



0 283232 050009

28-32-32-05

(66.8)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

+1 мест 15-20  
+1 мест. впереди  
М.Н.Бор

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников ломоносов

по физике

Назарова Никита Владимирович

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

ДешевР

Дата  
«21» февраля 2020 года

Подпись участника

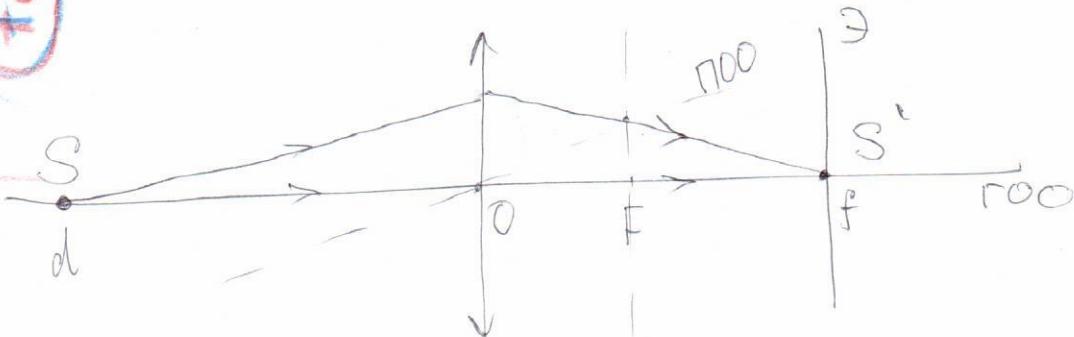
28-32-32-05

78

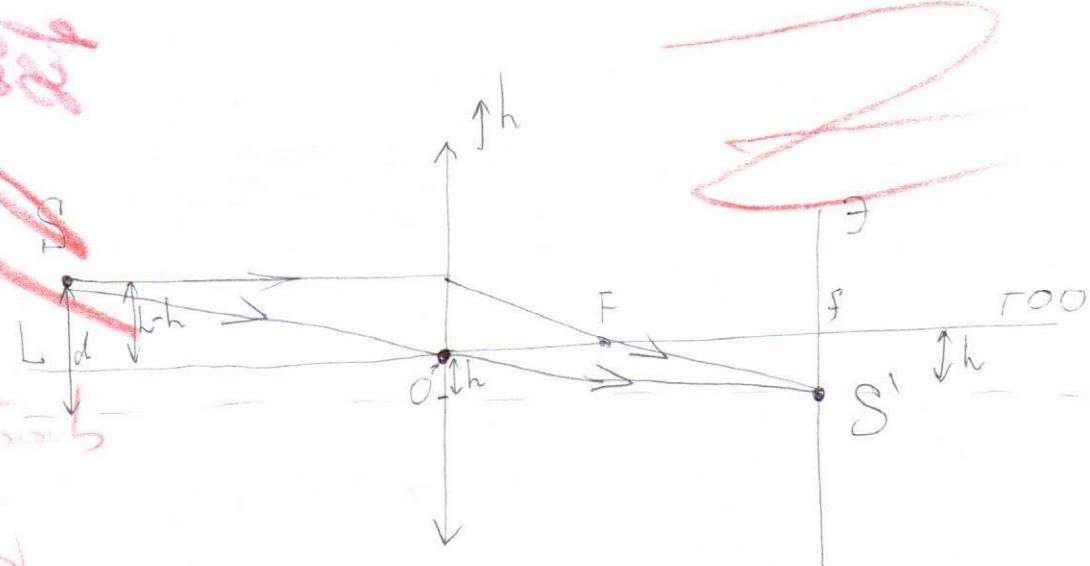
Чистовик

4.10.3.

Первый суггай (до сдвигов)



Второй суггай (после сдвигов)



Через оптический центр сече проходит  
не предсказуемо

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \text{ (ф. тонкой линии)} \Rightarrow f = \frac{dF}{d-F} \\ \frac{L-h}{h} = \frac{d}{f} \text{ (Бесспориваем находление чудо-бак-} \\ \text{тес в той же морке из} \\ \text{геометрии)} \end{array} \right.$$

$$\frac{L-h}{h} = \frac{d-F}{F} \Rightarrow \boxed{F = \frac{dh}{L}} \quad F = \frac{2h^2}{6} \text{ см} = 8 \text{ см}$$

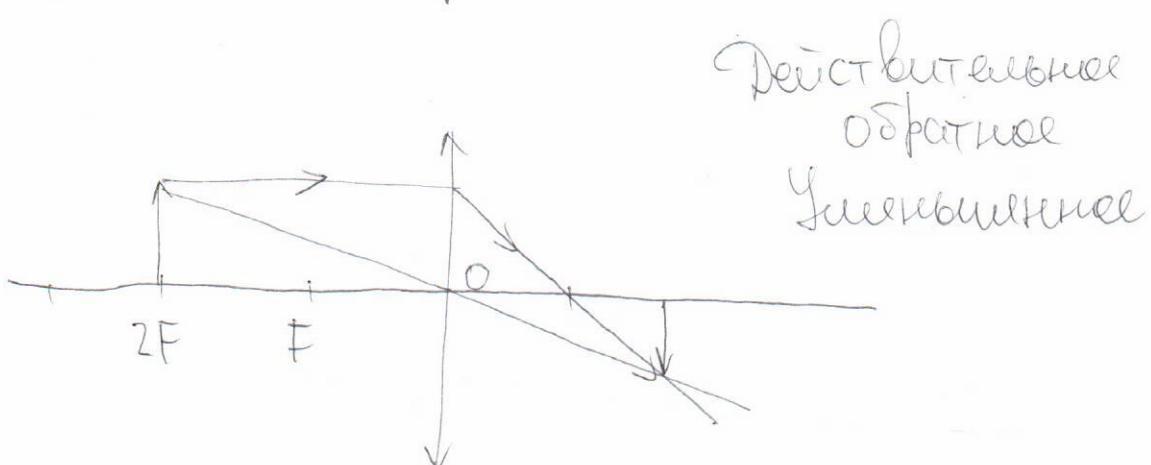
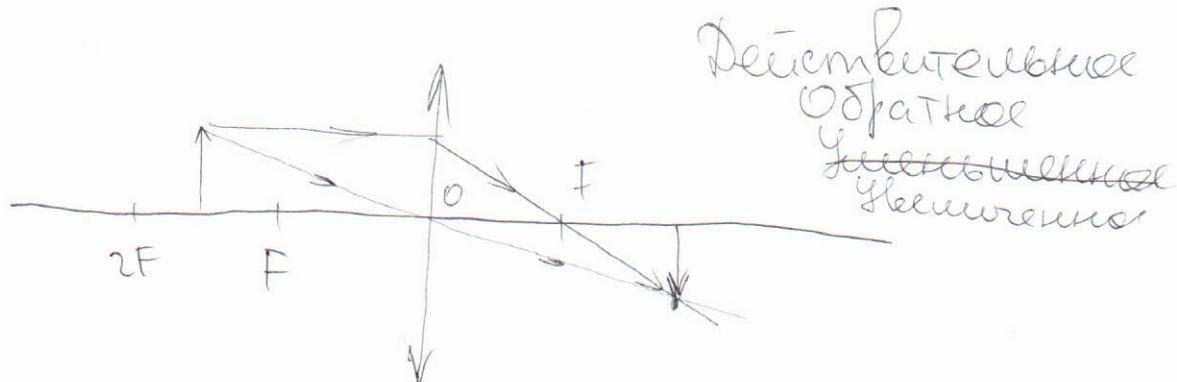
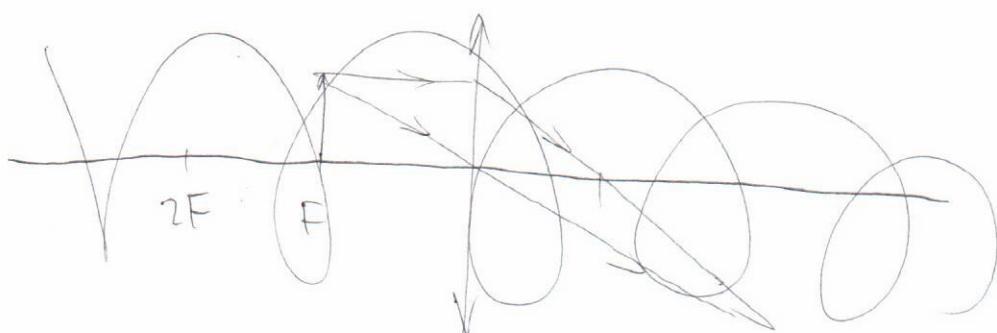
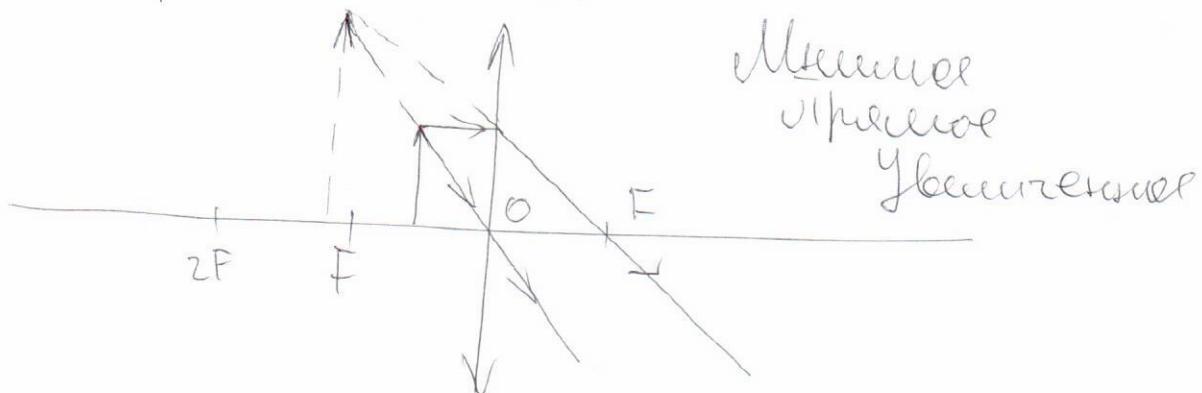
Ответ:  $F = \frac{dh}{L}$ ;  $F = 8 \text{ см}$ .

(+) (15)

Вопросы

Чистовик

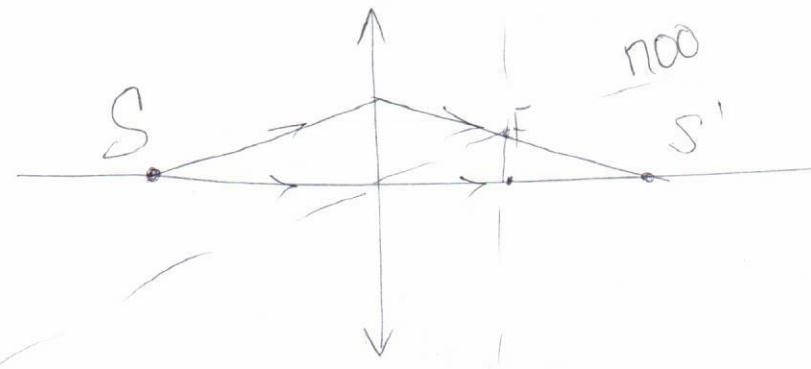
Собирающее зеркало:



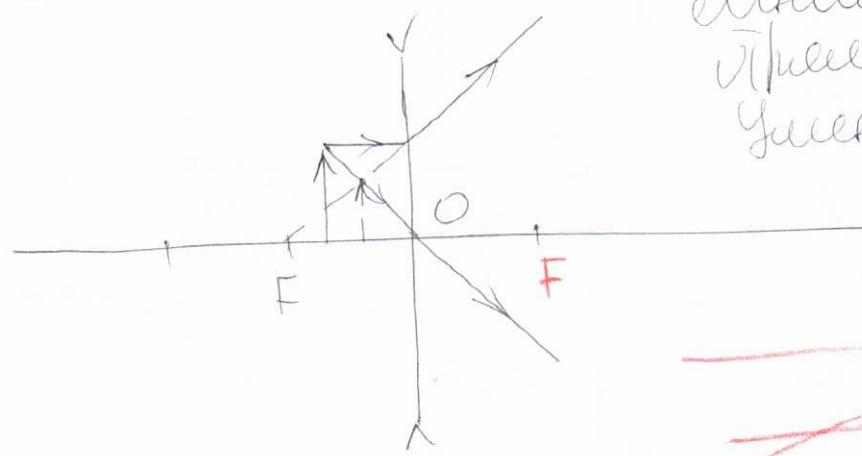
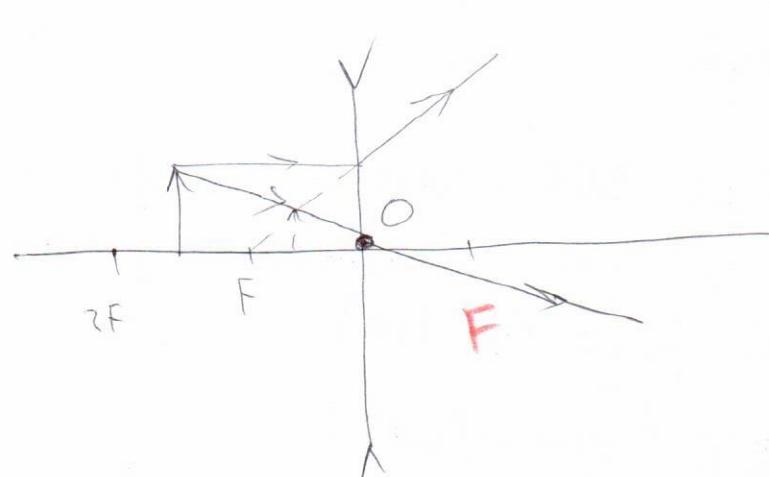
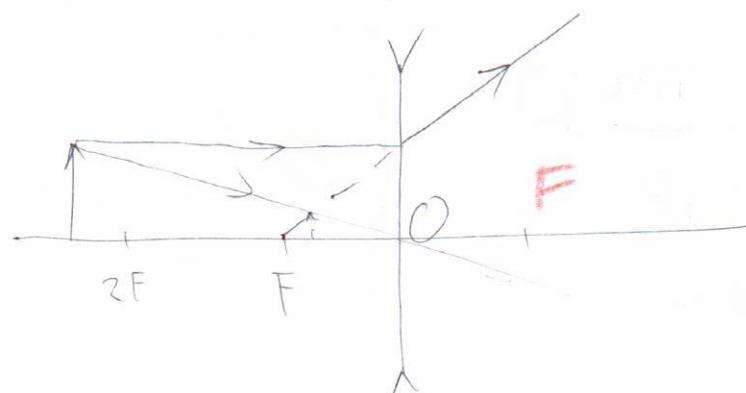
28-32-32-05  
(66,8)

| ф.н.

честолюб



Рассеивающий линза:

отрицательное  
отрицательное  
увеличительноеотрицательное  
отрицательное  
уменьшающее

$$P_{B^2} = \frac{Mg}{S};$$

$$P_{B^2} = \frac{h}{h - \Delta h} \Rightarrow P_{B^1} = P_{B^2} \cdot \frac{h - \Delta h}{h} = \frac{Mg}{S} \cdot \frac{h - \Delta h}{h}$$

$$\frac{P_{B^2}}{P_{B^1}} = \frac{h}{h - \Delta h}$$

$$\frac{\Delta m \frac{RT}{\mu h}}{h} + \frac{P_0 S (h - \Delta h)}{h} = P_0 S + Mg - Mg \frac{h - \Delta h}{h}$$

$$\frac{\Delta m \frac{RT}{\mu h}}{h} - P_0 S + \frac{P_0 S (h - \Delta h)}{h} = Mg \left(1 - \frac{h - \Delta h}{h}\right)$$

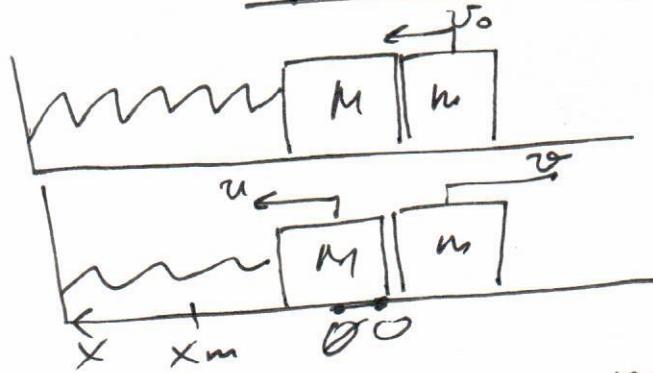
$$\frac{\Delta m \frac{RT}{\mu h}}{h} - P_0 S \left(1 - \frac{h - \Delta h}{h}\right) = Mg \cdot \frac{\Delta h}{h}$$

$$\frac{\Delta m \frac{RT}{\mu h}}{h} - \frac{P_0 S \Delta h}{h} = Mg \cdot \frac{\Delta h}{h}$$

$$\frac{\Delta m \frac{RT}{\mu h}}{h} \cdot \frac{h}{g \Delta h} - \frac{P_0 S}{g} = M$$

$$M = \frac{\Delta m \cdot RT}{\mu g \Delta h} - \frac{P_0 S}{g}$$



Чертеж

$$\text{з.с.и: } m\omega_0 = Mu - mu$$

Ox

$$\text{з.с.з: } \frac{\cancel{m} \omega u^2}{2} = \frac{k x_m^2}{2} \Rightarrow x_m^2 = M \cdot \frac{u^2}{k}$$

$$x_m(t) = x_m \sin \omega t = x_m \sin \Phi$$

$$x_m(t) = -\vartheta t$$

$$\Phi = \frac{2}{3} T = \frac{2}{3} \cdot 2\pi = \frac{4}{3}\pi$$

~~$x_m \left( \frac{4}{3}\pi \right)$~~

$$-\cancel{x_m} \frac{\sqrt{3}}{2} = -\vartheta \cdot \frac{2}{3} 2\pi \sqrt{\frac{M}{gk}}$$

$$x_m \frac{\sqrt{3}}{2} = \vartheta \cdot \frac{4}{3} \pi \sqrt{\frac{M}{k}}$$

нужн.  
математик.

~~$\frac{3Mu^2}{4k} = \frac{16\pi^2}{9} \vartheta^2 \frac{M}{K}$~~

 ~~$\frac{3Mu^2}{4k}$~~  ~~$\frac{16\pi^2}{9} \vartheta^2$~~ 

$$\frac{3}{4} u^2 = \frac{16\pi^2}{9} \vartheta^2$$

$$u^2 = \frac{64\pi^2}{27} \vartheta^2$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} u = \frac{4\pi}{3} \vartheta$$

Удар не скажет, что удар абсолютно упругий

$$\text{з.с.з: } \frac{m\omega_0^2}{2} = \frac{m\vartheta^2}{2} + \frac{Mu^2}{2};$$

Черновик

$$\frac{mv_0^2}{z} = \frac{mv^2}{z} + \frac{32}{27} mv^2 \bar{u}$$



ИсточникВопрос к 1.1.3

Но определение

Лом. энергия тела вблизи поверхности Земли, от неё отчуждаемая:

$$E_p = mgh, h - \text{расстояние до поверхности}$$

Лом. энергия деформированной пружины:  $\nabla W = \frac{k(x-x_0)^2}{2}$ ,  $x$  - положение деформирующей пружины,  $k$  - ...

~~Лом. энергия определяется как из закона сохранения энергии~~  
энергия, которая может перейти в кинетическую энергию, тепло или работу.

не опр-е

~~Большое значение имеет именно разность потенциальных энергий,~~

т. к.  $\Delta E_p + \Delta E_k = A - Q$ .

Вопрос к 3.7.3

ЭДС самоиндукции равна скорости изменения тока, произведённой на индуктивность элемента, будто с обратным знаком.

$$\mathcal{E}_L = -L \frac{dI}{dt}$$

Индуктивность

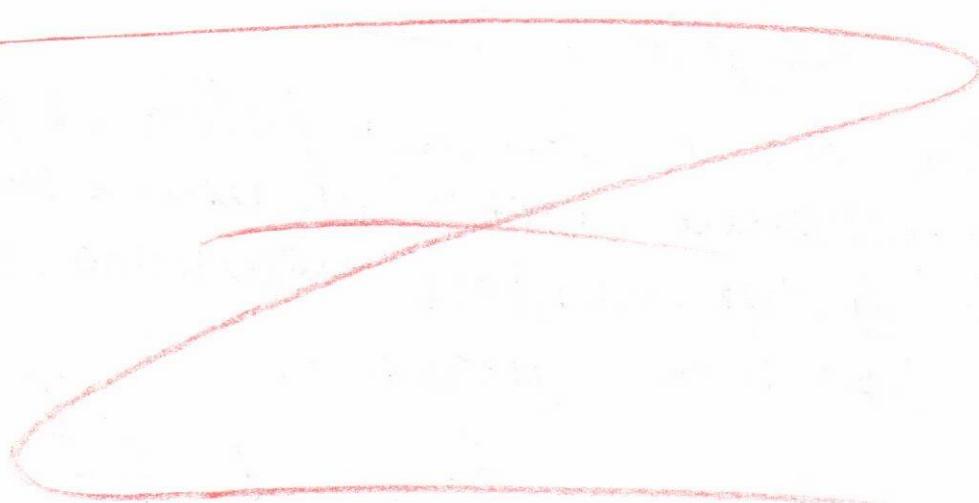
1.1.3

$$[L] = \text{В}$$

Индуктивность - скалярная физ. величина, выражающая характеристики элемента цепи, зависящие от изменения магнитного потока, проиндуцированного движущимся элементом, к тому, текущему через него. (магнитный поток между током, которое создается самим током же, которое создает магнитный поток).

$$L = \frac{\Phi}{I} \quad [L] = \text{Гн} = \frac{\text{Тл} \cdot \text{м}^2}{\text{А}}$$

Существование индуктивности приводит к „шерфтиности“, „реактивности“ тока.



Черновик

$$\text{Баланс} = BS = \text{const.}$$

$$\frac{\mu_0 I}{R}$$

$$\frac{KI^2}{2} = \frac{\phi^2}{2L} = \frac{\phi^2 I}{2L} = \frac{\phi I}{2}$$

$$\frac{\phi I^2}{2} = \text{const.}$$

 $Nm; Nq$ 

~~$B_o S$~~

$$E = \frac{Nm\omega^2}{2} = \frac{Nm\omega^2 R^2}{2}$$

~~$E = C + F$~~

~~$\text{импульс}$~~

$$B_o S = LI$$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\frac{wt}{2\pi R} Nq}{t} = \frac{wNq}{2\pi R}$$

~~$\text{импульс}$~~

$$B_o S = h \cdot \frac{wNq}{2\pi R}$$

$$\frac{LI^2}{2} = E$$

$$h = \frac{B_o S \cdot 2\pi R}{wNq}$$

~~$\frac{B_o S \cdot 2\pi R}{wNq} \cdot \frac{\omega^2 N^2 q^2}{2\pi R} = \frac{Nm\omega^2 R^2}{2}$~~

$$B_o S \cdot 2\pi R \omega^2$$

$$\frac{B_o S \cdot \omega Nq}{4\pi R} = \frac{Nm\omega^2 R^2}{2}; \quad \omega = \frac{2B_o S}{4\pi m R^3}$$

$$\frac{B_o S}{4\pi R} = \frac{R^2 P}{4\pi M}$$

$$\Phi = \frac{2B_o S t}{4\pi m R^3} = \frac{2\pi R}{h}$$

Черновик Чистовик3.7.3

$$\sum q = Nq$$

$$\sum m = Nm$$

$$E_k = \frac{Nm\omega^2 R^2}{2}$$

$R$   
 ~~$\Phi = B_0 \pi R^2$~~   
 $\Phi = B_0 \pi R^2$

магнитный поток сохраняется

~~$B_0 \frac{\pi R^2}{2} = I$~~

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\omega t}{2\pi R} Nq = \frac{\omega Nq}{2\pi R}$$

$$\frac{\Phi I}{2} = E_k \quad \begin{array}{l} \text{(две поддержки шаги.)} \\ \text{нет каскадного брэйзинга} \\ \Rightarrow E_k \end{array}$$

~~$B_0 \cdot \pi R^2 \cdot \omega Nq$~~

$$\frac{B_0 \pi R^2 \cdot \omega Nq}{4\pi R} = \frac{Nm \omega^2 R^2}{2}$$

~~$B_0 \frac{\pi R^2}{2}$~~

$$\frac{B_0 R q}{2} = \frac{m \omega R^2}{2} \Rightarrow \omega = \frac{B_0 R q}{2m R^2} = \frac{B_0 q}{2m R}$$

$$\omega = \frac{B_0 q}{2m R}; \quad N-\text{ий заряд заходит приходится} \\ \text{за } \frac{1}{n} \text{ секунд} \text{ дугу } \frac{2\pi R}{N}$$

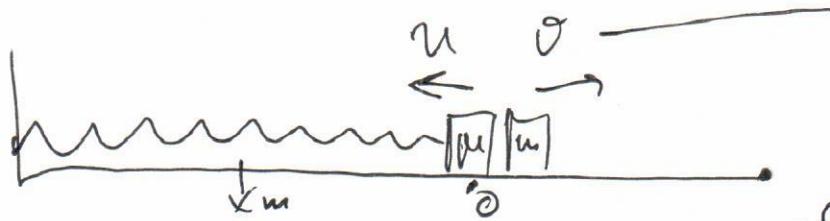
$$\frac{B_0 q}{2m R} = \frac{2\pi R}{N};$$

$$N = \frac{4\pi m n R^2}{B_0 q}$$

Численного ответа нет

Чистовик

1.1.3



$$3. C. M.: m\vartheta_0 = M\vartheta - m\vartheta \quad \left. \begin{array}{l} u \\ \vartheta \end{array} \right\} \text{теории} \\ \left. \begin{array}{l} x \\ \vartheta \end{array} \right\} \text{н.к.}$$

$$3. C. \vartheta: \cancel{M\ddot{\vartheta}} \frac{M\vartheta^2}{2} = \frac{kx_m^2}{2},$$

$$x_m = U \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$$x_m \sin\left(\frac{2}{3}\pi\right) = -\vartheta t, \quad t = \frac{2\pi}{\omega} \cdot \frac{2}{3} = \frac{4}{3}\pi$$

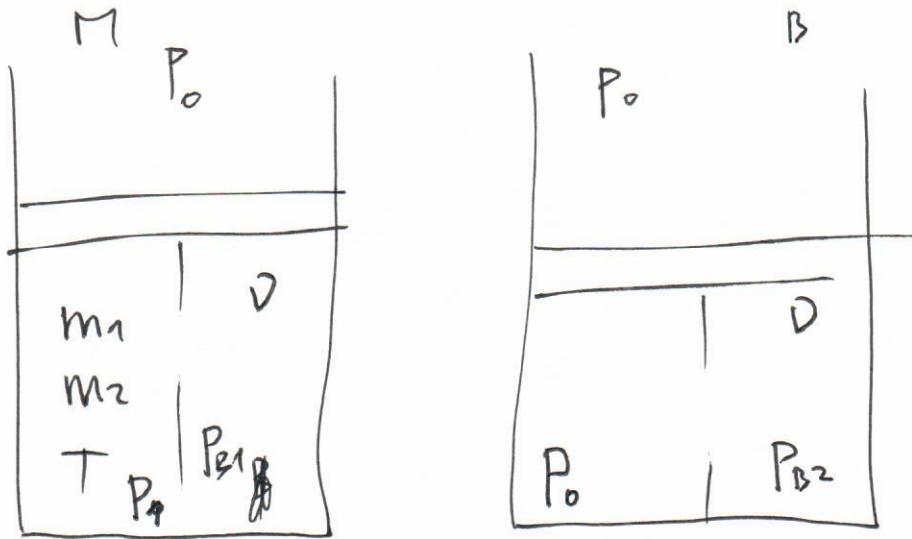
$$-U \sqrt{\frac{M}{K}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = -\vartheta \cdot \frac{4}{3}\pi \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$$\cancel{-} \frac{\sqrt{3}}{2} U = \frac{4}{3}\pi \vartheta$$

*Неворонко*  
вспомогательные скорости  
после удара

Т. к. удар упругий, то отношение масс равно отношению скоростей после удара.

$$n = \frac{m}{M} = \frac{8\pi}{3\sqrt{3}}$$



$$p_0 S + Mg = p_0 S + p_{B2} S ; \quad Mg = p_{B2} S$$

$$p_1 S h = \frac{m_1}{\mu} RT$$

$$p_0 S \left( h - \Delta h \right) = \frac{m_2}{\mu} RT$$

$$\frac{\Delta m}{\mu} RT = S(p_1 h - p_0(h - \Delta h))$$

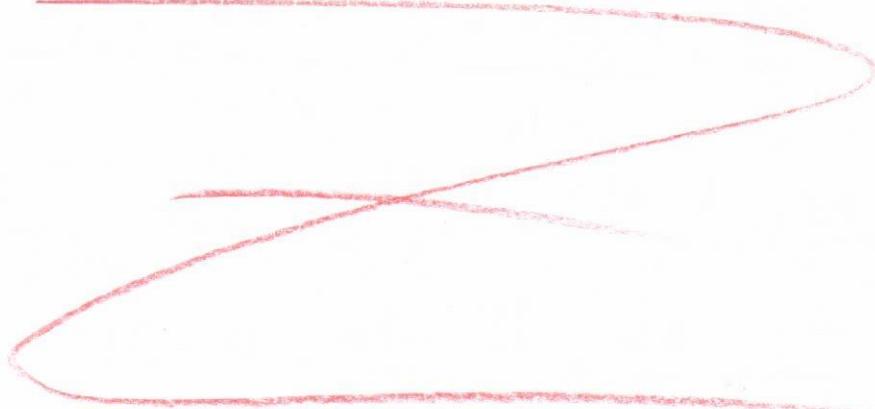
$$\frac{\Delta m}{\mu S} RT = p_1 h - p_0(h - \Delta h)$$

$$\frac{\Delta m}{\mu S h} RT + \frac{p_0(h - \Delta h)}{h} = p_1$$

~~$$p_0 S$$~~

$$p_1 S + p_{B1} S = p_0 S + Mg$$

$$\frac{\Delta m}{\mu h} RT + \frac{p_0 S(h - \Delta h)}{h} = p_0 S + Mg - p_{B1} S$$



$$P_{B1} = \frac{\sqrt{RT}}{Sh}; P_{B2} = \frac{\sqrt{RT}}{S(h-\Delta h)}$$

$$P_0 + \frac{Mg}{S} = \frac{\sqrt{RT}}{Sh} + \frac{m_1 RT}{Sh\mu} = \frac{\sqrt{RT}}{S(h-\Delta h)} + \frac{m_2 RT}{S\mu(h-\Delta h)}$$

$$P_{n1} Sh = \frac{m_1}{\mu} RT; m_1 = \frac{P_{n1}\mu Sh}{RT}$$

$$P_{n2} S(h-\Delta h) = \frac{m_2}{\mu} RT; m_2 = \frac{P_{n2}\mu S(h-\Delta h)}{RT}$$

$$\Delta m = m_1 - m_2 = \frac{\mu S}{RT} (P_{n1} h - P_{n2} (h - \Delta h))$$

$$\frac{RT\Delta m}{\mu S} = P_{n1} h - P_{n2} (h - \Delta h)$$

$$\frac{RT\Delta m}{\mu Sh} + P_0 \cdot \frac{h - \Delta h}{h} = P_{n2} \quad \textcircled{O}$$

$$P_0 + \frac{Mg}{S} \approx P_{B2} + P_0; \quad \frac{Mg}{S} = P_{B2};$$

$$\frac{Mg}{S} \cdot S(h - \Delta h) = P_{B2} S(h - \Delta h) = \sqrt{RT}$$

$$P_{B2} Sh = \sqrt{RT} =$$

$$= Mg(h - \Delta h)$$

$$P_{B1} = \frac{Mg(h - \Delta h)}{Sh}$$

$$\Rightarrow \frac{Mg(h - \Delta h)}{RT}$$

$$P_0 + \frac{Mg}{S} = \frac{Mg(h - \Delta h)}{Sh} + \frac{RT\Delta m}{\mu Sh} + P_0 \cdot \frac{h - \Delta h}{h}.$$

$$\frac{Mg}{S} \left(1 - \frac{h - \Delta h}{h}\right) = P_0 \left(\frac{h - \Delta h}{h} - 1\right) + \frac{RT\Delta m}{\mu Sh}$$

$$\frac{Mg}{S} \cdot \frac{\Delta h}{h} = \frac{RT\Delta m}{\mu Sh} - P_0 \cdot \frac{\Delta h}{h}$$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



$$|\vec{E}_i| = \frac{d\phi}{dt}$$

$$|\vec{E}_i| = \frac{A}{q} = \frac{m\omega^2}{2g}$$

$$\frac{d\phi}{dt} = S \frac{d\beta}{dt} = 2\pi R \frac{d\beta}{dt}$$

$$\omega = 2\pi n$$

$$\Delta E = Mg \Delta h$$

$$P_0 S + \frac{Mg}{S} = PS$$

$$P = P_0 + \frac{Mg}{S} =$$

$$= P_{B1} + P_{m1} =$$

$$= P_{B2} + P_0$$

$$P_{B1} Sh = \rho RT$$

$$P_{B2} S(h - \Delta h) = \rho RT$$

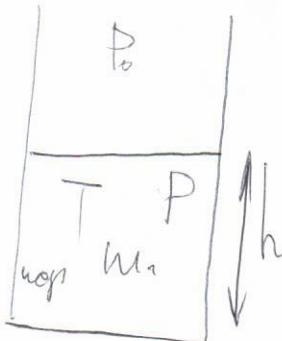
~~P<sub>B1</sub> Sh = ρ RT~~

$$P_{m1} Sh = \frac{m_1}{M} RT$$

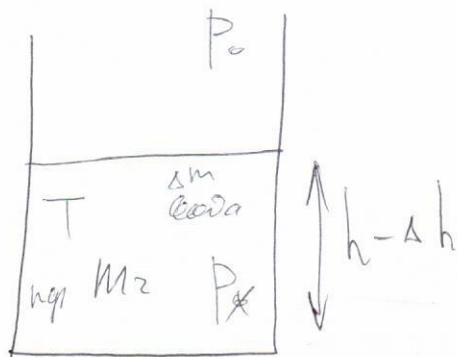
$$P_0 S(h - \Delta h) = \frac{m_2}{M} RT$$

$$m_1 - m_2 = \Delta m$$

~~$$P_{B1} Sh = \rho RT$$~~



$$P_{m1} = P_0$$



$$P_{m1} + P_{B1} = P_0 + \frac{Mg}{S}$$

$$P_0 + \frac{Mg}{S} = P_{B2} + P_0$$

$$\frac{Mg}{S} = P_{B2}$$

$$\frac{Mg}{S} S(h - \Delta h) = P_{B2} S(h - \Delta h)$$

$$\frac{Mg}{S} = \rho RT$$

Черновик

$$m\vartheta_0 = M\vartheta - m\omega$$

$$\frac{M\vartheta^2}{2} = \frac{kx_m^2}{2}; \quad x_m^2 = \frac{M\vartheta^2}{K}$$

~~х~~

$$x(t) = x_m \sin \omega t$$

$$x_1(t) = -m \omega n t$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{g}}$$

$$t_0 = \frac{u}{3} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

$$\omega t_0 = \frac{u}{3} \pi$$

$$x(t_0) = x_1(t_0)$$

$$x_m \sin \frac{u \pi}{3} = -u \cdot \frac{u}{3} \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$$\omega = \frac{B_0 S}{2 \pi m R^3}$$

~~$\frac{\omega t}{N} = 2\pi R$~~

$$-\frac{\sqrt{3}}{2} x_m = -\frac{4}{3} u \pi \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$$\frac{3}{4} x_m^2 = \frac{16}{9} u^2 \pi^2 \frac{m}{K}$$

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{M\vartheta^2}{K} = \frac{16}{9} u^2 \pi^2 \frac{m}{K}$$

1.5 броят я

$$\frac{Mg}{S} \Delta h = \frac{RT \Delta m}{\mu S} - p_0 \Delta h$$

$$Mg \Delta h = \frac{RT \Delta m}{\mu} - p_0 \Delta h S$$

$$M = \frac{RT \Delta m}{\mu g \Delta h} - \frac{p_0 S}{g}$$

~~Z~~

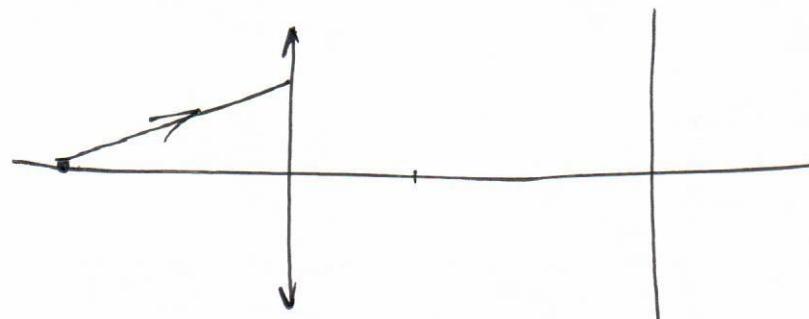
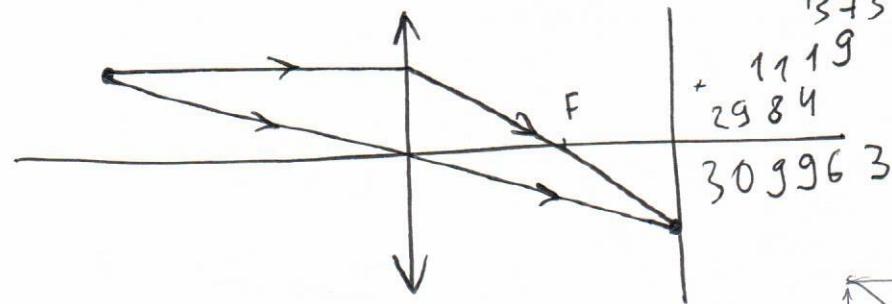
$$\eta = \frac{M\vartheta - m\vartheta_0}{p_0 \pi} = \frac{M}{m} \vartheta - \vartheta_0$$

$$\frac{8,31 \cdot 373 \cdot 10^{-4}}{18 \cdot 10^{3} \cdot 20 \cdot 5 \cdot 10^{-2}} = \frac{3100}{90} = \frac{310}{9}$$

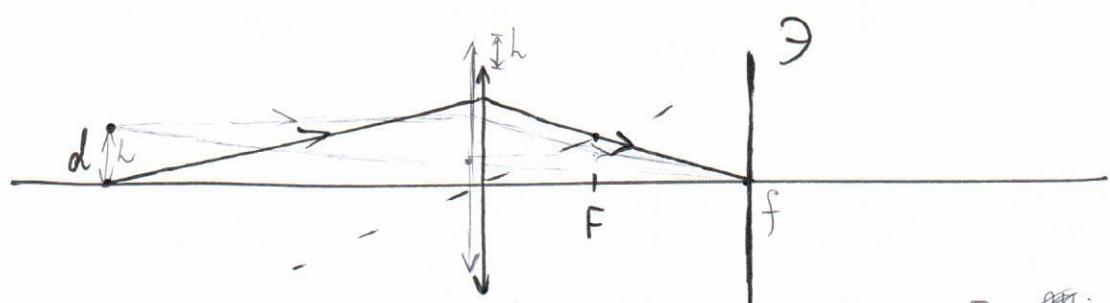
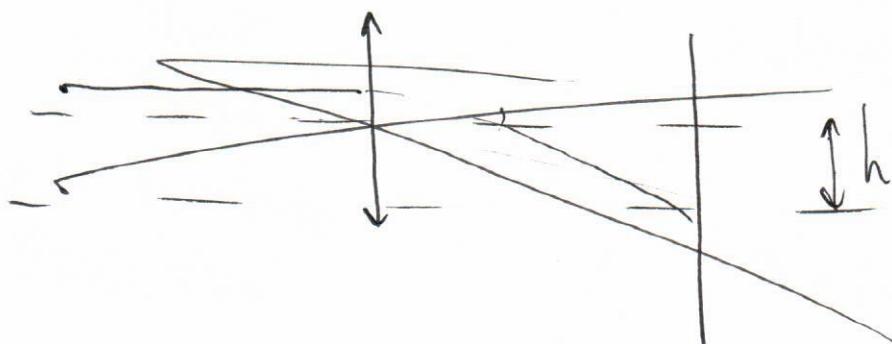
~~Z~~~~Z~~

чертёжник

$$\begin{array}{r} 373 \\ \times 831 \\ \hline 373 \\ + 1119 \\ \hline 2984 \\ \hline 309963 \end{array}$$



(2)



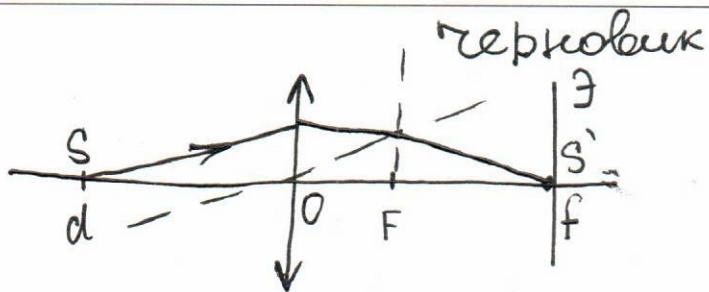
$$\frac{L-h}{h} = \frac{d}{F}$$

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

$$\frac{L-h}{h} = \frac{d(1-F)}{c(F)} = \frac{d-F}{F}, \quad LF - hF = dh - Fh$$

$$LF - F(L-h+h) = dh$$

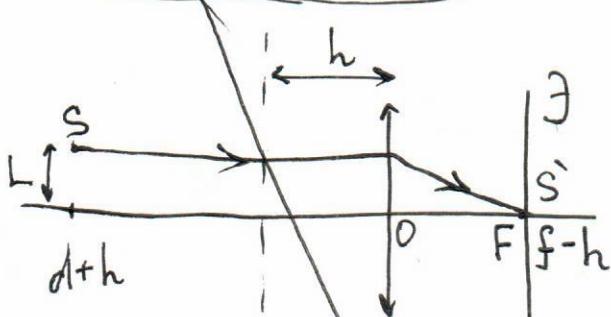
$$F = \frac{dh}{L} = \frac{24.2}{6} = \underline{\underline{4}}$$



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

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

$$f - h = F$$



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

~~$$\frac{d-F}{dF} = h = F$$~~

~~$$\frac{d-F+dF^2}{dF} = h$$~~

~~$$d-F+dF^2 = h dF$$~~

$$dF^2 = (hd+1)$$

$$\frac{dF}{d-F} - h = F$$

$$h = \frac{dF}{d-F} - F = \frac{dF - dF + F^2}{d-F} = \frac{F^2}{d-F}$$

$$-\frac{240}{92}$$

$$F = \frac{\sqrt{d^2 + 4h^2} - d}{2} = 6 \text{ см}$$

$$F = \frac{\sqrt{18 \cdot 10^{-3} \cdot 373 \cdot 10^{-4} + 4 \cdot 6^2} - 6}{2} = \frac{\sqrt{10 \cdot 10^{-2}} - 6}{10} = \frac{10 - 6}{10} = 0.4 \text{ см}$$

$$= \frac{8,31 \cdot 373}{900} - 100 = \frac{3100}{900} - 100$$

$$F^2 + Fh - hd = 0$$

$$D = h^2 + 4hd$$

$$F = \frac{-h \pm \sqrt{h^2 + 4hd}}{2}, \text{ минус}$$

$$F = \frac{\sqrt{h^2 + 4hd}}{2} - h$$