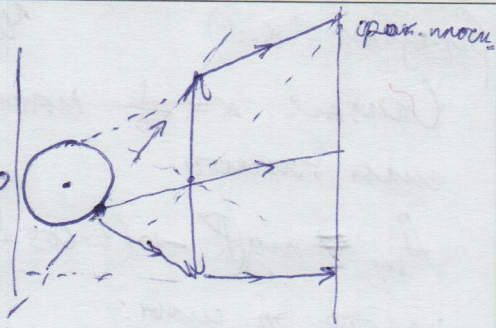
~~Необходимо, чтобы источник точечный, являющийся частью сфер. источника~~

Рассмотрим отдельные лучи источника, приходящие на одну линзу. Необходимо, чтобы максимально отклоняющиеся от главной оптической оси прошедшие через линзу лучи отклонялись от неё на  $45^\circ$ .

(Продолж 5.3.1)

Чисовик

Рассмотрим отдельный точечный источник, эвл. частью сферического,

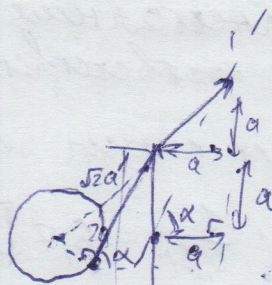


Если он больше фокусного

расстояния, то от него формируется мнимое изображение. Максимально отв. преломленный луч (вверх на рисунке) пройдет через верхнюю точку (т.к. мнимое изобр. слева). Точка сфер. источника, соответствующая макс. отклонению от з. отв. оси преломленного (следует, и начального) луча - касательной, проведенной от верх. точки этой линзы к сфер. источнику.

Из рисунка видно, что на касательной к линзе под углом  $\alpha$  к ГОС,

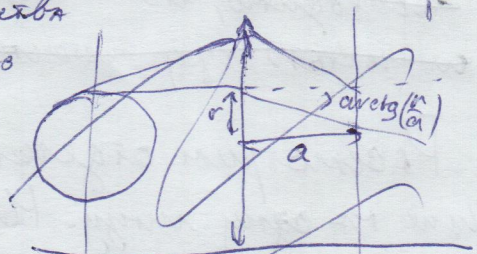
примем  $\alpha = 90^\circ - (45^\circ - \arcsin \frac{r}{\sqrt{2}a})$



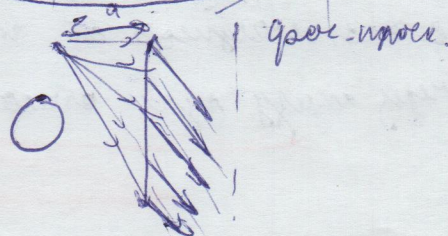
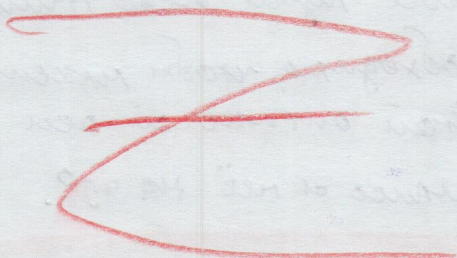
(при минимальном радиусе источника)

$$r = \sqrt{2}a \cdot \sin(\arctg(2) - 45^\circ) = \frac{a}{\sqrt{5}} \approx 1 \text{ см}$$

Если расст. до линзы больше фокусного, макс. отклонение будет меньше  $45^\circ$  (см. рис.), тогда из этих точек не может исходить семейства лучей, переход. в паралл. пучок под  $45^\circ$  к ГОС.



Ответ: 1 см



Черновик

$$\frac{r^2}{F^2} (x_1 + 2F)^2 - y_1^2 = F^2$$

$$x_1 = \sqrt{\frac{F^4}{r^2} + \frac{y_1^2 F^2}{r^2}} - 2F > y_1$$

$$\frac{F^2}{r} \sqrt{1 + \frac{y_1^2}{F^2}} - 2F > y_1 \quad \frac{F^2 \sqrt{F^2}}{r \sqrt{F^2 r^2}} - 2F = \frac{rF}{\sqrt{F^2 r^2}} =$$

$$\left( \frac{F^2}{r} \sqrt{1 + \frac{y_1^2}{F^2}} - 2F - y_1 \right)' =$$

$$= \frac{2y_1}{r \sqrt{1 + \frac{y_1^2}{F^2}}} - 1 = 0?$$

$$y_1 = r \sqrt{1 + \frac{y_1^2}{F^2}}$$

$$y_1^2 = r^2 + \frac{r^2}{F^2} y_1^2$$

$$y^2 = \frac{r^2 F^2}{F^2 - r^2}$$

$$= \frac{F^3/r - 2F\sqrt{F^2 - r^2} - rF}{\sqrt{F^2 - r^2}}$$

$$= -2F \sqrt{\frac{F^2 - r^2}{F^2}} + \frac{F(F^2 - r^2)}{r}$$

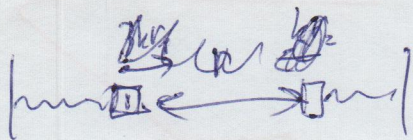
$$\sqrt{2} a \cdot \sin(\arctg(z) - 45^\circ)$$

$$= \sqrt{2} a \cdot \left( \frac{2}{\sqrt{5}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{\sqrt{5}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \right) =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{5}} a \quad 2 \cdot 55$$

x 2,25  
 x 225  
 1125  
 450  
 450  
 50625

Черновик.



$$L + \frac{L}{2} \cos(3\omega t)$$

$$L + \frac{L}{2} \cos(\omega t)$$

$$\cos \omega t = -\cos(3\omega t)$$

$$\cos \omega t + \cos(3\omega t) = 0$$

$$2 \cos(2\omega t) \cos(-\omega t) = 0$$

$$\omega t = \frac{\pi}{4}$$

$$\frac{1}{F+x} - \frac{1}{F+x_1} = -\frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{F+x_1} = \frac{2F+x}{(F+x)F}$$

$$x_1 = \frac{(F+x)F}{2F+x} - F = -F^2$$

$$7 \cdot 10^2 \cdot 10^{-5} \cdot 10^2 = \frac{1}{2} \cdot 8,3 = 0,83$$

$$+ \frac{P_{ot} + Mg}{S}$$

$$100 \text{ m} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{с}^2} \cdot 100 \frac{1}{\text{m}^2} =$$

$$= 100000 \text{ Па}$$

$$y_1 = \sqrt{r^2 - x^2} \cdot \frac{F}{x}$$

$$2200^2$$

$$40^2$$

$$= 1680$$

$$46^2 = 1836 + 480 = 2216$$

$$47^2 = 1649 + 560 = 2209$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$

$$= 1680$$