



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 2.

Место проведения Москва  
город

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

Заковой - Мариной Анны Кирилловны  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«21» февраля 2020 года

Подпись участника  
[подпись]



ФИЗ  
Школы одессит  
85  
по апелляциям  
Бригадир

Председателю апелляционной комиссии  
олимпиады школьников «Ломоносов-2020»  
ректору МГУ имени М.В. Ломоносова  
академику В.А. Садовничему  
от участника олимпиады по физике  
Зыковой - Мухомов  
Андрей Кириллович, 11  
(фамилия, имя, отчество, класс)

Вариант 2

**АПЕЛЛЯЦИЯ**  
на результат Олимпиады

Прошу пересмотреть выставленный мне технический балл за мою работу заключительного этапа по физике, с 84 на 87 по следующей причине (необходимо указать номер задачи; выставленный за нее балл; основание для пересмотра баллов; балл, который должен быть выставлен по мнению участника):

За 2 теоретических вопроса. Поставили 9 баллов из 10, при правильном, полном ответе, подчеркивая правильное слово сразу, при температуре кипения? За теор. вопрос поставили

« 5 » марта 2020 г. М →  
(подпись)

Примечание: В соответствии с Положением о порядке подачи и рассмотрения апелляций в рамках Олимпиады школьников «Ломоносов» «апелляцией на результат Олимпиады является аргументированное письменное заявление о несогласии с выставленными баллами».

Чистовик

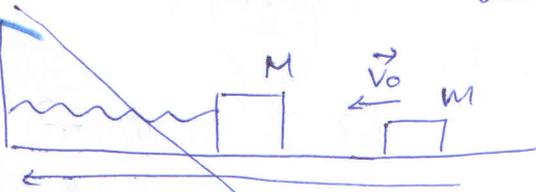
Задача 1.1.2:

Колебания, во время которых координата  $x$  тела в осциллографе описывается уравнением:  $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ , называются гармоническими. (где  $A$  - амплитуда колебаний). *Ф*

Амплитуде колебаний - расстояние между крайними положениями точки колебания и положением равновесия. *Ф*

Фаза гармонических колебаний характеризует положение тела в осциллографе в любой момент времени. ( $\varphi = \omega t + \varphi_0$ ) *Ф*

Задача 1.1.2.



1) Запишем ЗСИ и ЗСЭ:

$$\begin{cases} m v_0 = M u - m v \\ \frac{m v_0^2}{2} = \frac{M u^2}{2} + \frac{m v^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_0 = n u - v \\ v_0^2 = n^2 u^2 + v^2 \end{cases}$$

2) За время  $\frac{T}{2}$  груз массой  $M$  вернется в начальное положение, но скорость  $u$  будет направлена вправо. То есть оставшееся время, пока он будет двигаться в груз будет  $\frac{5T}{8} - \frac{T}{2} = \frac{T}{8}$ .  $\omega A \cos(\omega \cdot \frac{T}{8}) = \omega A (\cos(\omega \cdot \frac{2\pi}{8\omega})) =$

3)  $v = \omega A \cos(\omega t) = \omega A \cos(\frac{\pi}{4}) = \omega A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = u \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$

$\frac{M u^2}{2} = \frac{M u^2}{4} + \frac{k x^2}{2}$ ;  $\frac{M u^2}{2} = k x^2$  ;  $x = u \sqrt{\frac{M}{2k}}$

4)  $u \cdot \sqrt{\frac{M}{2k}} = \frac{5T}{8} \cdot v = v \cdot \frac{5 \cdot 2\pi}{8\omega} \cdot \sqrt{\frac{M}{k}}$   
 $u = \frac{5\pi}{2\sqrt{2}} v = kv$

5)  $v_0 = nkv - v = v(nk - 1)$  ;  $v_0^2 = v^2(nk - 1)^2$   
 $v_0^2 = nk^2 v^2 + v^2$  ;  $v_0^2 = v^2(nk^2 + 1)$

$1 = \frac{(nk - 1)^2}{nk^2 + 1}$

$nk^2 + 1 = nk^2 - 2nk + 1$   
 $k = nk - 2$  ;  $nk = k + 2$

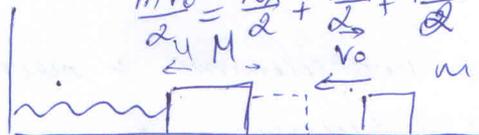
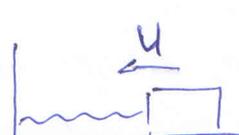
$n = \frac{k+2}{k}$  , где  $k = \frac{5\pi}{2\sqrt{2}}$

1	2	3	4
13	15	5	44
10	8/10	14	9
25	24	14	33

Оценка по амплитуде  
 по амплитуде  
 Неважно

нерновск

$$m v_0 = M u - m v$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{k x^2}{2} + \frac{m v^2}{2} + \frac{M u^2}{2}$$



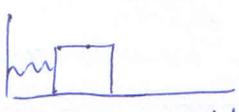
$V_0 = n \cdot u - v$   
 $V_0^2 = n \cdot u^2 + v^2$

$Q_{00001}$   
 $\frac{0,1}{18} = \frac{10}{180} = \frac{1}{18}$

$$1) \quad m v_0 = M u - m v$$

$$2) \quad \frac{m v_0^2}{2} = \frac{M u^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$$

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

$$\frac{T}{8} = \frac{2\pi}{8} \sqrt{\frac{m M}{k}}$$


$0,1 \cdot 8,31 \approx 0,831$

~~$(M v_0)^2 = T$~~

$$3) \quad \frac{5T}{8} \cdot v = \frac{3T}{8} \cdot u$$

$$5v = 3u \quad v = \frac{3}{5}u$$

$$V_0 = n \cdot \frac{5T}{2\sqrt{2}} v - v$$

$$t_0 = \frac{T}{4}$$

$$T_{A1}$$

$$\frac{5T}{8} - \frac{T}{4} = \frac{5T}{8} - \frac{2T}{8} = \frac{3T}{8}$$

$\frac{3T}{8}$

$$m v_0 = M u - m \cdot \frac{3}{5}u$$

$$V_0 = x u - \frac{3}{5}u$$

$$m v_0^2 = M u^2 + m \frac{9}{25} u^2$$

$$V_0^2 = x u^2$$

$$\frac{5T}{8} - \frac{T}{2} = \frac{5T}{8} - \frac{4T}{8} = \frac{T}{8}$$

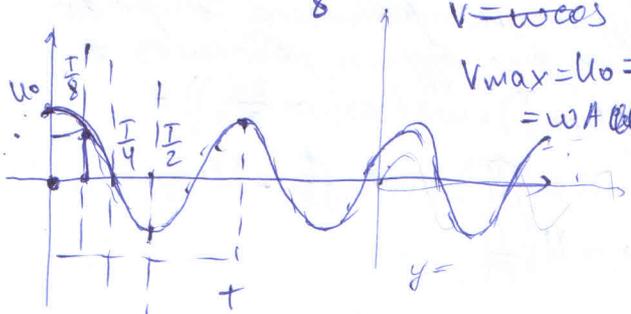
$\frac{T}{8}$

$t_1 = \frac{T}{8}$

~~$x = A \sin(\omega t)$~~   $x = A \cos$   $x = A \sin(\omega t)$

~~$v = \omega \cos$~~   $v = \omega A \cos(\omega t)$

$v_{max} = u_0 = \omega A$



$$\frac{5T}{8} v = \frac{5 \cdot 2\pi}{8 \cdot \omega \cdot \frac{T}{8}} v$$

$$v = \omega A \cos(\omega \cdot \frac{T}{8}) = \frac{S_L}{8} v$$

$$\frac{5T}{8} v = \omega A \cos(\omega \cdot \frac{T}{8}) = \omega A \cos \frac{\pi}{4} = \omega A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{5T}{8} v = A \sin(\omega t_1)$$

$\frac{5T}{8} v = A \sin(\omega t_1)$

$v = \frac{u_0}{\sqrt{2}}$

$$M u^2 = m v_1^2 + k \cdot \frac{25T^2}{64} v^2$$

$$x = u \sqrt{\frac{2M}{k}} = \frac{5T v}{8}$$

$$x = A \sin(\omega \frac{T}{8}) = A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$M u^2 \cdot \frac{1}{2} = k x^2$$

$A = k x$

$$\frac{M u^2}{2} = \frac{M \cdot \frac{u^2}{2}}{2} + \frac{k x^2}{2}$$


ск. геру  $\frac{1}{8} T$

Цистовик.

Вопрос 2.4.2.

Парообразование - переход вещества из жидкое состояние в газобр.

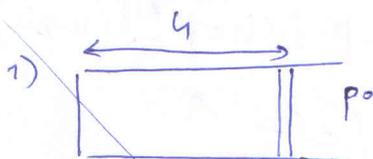
Виды парообразования! испарение и кипение.

Испарение - процесс парообразования, происходящий в любой момент времени со свободной поверхности жидкости.

Кипение - процесс парообразования, происходящий не только со свободной поверхностью жидкости но и по всему объему внутри образующихся при этом пузырьков.

Условием кипения парообразования - кипения является температура, которое нужно передать единице вещества определенной массы, чтобы при теплоты кипения перевести его в газообразное состояние.

Задача.

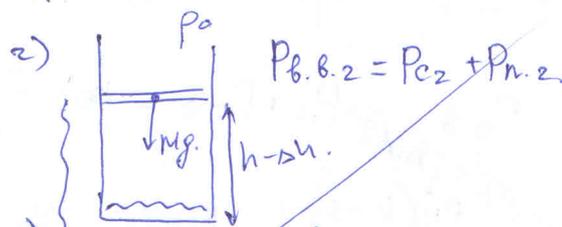


$P_{в.в.1} = P_{с.2} + P_{н.2}$

$P_{в.в.1} = p_0$  (нормальное атмосферное)

$P_{с.2} \cdot S \cdot h = \frac{m}{\mu} RT$ ;  $P_{с.1} = p_0 - P_{н.1}$

$P_{н.1} \cdot S \cdot h = \frac{m_0}{\mu} RT$

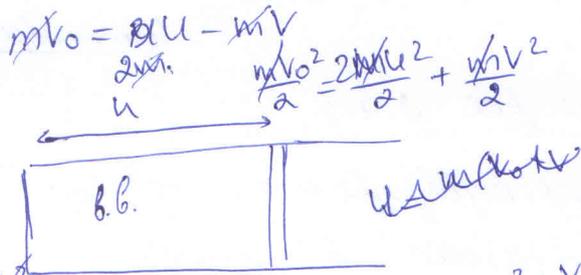
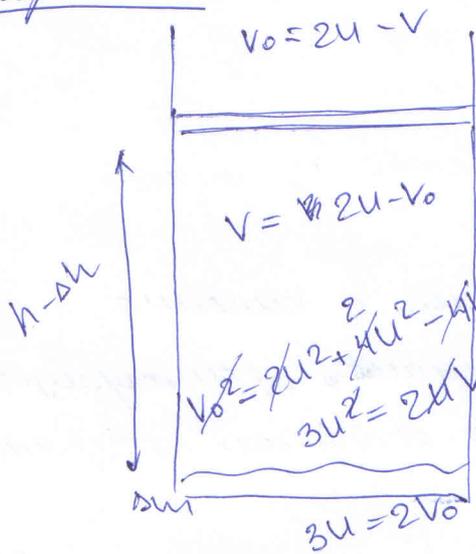


Т.к. образование пара насыщенный пар  $P_{н.2} = P_{н.1} = 10^5 \text{ Па} = p_0$  (т.к.  $t = 100^\circ \text{C}$ )

$P_{н.2} S (h - \Delta h) = \frac{m_0 - \Delta m}{\mu} RT$   
 $P_{в.в.2} = p_0 + \frac{Mg}{S}$ ;  $P_{с.2} S (h - \Delta h) = \frac{m}{\mu} RT$

~~$P_{в.в.2} - P_{в.в.1} = (P_{с.1} - P_{с.2}) + (P_{н.1} - P_{н.2})$   
 $P_{с.1} h = P_{с.2} (h + \Delta h)$   $P_{в.в.2} = p_0 + \frac{Mg}{S} = P_{н.1} + P_{с.2} = p_0 + P_{с.2} \Rightarrow P_{с.2} = \frac{Mg}{S}$   
 $P_{с.1} = p_0 - P_{н.1}$ ;  $(p_0 - P_{н.1}) S h = \frac{Mg}{S} S (h - \Delta h)$   
 $p_0 S \Delta h - Mg (h - \Delta h) = \frac{\Delta m}{\mu} RT$ ;  $\Delta h (p_0 S + Mg) = \frac{\Delta m}{\mu} RT + Mg h$   
 $\Delta h = \frac{\Delta m RT + \mu Mg h}{\mu (p_0 S + Mg)}$~~

Черновик



$P_{в.в.1} = P_{н.1} + P_{с.1}$

~~... ..~~

$P_{в.в} = p_0$  (нормальное атмосферное)

$p_{с.1} h S = \frac{m c}{\mu} R T$   $10 \cdot 10 \cdot 0,35 =$   
 $= 35$

$p_{с.2} = \frac{M p}{S}$   $u = \frac{2}{3} v_0$   $p_{с.2} (h - \Delta h) S = \frac{m c}{\mu} R T$

Т.к. сконцентрировалась вода, пар насыщенным.

$p_H = 10^5 \text{ Па}$

$\frac{M p}{S} + p_0 \neq p_0$

$p_{н.1} h p_{н.1} = \frac{m_0}{\mu} R T$

$p_{с.1}$   $f = \frac{\Delta \Phi}{R \Phi}$   $e = \frac{\Delta \Phi}{\Delta T} = \frac{B \Phi}{\Delta T}$

$F = p_{н.1} V = S (h - \Delta h) p_H = \frac{m_0 - \Delta m}{\mu} R T$

$(p_0 - p_{н.1}) S h = \frac{M p}{S} (h - \Delta h)$

$P_{в.в.2} = P_H + P_{с.2} = p_0 + \frac{M p}{S}$

$B = \frac{\mu I k}{2 \pi r^2}$

$F = m a = m w^2 R$   $B = \frac{m w}{r}$

$S h p_{н.1} - S (h - \Delta h) p_H = \frac{\Delta m}{\mu} R T$

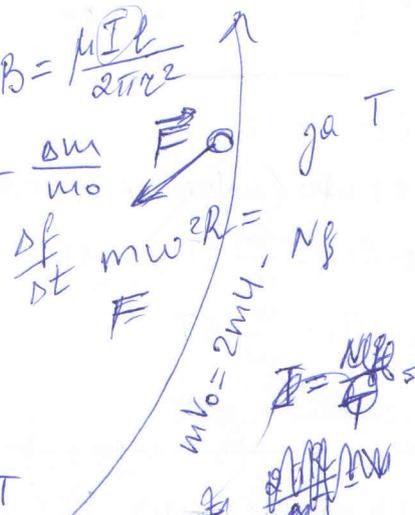
$S h p_{н.1} - S h p_0 + S \Delta h p_0 = \frac{\Delta m}{\mu} R T$

$S h (p_{н.1} - p_0) + S \Delta h p_0 = \frac{\Delta m}{\mu} R T$

$S \Delta h p_0 = \frac{\Delta m}{\mu} R T - S h (p_{н.1} - p_0)$

$S \Delta h p_0 = \frac{\Delta m}{\mu} R T + \frac{M p}{S} (h - \Delta h) = \frac{\Delta m}{\mu} R T + \frac{M p h}{S} - \frac{M p}{S} \Delta h$

$\Delta h (S p_0 + \frac{M p}{S}) = \frac{\Delta m}{\mu} R T + \frac{M p h}{S}$



Чистовик

22-29-82-73  
(65.8)

Вопрос 3.7.2. ~~потока магнитной индукции, при изменении ~~магнитного~~ векторной индукции в пространстве, ограниченного ~~магнитной индукцией~~, проводящей контур замкнутой проводящей контуром, образуется ЭДС индукции, численно равная скорости изменения потока.~~

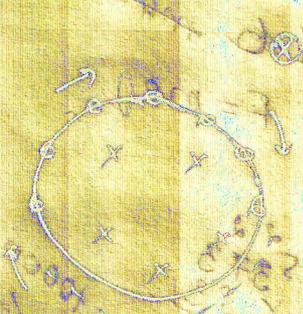
При изменении потока магнитной индукции, проводящего ~~магнитной индукцией~~ <sup>площадь</sup> ограниченного замкнутой проводящей контуром, образуется ЭДС индукции, численно равная скорости изменения потока:

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

(не забыть)

При изменении индуцированной ток, который был вызван изменением потока магнитной индукции через площадь, ограниченную замкнутой проводящей контуром, возникает также явление, что возникает или магнитное поле будет пытаться сопротивляться изменению

Задача № 7.8



а) Так как магнитное поле уменьшается (вытаскивание) возникает движение заряженных частиц, т.е. возникает ЭДС индукции.

б)  $T = \frac{2\pi}{\omega}$  ;  $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{1}{0.01} = 100 \text{ рад/с}$

в)  $F = m a$   
 $r B v = r B \omega R = m \omega R$   
 $r B = m \omega$  ;  $\omega = \frac{r B}{m}$

г)  $n = \frac{\omega N}{2\pi} = \frac{r B N}{m 2\pi}$   
 $\omega = \frac{m \omega 2\pi}{A \mu N}$

Черновик

12 - 10000 k<sub>2</sub>

3095,9

$n = \frac{1}{T}$

$T = \frac{1}{n}$

$1 \mu^2 = 1 \mu \cdot 1 \mu = 100 \text{ см} \cdot 100 \text{ см} = 10000$

$\frac{100}{10000} = \frac{1}{100}$

$5^2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot N_0 \cdot f_0 \cdot n$   
 $373 \times 83$   
 $1119$   
 $+ 984$   
 $3095,9$

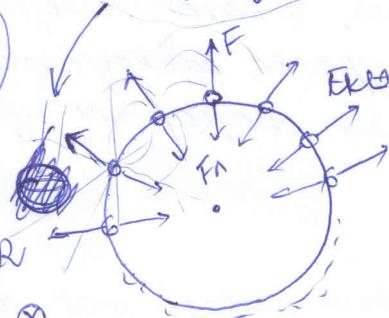
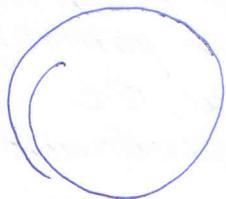
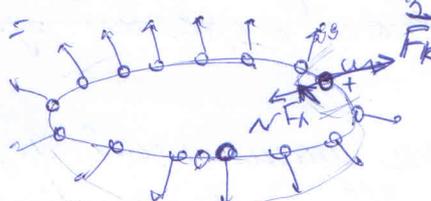
(3)

$\frac{3}{18 \cdot 11}$   
 $\frac{6}{6}$

$\Delta\Phi = B_0 S N$

$B S N$

$\frac{1}{66} \text{ м}$



$I = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

$T = \frac{2\pi}{\omega}$

$T_0 = \frac{2\pi}{\omega N} = \frac{1}{n} \quad T_0 = \frac{2\pi}{\omega N}$

$\Delta\Phi = B_0 S \quad \frac{\omega}{2\pi} = \frac{2\pi}{\omega N} = \frac{1}{n}$

$u = \frac{5\pi}{2\sqrt{2}} v B$

$v_0^2 = (nk v - v)^2 = v^2 (nk - 1)^2 \quad n = \frac{\omega N}{2\pi}$

$v_0^2 = nk^2 v^2 + v^2 = v^2 (nk^2 + 1)$

$nk^2 + 1 = nk^2 - 2nk + 1$

$nk^2 - 2nk = 0$

$nk(nk - 2) = 0$

$F = ma$

$nk = nk - 2n$

$k = nk - 2 \quad \frac{0,1}{18} = 8,3 \cdot 373$

$2 + k = nk$

$n = \frac{2+k}{k} = \frac{2}{k} + 1 \quad \frac{310}{18} = 17$

$10 \cdot 10 = 0,35 = 35$

$\frac{4}{\sqrt{2}\omega} \quad 17 + 35 = 52$

$\dot{\Phi} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

$x = A \cos(\omega t) = \frac{A}{\sqrt{2}} = \frac{4}{\sqrt{2}\omega}$

$\frac{4}{\omega\sqrt{2}} = v_0 \cdot \frac{5}{8} \quad T = v_0 \cdot \frac{5}{8} \cdot \frac{2\pi}{\omega}$   
 $u = v_0 \frac{5\sqrt{2}\omega}{4} = \frac{5\sqrt{2}}{2\sqrt{2}} v$

$5^2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot N_0 \cdot f_0 \cdot n$   
 $5373 \times 83$   
 $1119$   
 $+ 984$   
 $3095,9$

$\frac{3}{18 \cdot 11}$   
 $\frac{6}{6}$

Шестовик.Вопрос 4

Линза - прозрачное тело, ограниченное с двух сторон сферическими поверхностями.

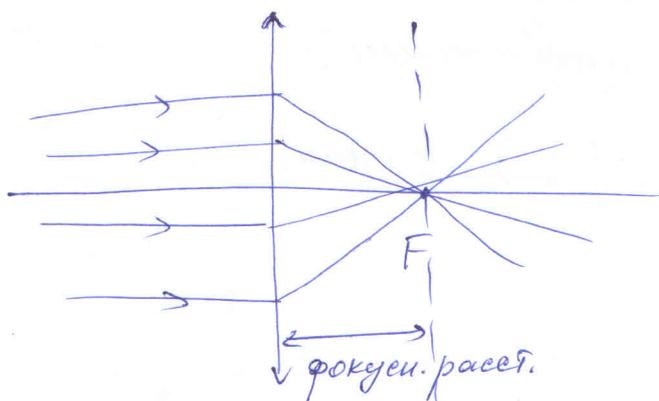
Если ширина линзы намного меньше радиусов сфер. пов., то мы можем учитывать лишь преломление лучей в главной плоскости линзы. <sup>(прямые)</sup> Линзы, которые соответствуют этому условию, называются тонкими.

Если на линзу направлен параллельный пучок света, то луч преломленного лучи (или их продолжения) пересекутся в одной точке.

Расстояние от центра линзы до этой точки называется фокусным расстоянием.

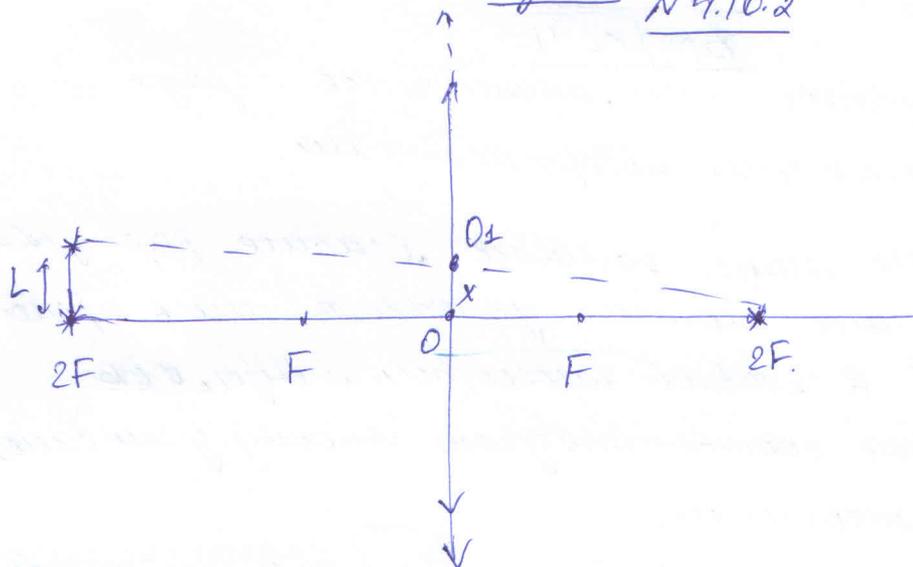
Оптическая сила линзы - величина, обратная фокусному расстоянию.

- какой может быть по знаку?



$$D = \frac{1}{F} \text{ (опт. сила линзы)}$$

измеряется в диоптриях)

Задача Чистовик  
№ 4.10.2

1) по формуле тонкой линзы!

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{F}; \quad \frac{1}{2F} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{F}; \quad \frac{1}{d'} = \frac{1}{F} - \frac{1}{2F} = \frac{1}{2F}$$

$$d' = 2F.$$

Решение?  
в общем виде

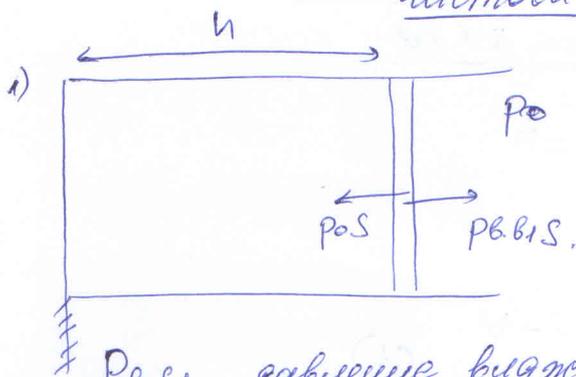
Мы получим изображение на главной оптической оси.

2) Когда мы поместим предмет на расстоянии  $L$ , и линзу, то центр линзы будет лежать на прямой, соединяющей предмет и изображение.

3) из подобия:  $\frac{x}{L} = \frac{2F}{4F} = \frac{1}{2}; \quad x = \frac{L}{2} = 4 \text{ см.}$

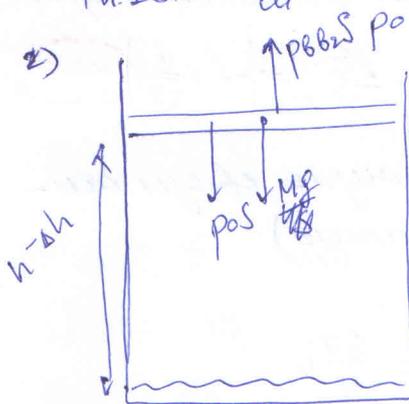
Ответ: 4 см.

Шестовик. Задача №4.2



$p_{в.в.1}$  - давление влажного воздуха сверху  
 $p_0 = p_{в.в.1}$  (т.к. поршень неподвижен)

$p_{в.в.1} = p_{с.1} + p_{н.1}$  (сумма давлений сухого воздуха и ~~давления~~ пара)  
 $p_{н.1} S h = \frac{m_0}{M} R T$



$$p_{в.в.2} = p_0 + \frac{Mg}{S}$$

$$p_{в.в.2} = p_{с.2} + p_{н.2}$$

Для сухого воздуха (масса и температура неизменны):

$$p_{с.1} S \delta h = p_{с.2} S (h - \delta h) \quad (*)$$

Поскольку скорректировалась вода, то пар насыщен-  
 ный, тогда  $p_{н.2} = p_{н.1} = p_0$  (т.к. темп.  $100^\circ\text{C}$ ).

$$p_0 S (h - \delta h) = \frac{m_0 - \Delta m}{M} R T$$

$$p_{в.в.2} = p_0 + \frac{Mg}{S} = p_0 + p_{с.2} \Rightarrow p_{с.2} = \frac{Mg}{S}$$

$$3) S(p_{н.1} h - p_0 (h - \delta h)) = \frac{\Delta m}{M} R T$$

$$S(h(p_{н.1} - p_0) + p_0 \delta h) = \frac{\Delta m}{M} R T$$

$$S(p_0 \delta h - \frac{Mg}{S} (h - \delta h)) = \frac{\Delta m}{M} R T$$

$$S p_0 \delta h - Mg h + Mg \delta h = \frac{\Delta m}{M} R T$$

$$\delta h (S p_0 + Mg) = \frac{\Delta m}{M} R T + Mg h$$

$$(*) (p_0 - p_{н.1}) h = \frac{Mg}{S} (h - \delta h) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow -\frac{Mg}{S} (h - \delta h) = (p_{н.1} - p_0) h$$

$$\delta h = \frac{\frac{\Delta m}{M} R T + Mg h}{S p_0 + Mg} \approx \frac{52}{1100} \text{ м}$$

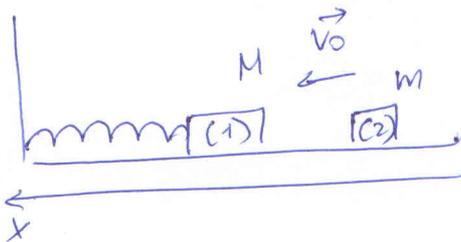
$$= 4.7 \text{ см}$$

$$\Delta m (0.01 \cdot 10^5 + 10 \cdot 10 = \frac{100000}{100} + 100 = 1100$$

~~0.01 \* 10^5 + 10 \* 10 = 1000 + 100 = 1100~~  
~~100000 / 100 + 100 = 1100~~  
~~100000 / 100 + 100 = 1100~~  
~~100000 / 100 + 100 = 1100~~

~~Иванов~~ Истомовик.

Задача №1.1.2



$$\frac{M}{m} = n$$

$$1) \begin{cases} m v_0 = M u - m v & \text{⊕} \\ \frac{m v_0^2}{2} = \frac{M u^2}{2} + \frac{m v^2}{2} & \text{⊕} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_0 = n u - v \\ v_0^2 = n u^2 + v^2 \end{cases} \quad (1)$$

2) За время  $\frac{T}{2}$  груз (1) вернется в начальное положение, но скорость  $u$  будет направлена влево.

$$x_0 = |A \cos(\omega t)| = |A \cos(\omega \cdot \frac{5T}{8})| = |A \cos(\omega \cdot \frac{5}{8} \cdot \frac{2\pi}{\omega})| = |A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}| \quad \text{⊕}$$

~~формула скорости амплитуды~~  
 $v_{\max} = u = \omega A$  → (формула скорости амплитуды)

$$x_0 = \left| -\frac{v_{\max}}{\omega} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \right| = \left| -\frac{u}{\sqrt{2}\omega} \right| = \frac{u}{\sqrt{2}\omega}$$

$$x_0 = \frac{5T}{8} \cdot v = \frac{5}{8} \cdot \frac{2\pi}{\omega} \cdot v = \frac{5\pi}{4\omega} v \quad \left| \begin{array}{l} \Rightarrow \frac{u}{\sqrt{2}} = \frac{5\pi}{4} v \\ u = \frac{5\pi v}{2\sqrt{2}} = k \\ u = kv \end{array} \right.$$

$$3) (1): \begin{cases} v_0 = n \cdot v \cdot k - v = v(nk - 1) \\ v_0^2 = n \cdot k^2 v^2 + v^2 = v^2(nk^2 + 1) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} v_0^2 = v^2(nk - 1)^2 \\ v_0^2 = v^2(nk^2 + 1) \end{cases}$$

$$1 = \frac{(nk - 1)^2}{nk^2 + 1} \Leftrightarrow nk^2 + 1 = n^2 k^2 - 2nk + 1$$

$$nk^2 = n^2 k^2 - 2nk$$

$$nk = n^2 k - 2k$$

$$k = nk - 2 \Rightarrow nk = k + 2$$

$$n = \frac{k+2}{k} = 1 + \frac{2}{k}$$

$$= 1 + 2 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{5\pi} = 1 + \frac{4\sqrt{2}}{5\pi} \quad \text{⊕}$$