



0 969418 290000

96-94-18-29
(64.9)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

1

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников _____

Ломоносов

по _____

физике

Эпифанова Алексей Максимовича

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Срок 15⁴⁰ мин

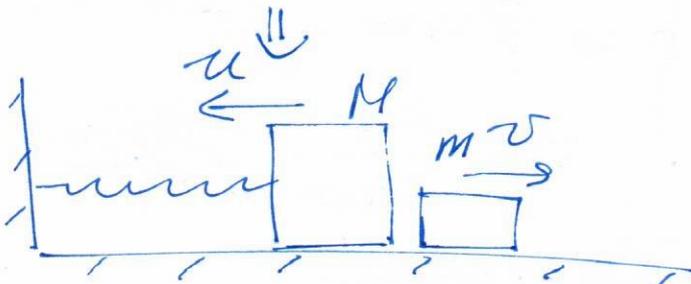
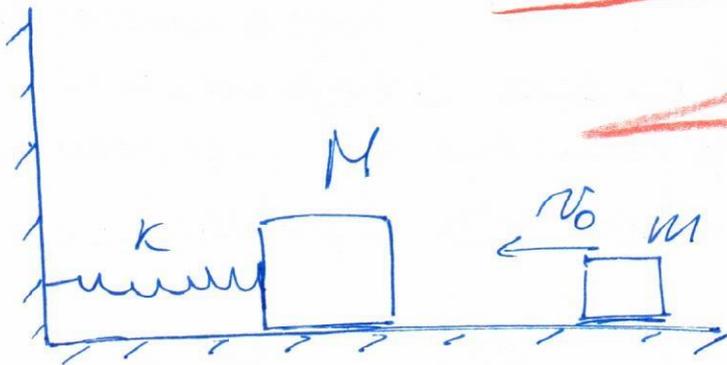
Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

числовик

Задача 1.1.1



Закон сохранения импульса $m v_0 = M u - m v$

Закон сохранения энергии $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{M u^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$

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

$\omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$ - частота гарм. кол. бруска массой M.

За время, равнополовное периоду бруска массой M отклонится влево и вернется в положение равновесия, а уже за время, равное $\frac{1}{12}$ периода бруска массой M нагонит бруска массой m.

Бруска массой m успеет отклониться пройти путь, равный $S = \frac{7}{12} T \cdot v$ (где T - период колебаний бруска массой M)

$v = \dot{r} = v \cos(\omega t + \varphi)$ (v - ие колебаний бруска массой M)

т.к. скорость u максимальна (в силу закона сохранения энергии пружина не деформирована \Rightarrow скорость бруска M максимальна) $A \omega = u \Rightarrow A = \frac{u}{\omega} = u \sqrt{\frac{m}{k}}$

96-94-18-29
(64.9)

78

1	2	3	4
10	5	8	28
13	15	7	50

X числовик 970 не угол, а координата

$l = A \sin(\omega t + \varphi)$ - ур-ие колебаний бруска массой M .

$\varphi = 0$, т.к. в начале совершили колебаний & пружина не деформирована (система находится в равновесии)

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

$$t_1 = \frac{7T}{12}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\Rightarrow \frac{12}{7} t_1 = \frac{2\pi \sqrt{m}}{\sqrt{k}}$$

$$t_1 = \frac{7\pi}{6\omega} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$s = \frac{7T}{12} \cdot v = A \cdot |\sin(\omega t_1)| =$$

$$= A \cdot \left| \sin \frac{7\pi}{6} \right| = A \cdot \left| \sin \left(\pi + \frac{\pi}{6} \right) \right| = A \sin \frac{\pi}{6} =$$

$$= \frac{1}{2} A = \frac{u}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\frac{7T}{12} v = \frac{u}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

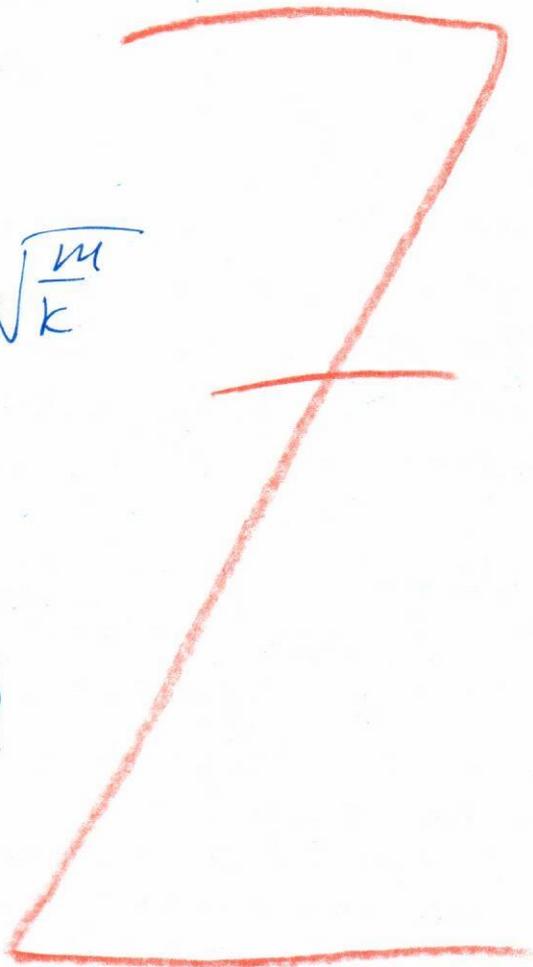
$$\frac{7}{12} v \cdot \frac{2\pi}{\omega} = \frac{7 \cdot 2\pi v}{12} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\frac{14}{12} \pi v = \frac{u}{2}$$

$$\frac{7}{3} \pi v = u$$

$$v_0 = \pi u - v$$

$$v_0^2 = \pi^2 u^2 + v^2$$



числовик

$$v_0^2 = \left[v \left(\frac{7\pi n}{3} - 1 \right) \right]^2$$

$$v_0^2 = v^2 \cdot \left(n \frac{49}{9} \pi^2 + 1 \right)$$

$$1 = \frac{\left(\frac{7\pi n}{3} - 1 \right)^2}{n \frac{49}{9} \pi^2 + 1}$$

$$1 + \frac{49}{9} \pi^2 n = \frac{49}{9} \pi^2 n^2 - \frac{14}{3} \pi n + 1$$

$$\frac{49}{9} \pi^2 n = \frac{49}{9} \pi^2 n^2 - \frac{14}{3} \pi n \quad | \cdot \frac{9}{49 \pi n}$$

$$\pi = \pi n - \frac{3 \cdot 14}{49}$$

$$\pi n - \pi n + (n-1)\pi = \frac{6}{7}$$

$$n = \frac{6}{7\pi} + 1 = \frac{6}{7 \cdot 3,14} + 1 \approx 1,3 \quad \text{// Ответ}$$

Вопросы

Импульс материальной точки - это произведение её массы на вектор её скорости.

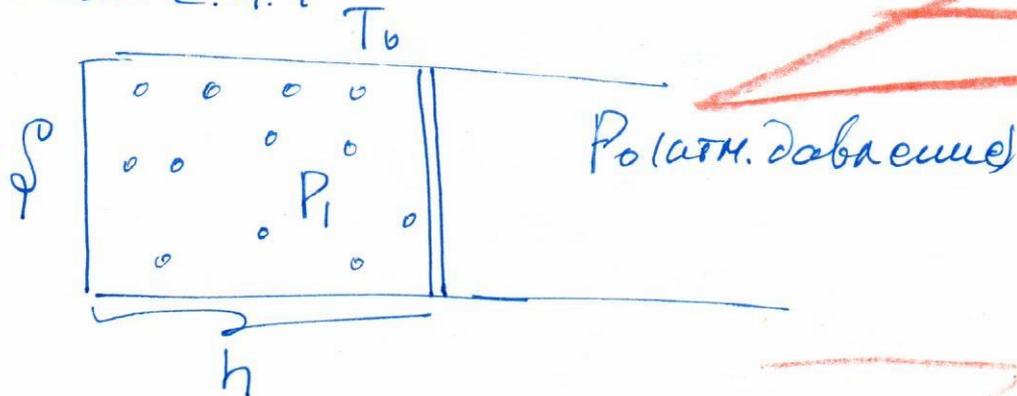
Импульс системы ^{материальных точек} ~~т.к.~~ - это сумма импульсов ~~всех материальных точек, из которых эта система состоит.~~

Закон сохранения импульса.

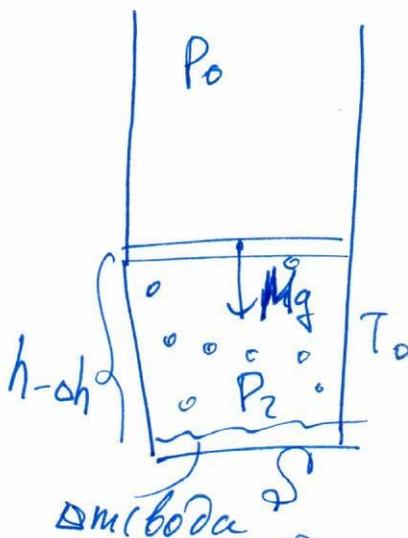
В инерциальной системе отсчёта (в отсутствие внешних сил) импульсы системы материальных точек сохраняются.

Чистовик

Задача 2.4.1



$\Downarrow T = \text{const}$



$t = 100^\circ \text{C} \Rightarrow T_0 = 373 \text{ K}$

P_1 - начальное давление влажного воздуха
 P_2 - конечное давление влажного воздуха

$$P_0 + \frac{Mg}{S} = P_2$$

$$P_1 = P_0$$

$P' = \frac{m_1 R T_0}{\mu S h}$ - ρ . Клапейрона-Менделеева

m_1 - первоначальная масса пара

$P_0' = \frac{m R T_0}{\mu_0 S h}$ - ρ . К.М. для воздуха, находящегося в цилиндре в первоначальном состоянии, но без пара.

закон Дальтона

$$P_1 = P_0 = P_0' + P'$$

Дальтона ^{числовик}

$$P_2 = P_0 + \rho g h = P_2' + P_1'$$

P_2' - давление насыщенного пара (т.к. при постоянной температуре пар конденсировался)
При 100°C $P_2' = P_0 = 10^5 \text{ Па}$

$P_1' = \rho g h$ (P_1' - давление воздуха, в котором бы находился в конечном состоянии)

$$P_1' = \frac{m R T_0}{\mu_0 S (h - \Delta h)} \quad \text{д.к.м.}$$

$$\frac{\rho g h}{\mu_0 S} = (h - \Delta h) \rho g S = P_0' h$$

$$P_0' = \frac{h - \Delta h}{h} \rho g S$$

$$P_1' = \frac{m R T_0}{\mu_0 S} = P_0 - P_0' = P_0 - \frac{(h - \Delta h) \rho g S}{h S}$$

$$P_0 = P_2 = \frac{(m_1 - \Delta m) R T_0}{\mu_0 S (h - \Delta h)}; \quad m_1 - \Delta m = \frac{P_0 \mu_0 S (h - \Delta h)}{R T_0}$$

$$\Delta m = m_1 - \frac{P_0 \mu_0 S (h - \Delta h)}{R T_0} = \frac{\mu_0 S h}{R T_0} \left(P_0 - \frac{(h - \Delta h) \rho g S}{h S} \right)$$

$$- \frac{P_0 \mu_0 S (h - \Delta h)}{R T_0} = \frac{\mu_0 S}{R T_0} \left(P_0 h - (h - \Delta h) \rho g S \right)$$

$$- P_0 (h - \Delta h) = \frac{\mu_0 S}{R T_0} \left(P_0 \Delta h - (h - \Delta h) \rho g S \right)$$

$$= \frac{8,3 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-2}}{8,3 \cdot 373} \left(\frac{10^5 \cdot 5 \cdot 10^{-2}}{10^3} - 10^{-2} \cdot \frac{3 \cdot 10^3}{36 \cdot 10 \cdot 10^{-2}} \right) =$$

$$= \frac{18}{8,3 \cdot 373} \cdot 10^{-2} (5 - 3) = \frac{36}{8,3 \cdot 373} \cdot 10^{-2} \approx 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ кг} = 0,15 \text{ г/кг}$$

15

Вопросы

числовик

Насыщенный пар - это пар, находящийся в состоянии, когда скорость конденсации данного пара равна скорости испарения.

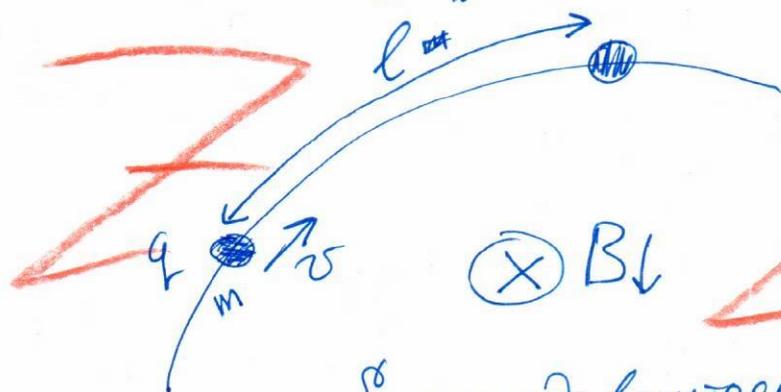
Давление насыщенного пара прямо пропорционально его температуре (в кельвинах). (при постоянной влажности)

Давление насыщенного пара прямо пропорционально его плотности

5

Температура насыщенного пара (в кельвинах) обратно пропорциональна его плотности. (при $P = const$)

Задача 3.7.1



S - площадь внутренней полости кольца

R - радиус кольца

$S = \pi R^2$

$l = \frac{S}{N} = \frac{\pi R^2}{N}$

числовик

$$\Sigma_{\text{инд}} = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{\int dV}{dt}$$

~~$\frac{N \Sigma_{\text{инд}} q}{\ell} = \frac{m v^2}{N \cdot 2}$~~

$$v = \frac{dl}{dt}$$

$$\frac{N \Sigma_{\text{инд}} q}{\ell_0} dt = N m \frac{dv}{v_0} - 3. \text{с.и.}$$

$$- \frac{q}{\ell} \int_{B_0} dV = m \int_0^v dv$$

$$\frac{q}{\ell} \int V_{B_0} = m v_0 = m \frac{\ell}{t}$$

$n = \frac{1}{t}$ (Будет максимально возможная частота съёмки будет тогда, когда каждая бушинка за время съёмки в двух кадрах будет переходить в соседнюю)

$$\frac{1}{n} = \frac{1}{t} = \frac{q \int V_{B_0}}{m \ell^2} = \frac{q V_0 \frac{1}{4} R^2}{m \cdot \frac{(2\pi R)^2}{N^2}} =$$

$$= \frac{q V_0 N^2}{4 \pi^2 m \cdot 4 \pi^2} = \frac{10^{-7} \cdot 100 \cdot 10^4}{4 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = \frac{10^4}{4 \cdot 3,14} \approx 500 \text{ с}^{-1}$$

Чистовик

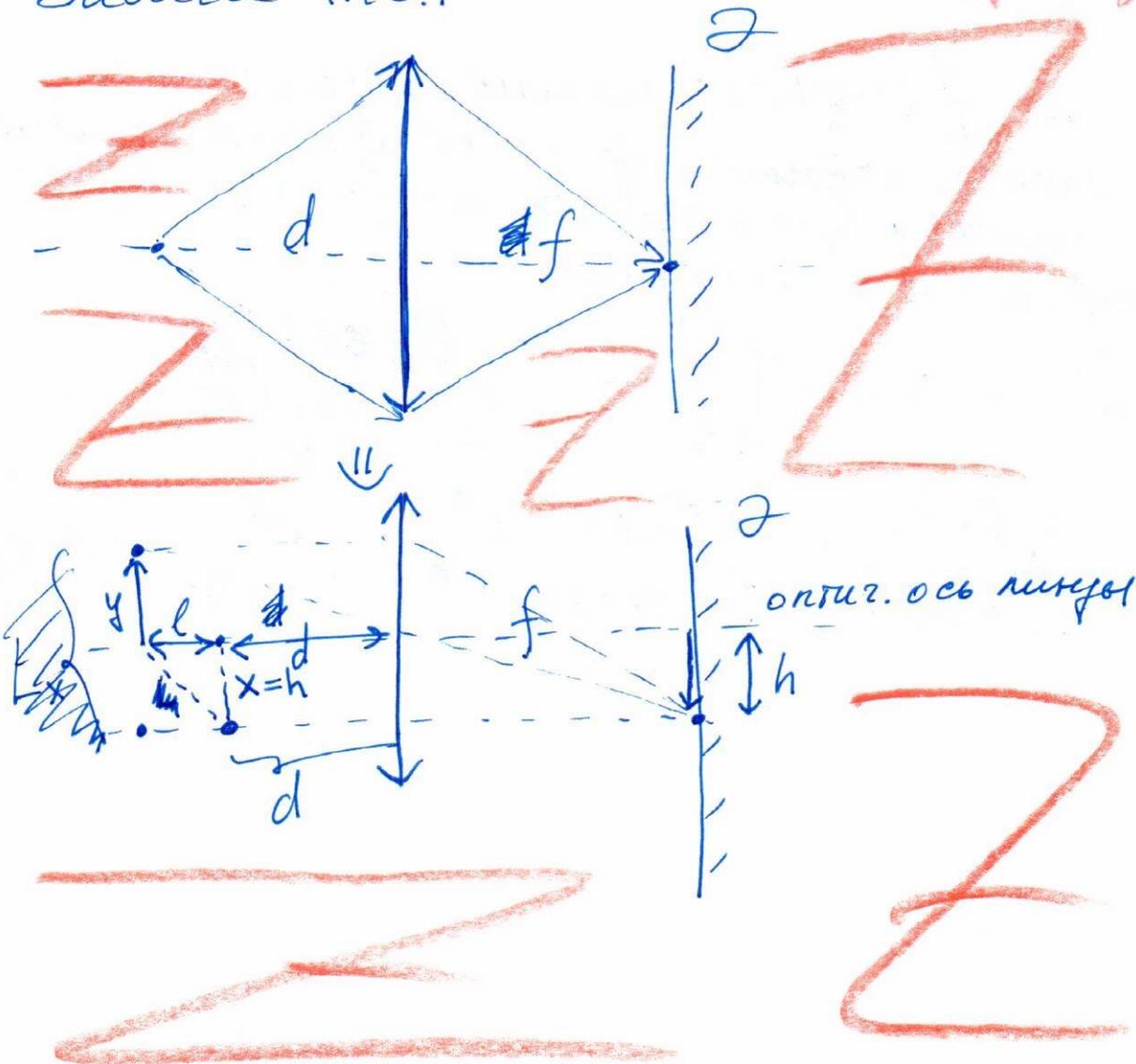
Вопросы

Магнитный поток - это скалярное произведение вектора магнитной индукции на площадь площадки, через которую считается магнитный поток. (направление вектора площади считается нормалью к этой площадке)

Изменение электромагнитной индукции состоит в ~~повлещии~~ ~~некой~~ ~~рауности~~ потенциалов при ~~уменении~~ магнитной индукции. *магн. потока через контур*

ЭДС индукции

Задача 4.10.1



Черновик

$$\begin{array}{r} 3600 \\ \hline 8,3 \cdot 373 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 373 \\ 8,3 \\ \hline 1719 \\ 2784 \\ \hline 2295,9 \end{array}$$

$$2\bar{\omega} = \tau \Rightarrow \omega = \frac{2\tau}{T}$$

$$\omega t = \frac{2\pi}{T} t = \frac{7,5}{6}$$

$$\begin{array}{r} 3600,000 \\ - 2296 \\ \hline 1304,0 \\ - 2296 \\ \hline 11480 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2296 \\ \hline 1,56 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2296 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15600 \\ - 13776 \\ \hline 1824 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11480 \\ + 2296 \\ \hline 13776 \end{array}$$

$$v_0^2 = (1 + \frac{49}{9} \frac{7}{3} \bar{\omega} - 1)^2 = n \cdot \frac{49}{9} \frac{7}{3} \bar{\omega} + 1$$



$$\frac{49n^2 \pi^2}{9} = \frac{49n^2}{3 + n^2} \frac{49}{9}$$

$$\frac{49}{9} \frac{49}{3} = \frac{14}{3} + \frac{49}{9}$$

$$\frac{49}{9} \pi(n-1) = \frac{14}{3}$$

$$n-1 = \frac{49 \pi(n-1)}{14} = \frac{7 \pi}{2}$$

$$F = q v \cdot B$$

$$\frac{B q}{m} = \frac{F}{m v} = \frac{1}{T}$$

$$\frac{10000}{4}$$

$$\begin{array}{r} 6,28 \\ 6,28 \\ \hline 50284 \\ 1256 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 500 \\ 250 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3768 \\ \hline 39,4384 \end{array}$$

≈ 40

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

