



0 350148 630004

35-01-48-63  
(64.19)



15<sup>10</sup> - 15<sup>15</sup> С дн  
+1 час РДУ

# МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов

по физике

Чиншев Владимира Николаевича

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

Чиншев

Черновик

4.10.1.

$$F=10; d=25\text{ см}; h=3\text{ см}; L=?$$

79	79
33	33
46	46
15	15
16	16
15	15
16	16
15	15
16	16

T.K.  $\Delta ABC \sim \Delta EDC$ ,  $\therefore$ 

согр

$$\frac{BA}{BD} = \frac{AC}{DC}, \text{тогда } \frac{\Delta}{h} = \frac{d+f}{f}$$

$$\Delta = \frac{h(d+f)}{f} = \frac{3 \cdot (25 + \frac{50}{3})}{\frac{50}{3}} = \frac{3 \cdot 125}{8} \cdot \frac{8}{50} = \frac{3 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5}{5 \cdot 5 \cdot 2} =$$

$$25 + \frac{50}{3} = \frac{75 + 50}{3} =$$

$$= \frac{125}{3}$$

$$\frac{125}{70} \left| \begin{array}{l} 5 \\ 25 \end{array} \right.$$

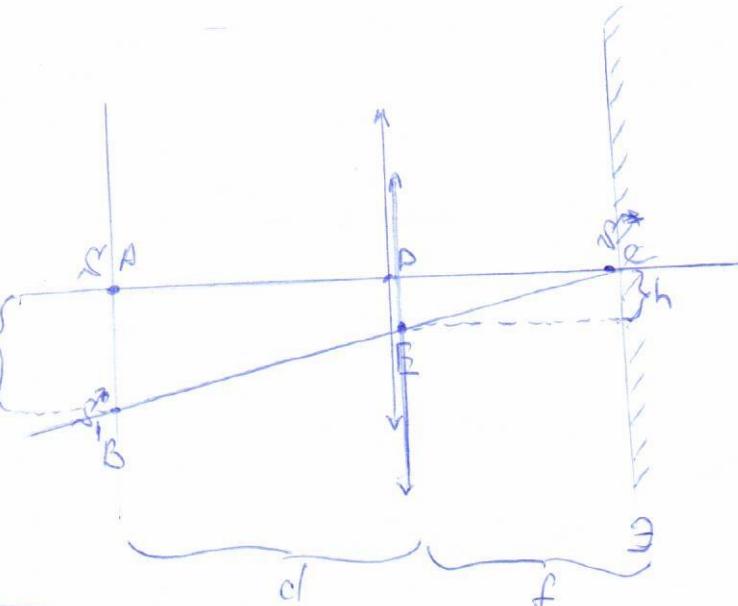
Формула тонкое штифт:

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

Черновик

4.10.1.

$$F=10; d=25\text{ см}; h=3\text{ см}; L=?$$



$$f = \frac{50}{3} \text{ см}$$

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

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

$$\frac{1}{F} = \frac{d-F}{Fd}$$

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

$$= \frac{10 \cdot 25}{25 - 10} =$$

$$= \frac{250}{15} =$$

$$= \frac{5 \cdot 5 \cdot 10}{5 \cdot 3} = \frac{50}{3} \text{ см.}$$

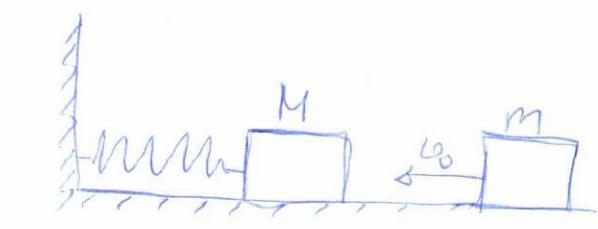
$$\frac{50}{125}$$

2

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Черновик

1.1.1.



1) по ЗСИ:

$$m v_0 = M u + m u;$$

по ЗСЭ:

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

$$m v_0^2 = M u^2 + m u^2$$

~~$$m v_0 - m u = M u$$

$$M(v_0 - u) = M u$$~~

$$m v_0^2 - m u^2 = M u^2;$$

$$m(v_0^2 - u^2) = M u^2;$$

$$m(v_0 - u)(v_0 + u) = M u^2;$$

2

~~$$m(v_0 - u)(v_0 + u) = M u;$$~~

$$u = v_0 + u$$

~~$$2) m v_0 = M(v_0 + u) + m u;$$~~

~~$$m v_0 = M v_0 + M u + m u;$$~~

~~$$m v_0 - M v_0 = u(M + m);$$~~

~~$$v_0(m - M) = u(M + m)$$~~

$$u = \frac{v_0(m - M)}{M + m}$$

2

~~$$3) u = v_0 + \frac{v_0(m - M)}{M + m} = v_0 \left( 1 + \frac{m - M}{M + m} \right) = v_0 \left( \frac{M + m + m - M}{M + m} \right),$$~~

$$= v_0 \cdot \frac{2m}{M + m}$$

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

$$\boxed{U = \frac{\pi \Delta \epsilon}{3}}$$

Чертёжник

$$U(m+M) = U_0(M-m)$$

$$\left. \begin{aligned} U_0 &= \frac{U(m+M)}{M-m} \\ \end{aligned} \right\}$$

$$U(m+M) = 2U_0 m$$

$$\left. \begin{aligned} U_0 &= \frac{U(m+M)}{2m} \\ \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{U(m+M)}{M-m} = \frac{U(m+M)}{2m};$$

$$\frac{6}{M-m} = \frac{\pi \Delta \epsilon}{2m \cdot 3}$$

$$3\pi G m = \pi \Delta \epsilon (M-m) \quad | : m$$

$$6 = \pi \Delta \epsilon \left( \frac{M}{m} - 1 \right)$$

$$6 = \pi \Delta \epsilon (n-1);$$

$$\frac{6}{\pi \cdot 3} = \frac{2}{7} + 1$$

$$6 = \pi n - \pi$$

$$\pi n = 6 + \pi$$

$$\boxed{n = \frac{6}{\pi} + 1}$$

Дз

$$\begin{array}{r} 20 \\ -14 \\ \hline 60 \\ -56 \\ \hline 40 \end{array} \quad \begin{array}{r} 7 \\ \hline 2028 \end{array}$$

Числовик

5) Т.к.  $u$  - это максимальная скорость бруска  $M$ , то его скорость зависит от времени и, образом.

$$u(t) = u \cos(\omega t), \text{ т.к. } x(t) = A \sin(\omega t)$$

$$u(t) = x'(t) = Aw \cos(\omega t) = u \cos(\omega t)$$

Тогда в момент времени  $\Sigma$  будет верхний:

$$u_1 = u \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}} \cdot \frac{3\pi}{6} \sqrt{\frac{M}{k}}\right) = -u \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}, (8)$$

6) По Закону сохранения энергии от момента удара после удара до  $\Sigma$ :

$$\frac{Mu^2}{2} = \frac{ks^2}{2} + \frac{Mu_1^2}{2}; \text{ подставляем (8):}$$

$$Mu^2 = ks^2 + M \cdot \frac{3}{4} u^2;$$

Т.к. брусков и все это время  $\Sigma$  движется равномерно с скоростью  $v$ , то  $s = v \cdot \Sigma = v \cdot \frac{3\pi}{6} \sqrt{\frac{M}{k}}$ .

Тогда

$$k(v \cdot \Sigma)^2 = \frac{Mu^2}{4};$$

$$k \cdot v^2 \cdot \frac{49}{36} \pi^2 \cdot \frac{M}{k} = \frac{Mu^2}{4} \Rightarrow u = 2v \cdot \frac{7}{6} \pi = \frac{7\pi v}{3}, (9)$$

7) Из формулы (6)  $u(t)$  следует, что:

$$v_0 = \frac{u(M+m)}{M-m} = \frac{u(Mm)}{2m}; \text{ подставляем (9):}$$

$$\frac{v}{M-m} = \frac{7\pi v}{6m}$$

$$6m = 7\pi(M-m); \therefore m$$

$$6 = 7\pi(n-1);$$

$$6 = 7\pi n - 7\pi$$

$$7\pi n = 6 + 7\pi$$

$$n = \frac{6}{7\pi} + 1;$$



шт 5 ч 6

$$n = \frac{6}{\pi/4} + 1 \approx 12.8$$

Чисовик

$$\text{Обрат: } n = \frac{6}{\pi/4} + 1 \approx 12.8.$$

(15)

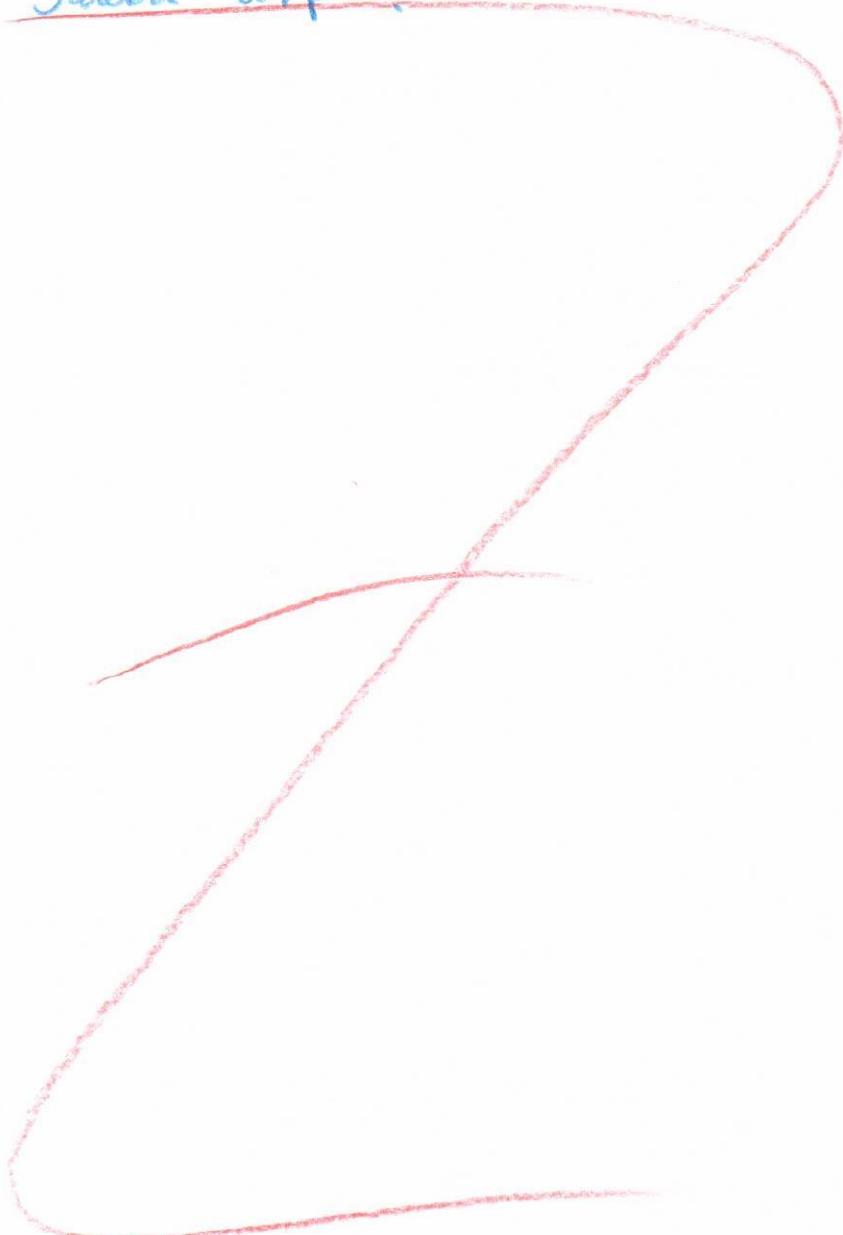
Вопросы:

- 1) Чимүндіс шаб. төркі - физ. величине, равное произведение массы шаб. төркі на её скорость.  $\vec{p} = m\vec{v}$ .
- 2) Чимүндіс системи шаб. төркі - физ. величина, равное векторной сумме чимүндісов всех материальных төркі систем.

$$\vec{P} = \sum m_i \vec{v}_i$$

(8)

3) Задел сокр?



лист 6 из 6

$$m u_0 + m v = M u;$$

$$m(u_0 + v) = M u;$$

Черновик

$$m(u_0 - v)(u_0 + v) = M u \cdot u;$$

$$u_0 - v = u;$$

$$m u_0 + m v = M(u_0 - v);$$

~~$$m u_0 + m v = M u_0 - M v;$$~~

$$m v + M v = M u_0 - m u_0;$$

$$v(m+M) = u_0(M-m)$$

$$v = \frac{u_0(M-m)}{m+M}$$



$$u = u_0 - \frac{u_0(M-m)}{m+M} = u_0 \left(1 - \frac{M-m}{m+M}\right) = u_0 \left(\frac{m+M-M+m}{m+M}\right) =$$

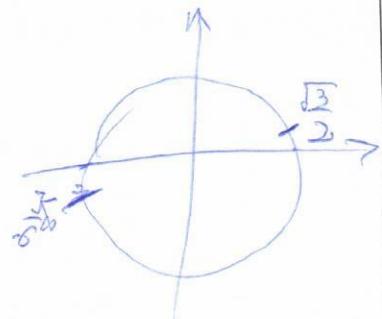
$$= \frac{2m \cdot u_0}{m+M} \Rightarrow \boxed{u = \frac{2u_0 m}{m+M}}$$

$$\Gamma = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}; \quad \omega = \frac{\pi}{12} \Gamma;$$

$$v(t) = u \cos \omega t,$$

$$\omega = \frac{\pi}{12} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} = \frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{M}{k}};$$

$$v_m = u \cos \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{M}{k}} = u \cos \frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{M}{k}} = u \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$



$$\frac{u_0(M-m)}{m+M} = \frac{2m}{m+M} \cdot \frac{\sqrt{3}u}{2}$$

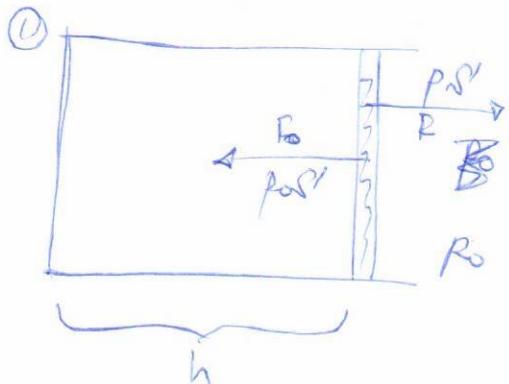
$$u_0(M-m) = m \cdot \sqrt{3} \cdot u_0$$

$$M-m = m \cdot \sqrt{3} \quad | :m$$

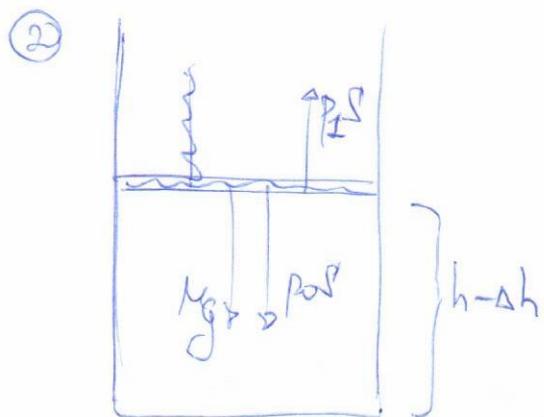
$$M-m = \left\{ -\frac{\sqrt{3}u}{2} \right\}$$

$$\frac{M}{m} - 1 = \sqrt{3};$$

$$\frac{M}{m} = \sqrt{3} + 1$$

Черновик.

$T = 100^\circ\text{C}$   $M_{\text{ном}};$   
 $S = 100 \text{ см}^2$ ;  $p_0 = 10^5 \text{ Па};$   
 $M = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$   $R_{28,3}.$   
 $\Delta m = m_0 - m_1?$



1) ГДЗ 234:

$$F_0 = F_1$$

$$\begin{cases} P_0 S = P_1 S \\ P_0 = P_1 \end{cases}$$

~~$P_1 V = 2RT$~~

~~$P_0 S' h = 2RT$~~

2) ГДЗ 534:

$$Mg + p_0 S' = P_1 S';$$

$$P_1 = \frac{Mg}{S'} + P_0$$

$$P_1 S(h - \Delta h) = 2,1 RT$$

(Температура постоянна, т.к. пар не испаряется).

$$P_1 S'(h - \Delta h) = \frac{m_1}{M} RT;$$

$$P_0 S' h = \frac{m_0}{M} RT;$$

$$P_0 S' h - P_1 S'(h - \Delta h) + \frac{m_0}{M} RT - \frac{m_1}{M} RT = \frac{RT}{M} (m_0 - m_1) = \frac{RT}{M} \cdot \Delta m,$$

$$P_0 S' h - \left( \frac{Mg}{S'} + P_0 \right) S'(h - \Delta h) = \frac{RT}{M} \Delta m;$$

$$P_0 S' h - (Mg + p_0 S')(h - \Delta h) = \frac{RT \Delta m}{M};$$

$$P_0 S' h - (Mgh - Mg\Delta h + p_0 S' h - p_0 S' \Delta h) = \frac{RT \Delta m}{M};$$

$$p_0 S' h - Ngh + Mg\Delta h - p_0 S' h + p_0 S' \Delta h = \frac{RT \Delta m}{M};$$

Чертёжник

$$\mu g \Delta h - \mu g h + \rho_0 g \Delta h = \frac{\rho_0 \Delta m}{m};$$

$$\mu g (\Delta h - h) + \rho_0 g \Delta h = \frac{\rho_0 \Delta m}{m};$$

$$\rho_0 g \Delta h - \mu g (h - \Delta h) = \frac{\rho_0 \Delta m}{m};$$

$$\mu (\rho_0 g \Delta h - \mu g (h - \Delta h)) = \rho_0 \Delta m;$$

$$\Delta m_2 \frac{\mu (\rho_0 g \Delta h - \mu g (h - \Delta h))}{\rho_0} \quad \boxed{DGE}$$

0.018 000

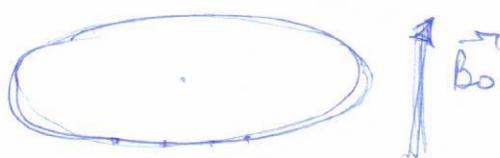
1м²=10000см²

1м²=1000000мм²

1м²=10⁴ см²;

√ 3.7.1.

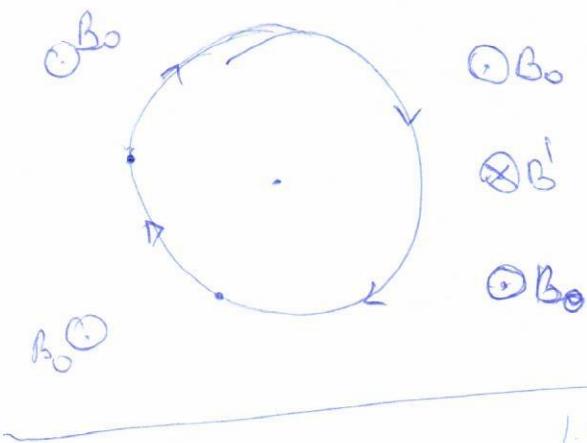
$$N_2CO \quad m = 200 \text{ гр.} \\ g = w + kv; B_0 = 100 \text{ Гц.}$$



| M₂BBS |

$$\Delta \Phi_{L0} \approx B' \uparrow \bar{B}$$

all



1.1.1



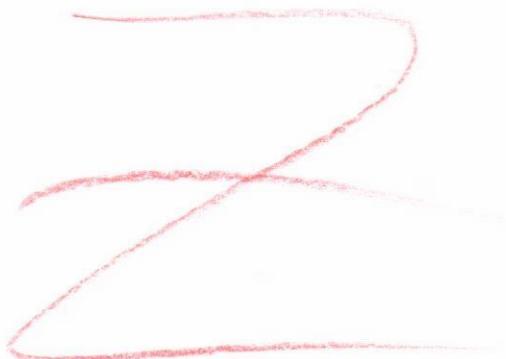
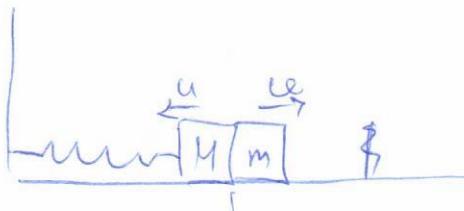
ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

90

Черновик



шаги



важность



$$\omega^2 = \frac{u}{T}$$

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

$$\begin{aligned} T &= \frac{\pi}{\omega} \\ T &= \frac{\pi}{\sqrt{k/M}} = \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \pi \\ &= \frac{\pi}{\sqrt{k}} \sqrt{\frac{M}{k}} \end{aligned}$$

уравнение

$$u(t) = u_0 + A \sin(\omega t) + B \cos(\omega t); \quad u_0 = u$$

$$x = x_0 + A \sin(\omega t) + B \cos(\omega t)$$

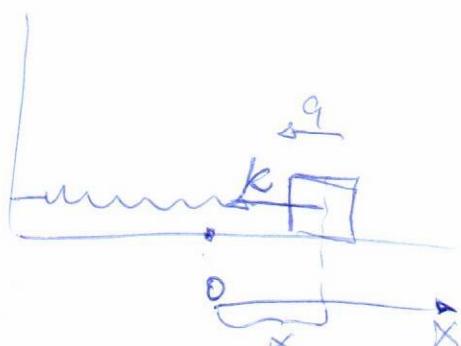
$$kx = ma_x;$$

~~ma\_x + kx = 0;~~

$$a_x + \frac{k}{m}x = 0;$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0;$$

$$x = A \sin(\omega t) + B \cos(\omega t); \quad x(0) = 0;$$

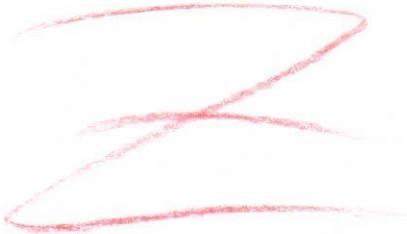


~~$x = A \cdot \sin(\omega t) + B \cdot \cos(\omega t)$~~ Черновик

$$x = A \cdot \sin(\omega t);$$

$$u = x' = Aw \cdot \cos(\omega t)$$

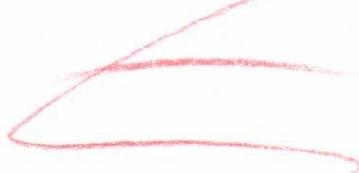
$$u = u_m \cos(\omega t)$$



$$\frac{ks^2}{2} = \frac{Mu_1^2}{2},$$

$$s^2 \propto \frac{\pi^2}{6} \sqrt{\frac{M}{k}},$$

$$ks^2 = Mu_1^2,$$



$$\frac{Mu^2}{2} = \frac{ks^2}{2} + \frac{Mu_1^2}{2}, \quad u_1 = u \cos(\omega t).$$

$$u_1 = u \cdot \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right).$$

$$u_1 = u \cdot \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{M}{k}}\right) = \boxed{u_1 = u \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}$$

~~$Mu^2 = ks^2 + M \cdot \frac{3u^2}{4}$~~

$$ks^2 = M(u^2 - \frac{3u^2}{4}) = Mu^2(1 - \frac{3}{4}) = Mu^2 \cdot \frac{1}{4},$$

$$k \cdot (0 \cdot t)^2 = \frac{Mu^2}{4},$$

$$k \cdot 0^2 \cdot \frac{49}{36} \cdot \pi^2 \cdot \frac{4t^2}{100} = \frac{Mu^2}{4}$$

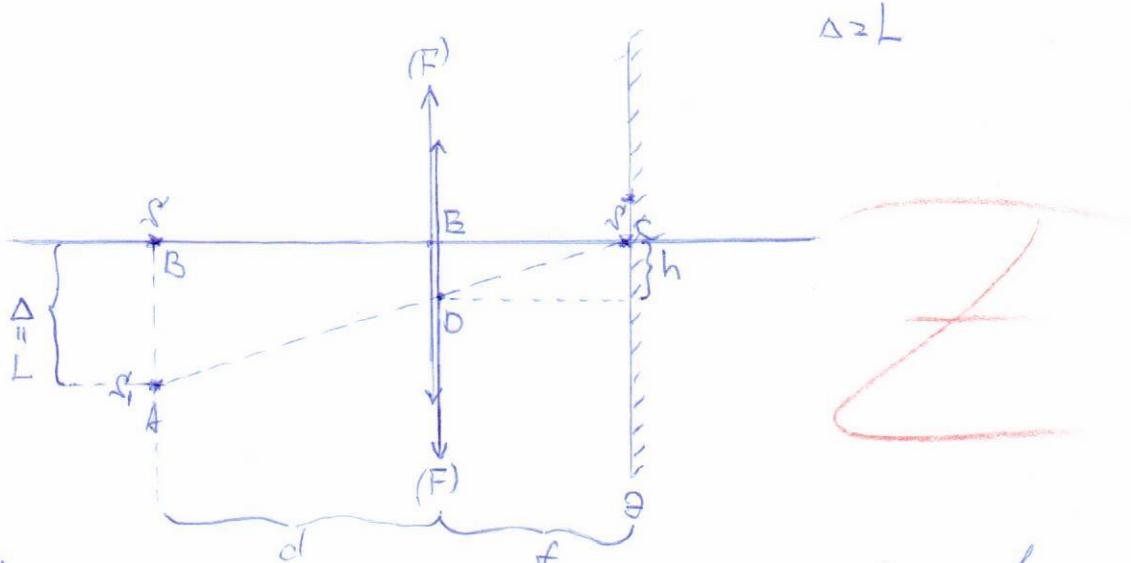
~~$u^2 = 4 \cdot k \cdot 0^2 \cdot \frac{49}{36} \cdot \pi^2$~~

$$\boxed{u = 2 \cdot 0 - \frac{\pi}{6} \alpha}$$



Чистовик

№4.10.1.



- 1) Т.к. изображение получено на экране, то это действительное  
 $\Rightarrow$  по формуле тонкой линзы:  $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$   
 $\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{Fd}$   
 $f = \frac{Fd}{d-F};$

2) Т.к. между перенесенное вправо изображение перпендикулярно оси, то  $d$  и  $f$  остаются неизмененными.

Т.к. изображение, отт. этого изображения предмет (точечный) находится на одной прямой, то находим  $L$ .

3) Т.к.  $\triangle ABC \sim \triangle DEC$ , то  $\frac{\Delta}{h} = \frac{d+f}{f}$   
 $\Delta = \frac{h(d+f)}{f} = \frac{hd}{f} + h = h\left(\frac{d}{f} + 1\right) =$

$$= h\left(\frac{d(F-d)}{Fd} + 1\right) = h\left(\frac{d-F}{F} + 1\right) = h\left(\frac{d}{F} - 1 + 1\right) = \frac{hd}{F} =$$

$$= \frac{3\text{см} \cdot 2,5\text{см}}{10\text{см}} = 7,5\text{см}; \quad \Delta = L = 7,5\text{см}.$$

(15)

P

Ответ:  $L = 7,5\text{см}.$ 

Вопросы:

1) Формула тонкой линзы:  $\pm \frac{1}{F} = \pm \frac{1}{d} \pm \frac{1}{f}.$  $\pm \frac{1}{F} / - \frac{1}{F}$ , если изображение собирающее/рассевающее. $\pm \frac{1}{d} / - \frac{1}{d}$ , если предмет действительный/инвертирующий

лист 1 из 6

Числовик

$\frac{1}{f} / -\frac{1}{f}$ , если изображение действительное/инверсное.

F- фактическое расстояние между.

d- расстояние между предметом и изображением

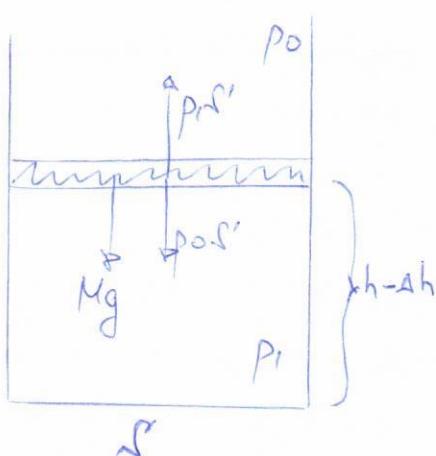
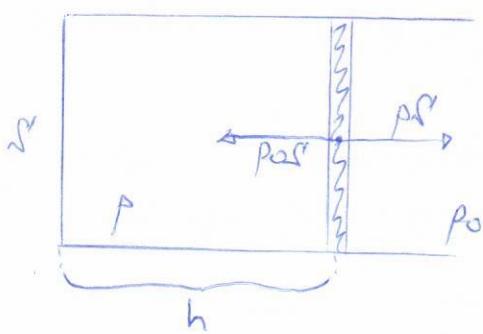
f- расстояние между изображением и изображением.

2) Приближение:

Поперечное увелич. изображ. равно отношению поперечных размеров предмета к изображения и предмета.  $\Gamma = \frac{L_{из}}{L_{п}} = \frac{h_{из}}{h_{п}}$ .

Продольное увелич. изображ. равно отношению продольных размеров изображения к предмету.  $\beta = \frac{L_{из}}{L_{п}}$ .

N2.4.1.



1) По 2 закону Ньютона для жидкости:

$$p_0 = p_0'$$

$$p_0 = p;$$

По закону Менделеева-Капилляровы:

$$pV = N_0 kT;$$

$$p_0 S h = N_0 kT;$$

$$p_0 S h = \frac{m_0}{M} kT; \quad (1)$$

2) По 2 закону Ньютона для жидкости:

$$Mg + p_0 S' = p_1 S'$$

$$p_1 = \frac{Mg}{S'} + p_0; \quad (2)$$

3) Т.к. в начальном состоянии температура газа равна 100°C и  $p = p_0$ , то газ несжимаемый.

4) По закону Менделеева-Капилляровы:

$$p_1 S(h - \Delta h) = N_1 kT; \quad T = \text{const}.$$

$$p_1 S(h - \Delta h) = \frac{m_1}{M} kT; \quad (3)$$

$$5) (1) - (3) \Rightarrow p_0 S h - p_1 S(h - \Delta h) = \frac{kT}{M} (m_0 - m_1) = \frac{kT}{M} \cdot \Delta m; \quad \text{Подставив (2).}$$

$$p_0 S h - (Mg + p_0 S')(h - \Delta h) = \frac{kT \Delta m}{M};$$

иначе 2 из 6

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Числовик

$$\Delta m_2 = \frac{M(\text{росж} - Mg(h-\Delta h))}{Rf} = \frac{\text{загрузка}}{8,3 \cdot 373 \text{ кг}} \left( 10^5 \text{ г} \cdot 100 \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^{-2} - 10 \text{ кг} \cdot 10 \left( 35 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-2} \right) \right) = 117 \cdot 10^{-6} \text{ кг.}$$

$\times$

Ответ:  $\Delta m_2 = 117 \cdot 10^{-6} \text{ кг.}$

Вопросы:

- 1) Насыщенный пар - это пар, который находится в динамическом равновесии со своей жидкостью.
- 2)  $P_{\text{нл}} = nkT$

Давление насыщенного пара пропорционально его температуре.

Плотность насыщенного пара увеличивается, т.к. увеличиваются концентрации молекул из парожидкости в ед. времени.

✓ З. З. 1.

Вопросы:

- 5 | 1) Магнитный поток - физ. величина, пропорциональна произведению плотности магнитной индукции вектора магнитной индукции на площадь контура и на косинус угла между направлением  $\vec{B}$  и  $\vec{n}$  (нормали к плоскости контура) (учи ось  $\vec{B}$ ).  $\Phi = Bn'sab$ ;

- 2) Движение электромагнитной индукции заключается в вращении эл. тока в электропроводящем контуре при изменении штока магнитной индукции через эти контур. Формула?  
Чего то

шт 3 ч 6

Чертежи

$$10^5 \cdot 10^2 \cdot 10^{-4} \cdot 10^2 \cdot 5 =$$

$$10^7 \cdot 10^6 \cdot 5 = \boxed{50}$$

$$\frac{18 \cdot 10^3 \cdot (50 - 10^{20} \cdot 30)}{8,3 \cdot 373}^2$$

$$\approx \frac{18 \cdot 10^3 \cdot 20}{8,3 \cdot 373} \approx \frac{18 \cdot 10^3 \cdot 20}{3071} \approx$$

$$\approx \sqrt{147 \cdot 10^{-6}}$$

$$\begin{array}{r} 370 \\ \times 10 \\ \hline 370 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 373 \\ \times 823 \\ \hline 373 \\ 296 \\ \hline 3073 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 370 \\ \times 823 \\ \hline 15810 \\ 299 \\ \hline 3073 \end{array}$$

$$\boxed{3073}$$

$$18 \cdot 20 = 360$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 18 \\ \times 2 \\ \hline 36 \end{array}$$

$$\frac{360 \cdot 10^{-3}}{3071}$$

2

$$\begin{array}{r} 3600 \\ - 3070 \\ \hline 5300 \\ - 3070 \\ \hline 2230 \\ - 2121 \\ \hline 1090 \end{array}$$

$$PV = NkT; p = \frac{\partial PV}{V}$$

$$n = \frac{N}{V}$$

$$\frac{\partial kT}{\partial V} = \frac{NkT}{V},$$

$$NkT = \frac{N}{V} \cdot kT,$$

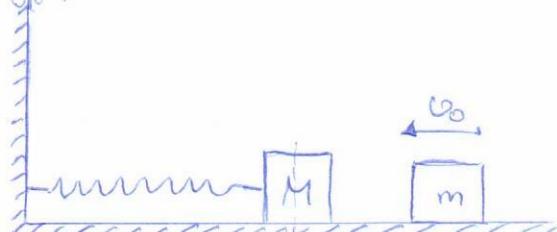
$$\frac{N}{V} \cdot kT = pV$$

$$\boxed{pV = NkT}$$

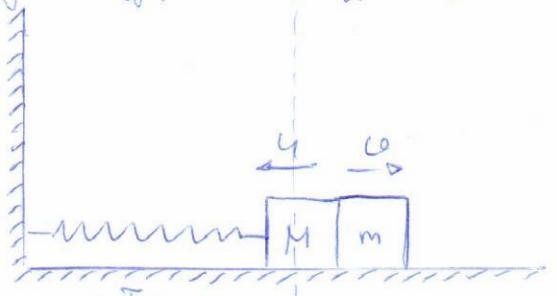
2

Числовик

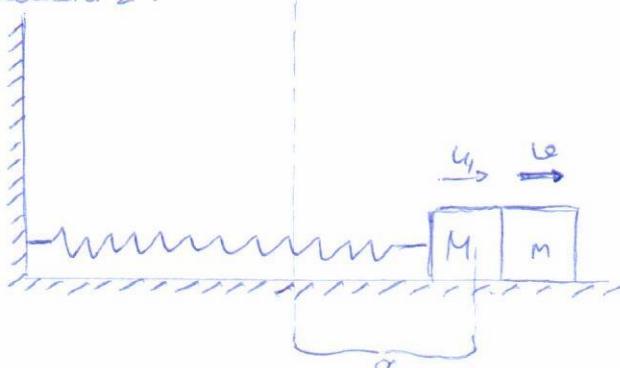
до удара:



сразу после удара:



в момент t:



$$Mv_0^2 - mv_0^2 = Mu_t^2$$

$$m(v_0^2 - v^2) = Mu_t^2$$

$$m(v_0 - v)(v_0 + v) = Mu_t^2 \quad (4)$$

Используя (3) находим, что

$$v_0 - v = u \quad (5)$$

3) Решаем (5) &amp; (1):

$$\text{тогда } v = \frac{v_0(M-m)}{m+M} \quad (6)$$

$$u = \frac{2v_0m}{m+M} \quad (7)$$

4) После удара бруск M будет совершать гармонические колебания с периодом  $T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$ 

$$T = \frac{\pi}{2} \cdot \sqrt{\frac{M}{k}} = \frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{M}{k}}$$

лист 4 из 6