



96-12-27-55  
(68.4)



*Handwritten signature in red ink*

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

Вариант 1 (Чувашия)

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников Ломоносов

по фразике

Васильева Дмитрия Владимировича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«21» февраля 2020 года

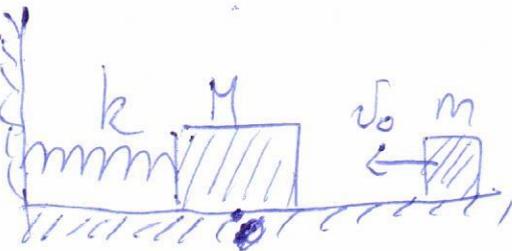
Подпись участника

Handwritten signature in blue ink

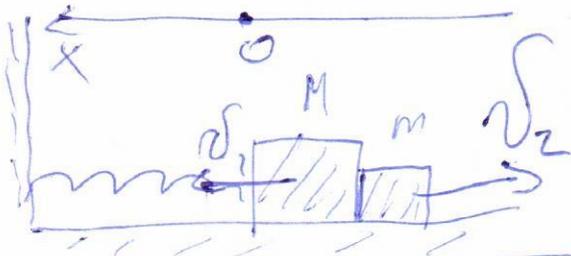
96-12-27-55  
(68.4)

№1.1 Гемелик

Решение: Введем ось  $Ox$ , где  $O$  - координата центра масс  $M$   
(удар упругий  $\Rightarrow$ )



По З.С.Э,  
$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{Mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} \quad (1)$$



По З.С.И,  
$$mv_0 = Mv_1 - mv_2 \quad (2)$$

(1) и (2)  $\Rightarrow$  
$$\begin{cases} m(v_0 - v_2)(v_0 + v_2) = Mv_1^2 \\ m(v_0 + v_2) = Mv_1 \end{cases} \Rightarrow$$

Скорость

$\Rightarrow v_0 - v_2 = v_1 \Leftrightarrow v_0 = v_1 + v_2 \quad (3)$   
Пусть тело массой  $M$  начнет колебаться

по закону  $x = A_{\max} \cdot \sin \omega t$

Значит за время  $\frac{7}{12}T$  тело массой  $m$  окажется в координате  $-v_2 \cdot \frac{7}{12}T$ , а тело массой  $M$  будет в координате

$A_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot \frac{7}{12}T)$

Следует,  $-v_2 \cdot \frac{7}{12}T = A_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot \frac{7}{12}T)$

$-v_2 \cdot \frac{7}{12} \cdot \frac{2\pi}{\omega} = \frac{v_1}{\omega} \cdot \sin(\omega \cdot \frac{7}{12} \cdot \frac{2\pi}{\omega})$

$v_2 \cdot \frac{7}{6} \pi = v_1 \cdot \frac{1}{2}$

$v_1 = \frac{7\pi}{3} v_2 \quad (*)$

①

7	16	10	53	33	79
15	15	5	24		
7	4	4	8		
15	7	22			

2 + 2

Л.Л.Л. (шродомение) Беловик

$$\begin{aligned} (*) \rightarrow (3) \quad v_0 &= v_2 \left(1 + \frac{7\pi}{3}\right) \Rightarrow v_2 = \frac{v_0}{1 + \frac{7\pi}{3}} = ) \\ \Rightarrow v_1 &= \frac{v_0}{1 + \frac{7\pi}{3}} \cdot \frac{7\pi}{3} \end{aligned}$$

Подставим всё во (2). Получим,

$$m v_0 = M \cdot v_0 \cdot \left(\frac{7\pi}{3} \cdot \frac{1}{1 + \frac{7\pi}{3}}\right) \neq - m \frac{v_0}{1 + \frac{7\pi}{3}}$$

$$m \left(1 + \frac{1}{1 + \frac{7\pi}{3}}\right) = M \frac{7\pi}{3 \left(1 + \frac{7\pi}{3}\right)}$$

$$m \cdot \frac{2 + \frac{7\pi}{3}}{1 + \frac{7\pi}{3}} = M \cdot \frac{7\pi}{3 \left(1 + \frac{7\pi}{3}\right)}$$

$$h = \frac{M}{m} = \frac{\left(2 + \frac{7\pi}{3}\right) \cdot 3}{7\pi} = \frac{6 + 7\pi}{7\pi} +$$

Ответ:  $h = \frac{6 + 7\pi}{7\pi}.$

Импульс мат. точки - это векторная физическая величина равная произведению массы мат. точки вектора ее скорости.  
Импульс системы мат. точек - это векторная сумма всех импульсов ~~в~~ мат. точек входящих в эту систему.

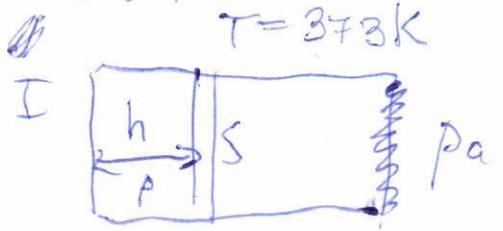
З.С.И: Для данной системы тел, если на неё не действуют внешние силы или ~~их действие пренебрежимо мало~~ их действие пренебрежимо мало с течением времени то импульс этой системы есть величина постоянная.

(2)

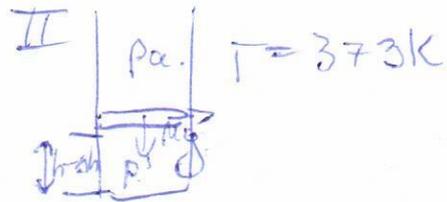
96-12-27-55  
(88.4)

№2.4.1

Безовенк



~~По условию при ат-ке газ I~~  
соем,  $p_{газа} = p_a = 10^5 \text{Па}$



По условию м-ке газ I  
соем

$$p_a \cdot h \cdot S = \frac{m_2}{M} R T$$

$$m_2 = \frac{M \cdot p_a \cdot h \cdot S}{R T}$$

Для II соем:

$$p_a + \frac{Mg}{S} = p' (23 \cdot H)$$

$$p' \cdot S \cdot (h - \Delta h) = \frac{m_2'}{M} R T$$

$$m_2' = \frac{M \cdot (p_a + \frac{Mg}{S}) \cdot S \cdot (h - \Delta h)}{R T}$$

$$\Delta m = m_2 - m_2' =$$

$$= \frac{M p_a h S - M (p_a + \frac{Mg}{S}) \cdot S (h - \Delta h)}{R T}$$

Вычисление!

$$\Delta m = \frac{18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 10^{-2} \text{м}^2 (10^5 \text{Па} \cdot 0,35 \text{м} - (10^5 \text{Па} + \frac{100 \text{Н}}{10^{-2} \text{м}^2}) \cdot 0,3 \text{м})}{8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 373 \text{К}}$$

$$= \frac{18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 10^{-2} \text{м}^2 \cdot 2000 \text{Па} \cdot \text{м}}{8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 373 \text{К}}$$

$$\approx \frac{36 \cdot 10^{-2}}{31 \cdot 10^2} \text{кг} \approx 1,16 \cdot 10^{-4} \text{кг}$$

Ответ:  $\Delta m \approx 1,16 \cdot 10^{-4} \text{кг}$  (3)

1/2.ч.1 (уродливые) Беновик

касающейся пар-это пар, который находится в термодинамическом равновесии со своей жидкостью (+)

Чтобы найти зависимость давл и мл. массы пара от температуры запишем уравн Менд.-Видея

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$p = \frac{p_{нап}}{M} RT$$

$$\frac{p_{нап}}{p} = \frac{RT}{M}$$



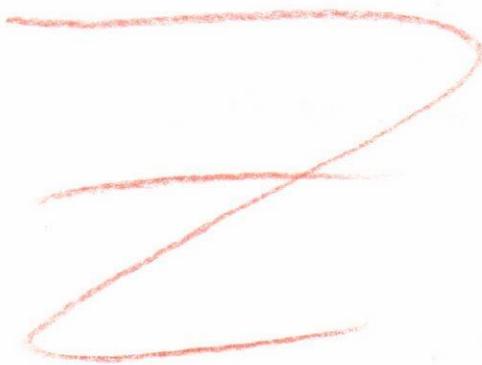
если  $T \uparrow \Rightarrow p_{нап} \uparrow$   
 $\Downarrow$   
 $p \downarrow$

если  $T \downarrow \Rightarrow p_{нап} \downarrow$   
 $\Downarrow$   
 $p \uparrow$

1.3.7.1



R - радиус кольца



чтобы ~~найти~~ ~~оставалось~~ ~~сделать~~ ~~сделаю~~ ~~необходимо~~ ~~необходимо~~

чтобы ~~будем~~ в то время между краями ~~не~~ прокрутимась на ~~цел~~ ~~натуральное~~ число промежутков,

равно  $\frac{2\pi R}{N}$

96-12-27-55  
(88.4)

1.3.7. (Упрощение)  
Бендик

По з. электр. магн. волн

$n \in \mathbb{N}$

$$\left. \begin{aligned} \epsilon_i &= -\frac{d\phi}{dt} \\ I &= \frac{2\pi R n}{F \cdot l} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{F \cdot l}{q} = \frac{d\phi}{dt}$$

$$\int_0^{mv} \epsilon_i = \int_0^{mv} F \cdot dt \cdot \frac{2\pi R n}{N} = -d\phi \cdot q$$

$$\int_0^{mv} \epsilon_i = \int_0^{mv} \frac{2\pi R n}{N} \cdot \cancel{qS} \cdot dB - qS \int_0^{mv} dB$$

$$\frac{mv \cdot 2\pi R n}{N} = BqS$$

$$v = \frac{B \cdot q \cdot S \cdot N}{m \cdot 2\pi R n}$$

$$\text{Полемка} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{v}{2\pi R} = \frac{BqSN}{m \cdot 4\pi^2 R^2 n} =$$

$$= \frac{BqN}{4\pi mR}$$

Мы хотим найти максимальную  
теоретическую частоту сигнала значит  
поделито будет равно 1

Решение:

$$\text{Полемка} = \frac{100 \text{ мк} \cdot 10^{-7} \text{ Кл} \cdot 100}{4\pi \cdot 10^{-5} \text{ м}} = \frac{10^2}{4\pi} \text{ с}^{-1} \approx$$

$$\approx 8 \text{ с}^{-1}$$

Ответ: Полемка  $\text{max} \approx 8 \text{ с}^{-1}$

(5)

№3-7.1 (продолжение)

Бендик

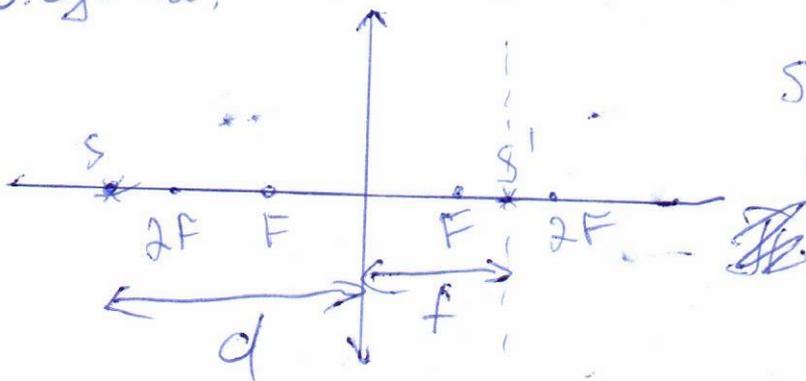
кашаркад

Магнитный поток - это физическая величина, характеризующая устойчивость линий магнитной индукции, пронизывающих данный контур.

Явление электромагнитной индукции - это явление возникновения индукционного тока в замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего данный контур.

1/4.10.1

До сдвига:



S' - изображение на экране.

По формуле тонкой линзы,  $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{10 \text{ см} \cdot 25 \text{ см}}{15 \text{ см}} = \frac{50}{3} \text{ см}$$

Чертовик вект фру все, пок.

$$\left(25 + \frac{25}{4}\right)^2 - \left(\frac{125}{4}\right)^2 = \frac{15625}{16}$$

Для данной системы ищут, если на ней не действует сила, то вектор ищется

$$\begin{array}{r} \times 125 \\ 125 \\ \hline 625 \\ 250 \\ \hline 125 \\ \hline 15625 \end{array}$$

где  $n \in N$ ,  $\# \text{max} \Rightarrow n = 2$   
 $\Rightarrow \rho = \frac{2\pi R}{N}$

$$\left(3 - \frac{9}{8}\right)^2 = \left(\frac{15}{8}\right)^2 = \frac{225}{64}$$

$$24 - 9 = 15$$

$$\begin{array}{r} \times 15625 \\ 62500 \\ 225 \\ \hline 62275 \end{array}$$



$$3) \frac{F \cdot dt \cdot l}{d(mv)} = d\phi$$

2491

$$= \frac{2\pi R n}{N}$$

$$\Rightarrow \epsilon_i = \frac{F \cdot l}{q} \cdot \eta \cdot l =$$

$$\begin{array}{r} 62275 \\ 5 \\ \hline 12455 \\ 10 \\ \hline 24910 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ 20 \\ \hline 27 \\ 25 \\ \hline 25 \end{array}$$

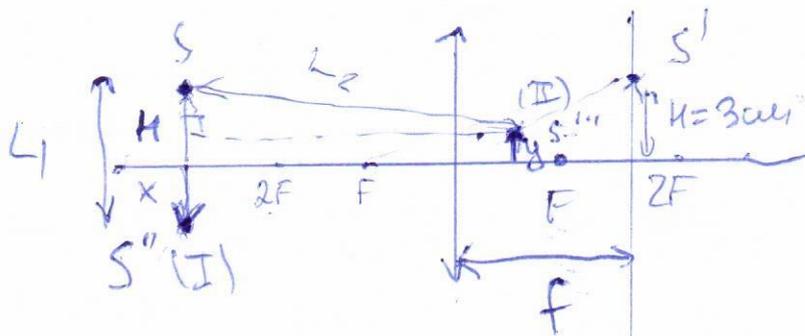
$$\begin{array}{r} 12455 \\ 10 \\ \hline 24910 \\ 20 \\ \hline 49820 \\ 45 \\ \hline 45000 \\ 0 \end{array}$$

$$\frac{5}{8} \sqrt{2491} \text{ см.}$$

(5)

№4.10.1 (предположений)  
 Плоские светла.

Беловик



Возможны 2 случая: мы можем оставить источник перед линзой, можем и поставим за линзу.

Рассчитаем  $L$  для этих 2 случаев I (перед линзой), надо опустить источник вниз на  $H+x$

$$\frac{H}{x} = \frac{f}{d} \Rightarrow x = \frac{Hd}{f} = 3\text{см} \cdot \frac{25 \cdot 3}{50} = \frac{9}{2}\text{см}$$

$$L_1 = H+x = 7,5\text{см}$$

II (за линзой): изображение будет меньше.  
*что это так же!*

$$\frac{1}{d'} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F} ; \frac{1}{d'} = \frac{1}{F} + \frac{1}{f} \Leftrightarrow d' = \frac{Ff}{F+f}$$

$$= \frac{10 \cdot \frac{50}{3}}{10 + \frac{50}{3}} = \frac{500\text{см} \cdot 50}{80} = \frac{25}{4}\text{см}$$

$$\gamma = \frac{f}{d'} = \frac{50}{\frac{25}{4}} = \frac{8}{3} \Rightarrow y = \frac{3\text{см}}{\frac{8}{3}} = \frac{9}{8}\text{см}$$

$$\text{По т. Пиф, } L_2 = \sqrt{\left(25 + \frac{25}{4}\right)\text{см}^2 + \left(3 - \frac{9}{8}\right)\text{см}^2} = \sqrt{\frac{62275}{64}}\text{см} = \frac{5}{8}\sqrt{2491}\text{см}$$

(7)

Бендик ?

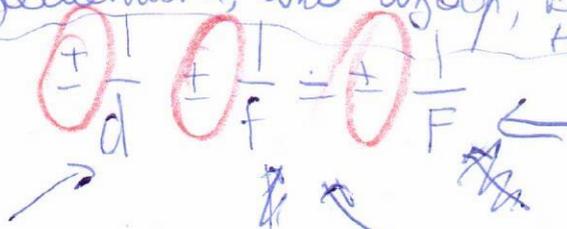
1/4.10.1 (предметное)

Ответ:

$L_1 = 7,5 \text{ см}$   $\xrightarrow{\text{Длин}}$   $L_2 = \frac{5}{8} \sqrt{249} \text{ см}$

изображение будет  $\rightarrow$  на экране

Заметим, что  $L_2$  — это  $L_1$  как таковое на экране, т.е. что-то такое.



F — фокусное расстояние линзы  
 $C_{1+}$  — собирающая линза

d — расстояние от линзы до предмета.

f — расстояние от линзы до изображения.

берёмся  $C_{1-}$ , если предмет мнимый

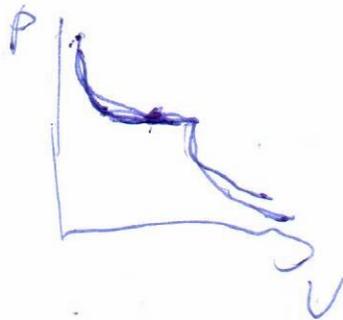
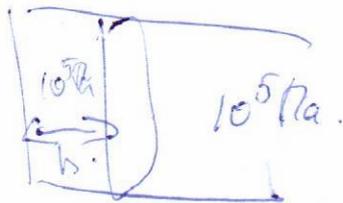
берёмся  $C_{1-}$ , если изображение мнимое

Увеличение равно

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



1/2. Кас. пер. *Кер...*  
 $t = 100^\circ\text{C} = 373\text{K}$



$$p \cdot h \cdot S = DRT$$

Термодинамика -  $D = \frac{p \cdot h \cdot S}{RT}$   
 Кас. пер.  $Dm = \dots$   
 Об. масса.

$$p = \frac{D}{M} RT$$

$$\frac{p}{D} = \frac{RT}{M}$$

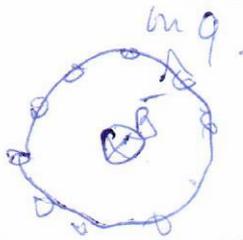
$$F' = (p_0 + \frac{\rho g}{S}) \cdot (h - \Delta h) \cdot S = D_2 RT$$

$$E_i = B \cdot S \cdot l$$

$$m_2 \cdot \frac{D_2}{RT} = \frac{(p_0 + \frac{\rho g}{S})(h - \Delta h) \cdot S dt}{RT}$$

$$\frac{m_2 R}{2} = g \cdot E_i$$

1. 3. 7. 1.



$$\frac{2\pi r}{\pi}$$

$$E_i = \frac{d\Phi}{dt}$$

Действ. маг.  $\Phi$   $\vec{B}$   $\vec{S}$   $h$   
 маг. тока.  
 В замкнутом контуре  
 при изменении маг.  $\Phi$   
 индуцируется ЭДС.

$$E_i = \frac{A}{q}$$

$$q = \frac{dq}{dt}$$

$$E_i dt = d\Phi$$

$$\frac{E_i S l}{q} = S \cdot dB$$

Мех.  $\vec{v}$   $\vec{S}$   $dB$   
 маг. инд.  $\vec{v}$   $\vec{S}$   $dB$   
 произ.  $\vec{v}$   $\vec{S}$   $dB$

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

$$\frac{E l}{a} dt = S \cdot dB$$

$$ET = S \cdot B$$

$$A = \Delta\Phi \cdot q$$

9

Через...

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

$$\epsilon_i \tau = B S$$

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{B S}{r} \cdot q$$

$$F \cdot dt = m v$$

360 | 31  
31 | 50

31 | 0  
31 | 0  
31 | 0

$$v^2 = \frac{2 B S q}{m r}$$

$$\frac{1000000}{0.4} \cdot \frac{1256}{80}$$

$$\omega = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

~~Q~~

$$\frac{dq}{dt} \cdot R = \frac{d\Phi}{dt}$$

$$\omega = \frac{v}{R}$$

$$\omega \cdot R = v$$

$$\omega^2 = \left(\frac{v}{R}\right)^2$$

$$= 10^{-6}$$

$$q \cdot R = B \cdot S$$

$$\frac{3.14}{2.56}$$

$$\frac{2 B S q}{R^2 m T} \cdot \frac{2\pi R^2}{N}$$

$$\omega^2 = \frac{2\pi}{N}$$

$$\omega =$$

$$\epsilon_i = \frac{d\Phi}{dt}$$



$$\frac{F \cdot l}{q} \cdot dt = S \cdot B$$

$$m v \cdot \frac{2\pi R}{N} = \frac{N R^2}{2} \cdot B \cdot q$$

$$m v =$$

$$v = \frac{R \cdot B \cdot q \cdot N}{2 m}$$

$$v = \frac{3}{2} v$$

$$\frac{B S q N}{2 \pi R m}$$

$$\omega = \frac{B q \cdot N}{2 m \cdot R}$$



$$\frac{F \cdot \frac{2\pi R}{N}}{q} \cdot dt = S \cdot dB$$

$$F \cdot dt = m \cdot \frac{2\pi R}{N} \cdot \omega$$

