



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов название олимпиады

по природе профиль олимпиады

Мицемин Светлана Алексеевна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

« 21 » февраля 2020 года

Подпись участника

1.1.1.

Чинуласи материальном токи называєтсѧ вектором привнеска величина, равен привнесению массы материального токи на ее скорость

$$\vec{P} = m\vec{v} = \vec{F}_{\text{ат}}$$

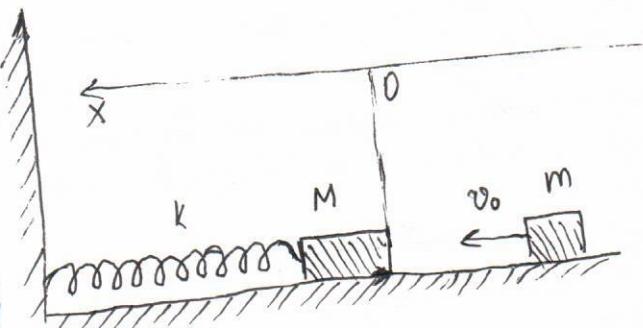
Чинуласи материальних токов равен сумме чинуласов этих материальных токов

$$\vec{P}_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n \vec{P}_i = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i$$

Если сумма виних сил, действующих на систему, равна 0, то чинулас системы не изменяется. Если сумма привнесет виних сил ≠ на ось Ox равна 0, то привнесло чинуласа на ось Ox не изменяется

$$\sum \vec{F}_{\text{вн}} = 0, \Rightarrow \Delta \vec{P} = 0$$

10



$$1) P_{\text{нов}} = m v_0 \quad (\text{до соударения})$$

$$P_{\text{нов}} = M u - m v \quad (\text{после соударения})$$

$$m v_0 = M u - m v \quad (\text{ЗСИ})$$

$$m(v_0 + v) = M u \quad (1)$$

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

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

$$m(v_0 - v)(v_0 + v) = M u^2 \quad (2)$$

3) до соударения брусков массой M и пружины находятся в покое в равновесии, затем брускам сообщают начальную скорость u ; и движутся синхронно с одинаковой скоростью ω

брюсков движется по закону $x = x_m \sin(\omega t)$

$$x' = x_m \omega \cos(\omega t) = u \cos(\omega t), \quad x_m = \frac{u}{\omega}, \quad \omega = \frac{2\pi}{T}, \Rightarrow x_m = \frac{u}{2\pi T}, \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = \frac{T u}{2\pi} \sin\left(\frac{2\pi}{T} t\right)$$

$$\text{при } t = \frac{\pi}{2}, x = \frac{T u}{2\pi} \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{\pi}{2}\right) = \frac{T u}{2\pi} \sin\left(\frac{\pi}{6}\right)$$

т.к. брусков массой M движутся брусков массой m, $x = -\theta t = -\frac{\sqrt{m} t}{12}$

тогда

$$\frac{T u}{2\pi} \sin\left(\frac{\pi}{6}\right) = -\frac{\sqrt{m} t}{12}$$

$$u = -\frac{\sqrt{m} \cdot 2\pi}{12 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{6}\right)} = -\frac{\sqrt{m} \cdot 2\pi}{12 \cdot \left(1 - \frac{1}{2}\right)} = \frac{\sqrt{m} \pi}{3}, \Rightarrow \omega = \frac{3u}{\sqrt{m}} \quad (3)$$

продолжение (1.1.1)

4) Установка Ренгенов (2) на (1), получим

$$\cancel{v_0 - v} = u, \Rightarrow v_0 = u + v = u \left(1 + \frac{3}{7\pi}\right)$$

Подставим эти значения в урн (1)

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

$$m \left(1 + \frac{6}{7\pi}\right) = M, \Rightarrow n = \frac{M}{m} = 1 + \frac{6}{7\pi} \approx 1,28$$

Ответ: $n = 1,28$

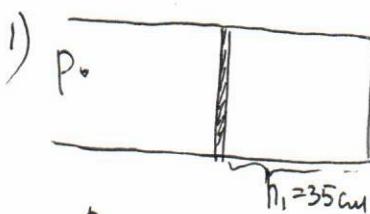
(15)

2.4.1.

Пар называется насыщенным, если содержит максимальное количество молекул жидкости при данной температуре, при этом устанавливается динамическое равновесие: количество молекул, переходящих из пара в жидкость равно количеству молекул, переходящих из жидкости в пар за определенный промежуток времени.

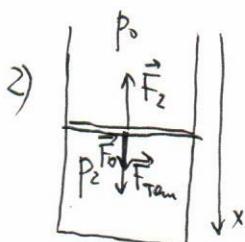
Давление насыщенного пара при данной температуре является постоянной величиной. При увеличении температуры давление насыщенного пара уменьшается.

(8)



т.к. система находится в состоянии равновесия, давление влаги воздуха равно атмосферному

$$\frac{P_0 h_1 S}{T} = V_1 R \quad \left(\frac{RT}{S} = \frac{P_0 h_1}{V_1}; \text{ } T \uparrow; V_1 \downarrow, \Rightarrow h_1 \downarrow, \Rightarrow h_2 = h_1 - \Delta h \right)$$



Условие равновесия поршня: $\vec{F}_{\text{грав}} + \vec{F}_1 = \vec{F}_2$

пр. на x: $F_{\text{грав}} + F_1 = F_2$

$$Mg + P_0 S = P_2 S$$

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

3) Если считать, что объем смонтировавшегося водяного крепления мал:

$$\frac{P_2 h_2 S}{T} = V_2 R; V_2 = V_1 - \frac{m}{M}$$

$$\frac{(Mg + P_0) h_2 S}{T} = V_1 R - \frac{m}{M} R$$

$$M \left(\frac{Mgh_2}{T} + P_0(h_1 - \Delta h) - V_1 RT \right) = -m$$

$$-m = -M \left(\frac{Mgh_2}{T} + P_0 h_2 S - P_0 h_1 S - P_0 h_1 S \right) = M \left(\frac{Mgh_2}{T} - P_0 \Delta h S \right)$$

$$\Rightarrow m = \frac{(P_0 \Delta h S - Mg)(h_1 - \Delta h)}{RT} M; \text{ } \cancel{M}$$

(X)

4) Если учитывать объем продолжение (2.4.1) находящейся индукции

$$\frac{P_2 h_2 S}{t} = (P_1 - \frac{m}{M}) R$$

$$\frac{P_2 (h_2 - \frac{m}{\rho s}) S}{t} = (P_1 - \frac{m}{M}) R$$

$$P_2 h_2 S - \frac{P_2 m}{\rho} = P_1 R t - \frac{m R t}{M}$$

$$m \left(\frac{P_2 - R t}{\rho} \right) = P_2 h_2 S - P_1 R t$$

$$m \left(\frac{\frac{M g}{S} + P_0}{\rho} - \frac{R t}{M} \right) = \left(\frac{M g}{S} + P_0 \right) S (h_1 - \Delta h) - P_0 h_1 S$$

$$m \left(\frac{\frac{M g}{S} + P_0}{\rho} - \frac{R t}{M} \right) = M g h_1 - M g \Delta h - P_0 \Delta h$$

$$m = \frac{(M g h_1 - M g \Delta h - P_0 \Delta h)}{\frac{M g}{S} + P_0 - \frac{R t}{M}} ; \quad m \approx \frac{20}{17183} \text{ кг} \approx \frac{20}{170000} \approx \frac{20}{17} \cdot 10^{-4} \text{ кг} \approx 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$$

14

37.1.

Магнитный потоком через ограниченную поверхностью S изображается произведение величины, равной произведению модуля магнитной индукции B на площадь S на со сдвигом между нормалью R и вектором индукции поверхности и направлением вектора магнитной индукции $OP = BS \cos \alpha = BS \cos \angle (\vec{n} \wedge \vec{B})$

Изменение магнитного потока через поверхность, ограниченную зоной пребывания создает электрическое поле возникает ЭДС индукции

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

1) Когда катушка начинает вращаться, на заряженные бусинки действует сила Ампера, возникает ускорение движущихся частиц

$$M a_y = F_u ; \quad F_u = B v q \sin \alpha ; \quad \alpha = 90^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 1$$



$$a_y = \frac{v^2}{R} (R - \text{радиус катушки}) \quad w - \text{угловая скорость}; \\ \frac{M v^2}{R} = B v q, \Rightarrow \frac{v}{R} = \frac{B q}{M} = w; \quad w = \frac{\varphi}{t}, \Rightarrow \frac{B q}{M} = \frac{\varphi}{t}$$

2) При максимальном залегании π за время t (промежуток времени между двумя изображениями) катушка будет поворачиваться на угол

$$\varphi, \quad \varphi = \frac{2\pi}{100} = \frac{\pi}{50}$$

продолжение 3.3.1.

$$3) n = \frac{k}{t}, \text{ где } k=1, \Rightarrow t = \frac{k}{n}$$

$$\frac{Bq}{m} = \frac{\Phi}{t}, \Rightarrow \frac{Bq}{m} = \frac{\Phi n}{k}, \Rightarrow n = \frac{Bq k}{\Phi m} = \frac{50 Bq}{\pi m};$$

$$n = \frac{50 \cdot 100 \cdot 10^{-7}}{3,14 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3}} = \frac{50}{3,14} \approx 16$$

Ответ: $n = 16$

4.10.1.

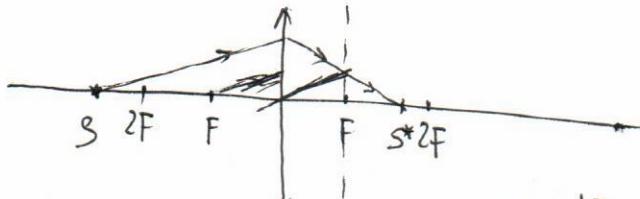
$$+\frac{1}{F} = +\frac{1}{f} + \frac{1}{d}, \text{ где } F - \text{ фокусное расстояние линзы}$$

 f - расстояние от изображения до линзы d - расстояние от предмета до линзы;если линза $F < 0$, то изображение $F > 0$

$$f = \frac{F}{d} = \frac{h}{H} \quad \text{увеличение -} \quad \text{изображение}$$

по сколько раз размер изображения больше размера предмета

1)



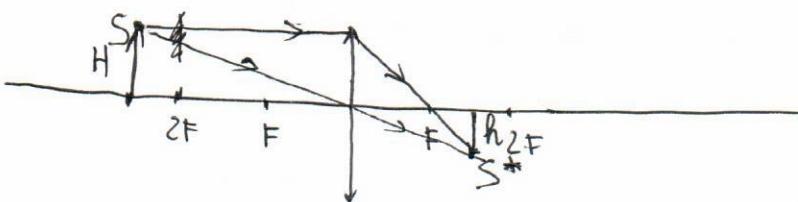
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$

$$f = 10 \text{ см}$$

$$d = 25 \text{ см}, \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f_1 = \frac{dF}{d-F}; f_1 = \frac{25 \cdot 10}{25-10} = \frac{50}{3} \approx 16,67 \text{ см}$$

2)



$$\frac{F_2}{f_2} = \frac{F_1}{f_1} \Rightarrow d_2 = d_1,$$

источник света нужно переместить вправо

перенаправленный пучок света; изображение перевернутое, поэтому $L = H + h$

$$L = H + h;$$

$$R = \frac{h}{H} = \frac{F}{d}, \Rightarrow H = \frac{hd}{F};$$

$$L = H + h = R(1 + \frac{d}{F});$$

$$\therefore L = 3(1 + \frac{25}{50}) = 3(1 + \frac{3}{2}) = 3 \cdot 2,5 = 7,5 \text{ см}$$

Ответ: $L = 7,5 \text{ см}$

6 отбрасывание

как F

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

3.3.1.

Черновик

$$q^2 = B S \cos \vartheta$$

Написано - при вращении, радиус пройдёт модуль
вектора магнитного поля B на конец, опр.
модуль S на ~~как~~ $\cos \vartheta$ и модуль параллельно ~~вектору~~ и нач.
вектора магнитного поля

Изменение м.н. создает эл. поле; возникает \rightarrow с индукцией

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



$$F_t = B q v \sin \vartheta$$

$$m a_y = F$$

$$m \frac{v^2}{R} = B q v \sin 90^\circ$$

$$m a_r = B q R ; \quad \frac{v^2}{R} = \frac{B q}{m}$$



$$\omega = \frac{v}{R} ; [w] = [\frac{m}{c}]$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{100t}$$

$$\frac{B q}{m} = \frac{2\pi}{100t}$$

$$t = \frac{2\pi m}{100 B q}$$

$$n = \frac{k}{t} ; k=1 , \quad n = \frac{K \cdot 100 B q}{2\pi m} = \frac{100 B q}{2\pi m}$$

$$\begin{array}{r} 50000 \\ -314 \\ \hline 1860 \\ \cdot \\ \cancel{1570} \\ \hline 290 \end{array} \quad \begin{array}{r} 3,14 \\ 16 \\ \hline 1884 \\ +314 \\ \hline 5024 \end{array}$$

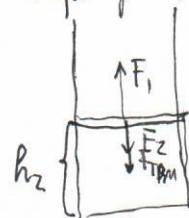
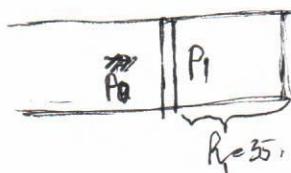
$$\begin{array}{r} 3,14 \\ 16 \\ \hline 1884 \\ +314 \\ \hline 5024 \end{array}$$

2.4.1. Пар называется насыщенным

насыщенным, если содержит максимальное количество ~~пара~~^{вещества} при данной температуре. Давление насыщенного пара при данной температуре называется ~~давлением~~^{напряжением}.

$$\frac{PV}{T} = \bar{V}R = \frac{m}{M}R \Rightarrow \frac{P\bar{V}}{TR} = \frac{m}{V} = \rho$$

Давление насыщенного пара уменьшается с увеличением температуры.



$$F_1 = F_{1\text{сум}} + F_2$$

$$F_2 = P_0 S$$

$$F_2 = P_2 S$$

$$P_2 s = Mg + p_0 S$$

$$P_2 = \frac{Mg}{S} + p_0$$

$$P_0 = P_1$$

$$\frac{P_1 h_1 S}{t} = \bar{V}_1 R$$

$$\bar{V}_1 = \frac{P_0 h_1 S}{t R}$$

$$\frac{P_2 \cdot \bar{V}_2 S}{t} = \bar{V}_2 R$$

~~$P_2 = \bar{V}_2 R$~~

$$\frac{P_2 (h_2 - h_1) S}{t} = (\bar{V}_1 - \frac{m_B}{M_B}) R$$

$$\frac{P_2 (h_2 - \frac{m_B}{M_B}) S}{t} = (\frac{P_1 h_1 S}{t R} - \frac{m_B}{M_B}) R$$

$$\frac{P_2 \bar{V}_2 - \frac{P_2 m_B}{\rho_B t}}{t} = \frac{P_1 h_1 S}{t} - \frac{m_B R}{M_B}$$

$$M_B (\frac{P_2}{\rho_B t} - \frac{R}{M_B}) = \frac{S}{t} (P_2 h_2 - P_1 h_1)$$

$$M_B = \frac{S}{t} \frac{(P_2 h_2 - P_1 h_1)}{\left(\frac{P_2}{\rho_B t} - \frac{R}{M_B}\right)}$$

$$= \frac{S}{t} \left(\frac{(M_B + P_0) h_2 - P_0 h_1}{\frac{P_2}{\rho_B t} - \frac{R}{M_B}} \right)$$

$$= \frac{S}{t} \left(\frac{(M_B + P_0) h_2 - P_0 h_1}{\frac{P_2}{\rho_B t} - \frac{R}{M_B}} \right)$$

$$= \frac{S}{t} \left(\frac{(M_B + P_0) h_2 - P_0 h_1}{\frac{P_2}{\rho_B t} - \frac{R}{M_B}} \right)$$

$$= \frac{S}{t} \left(\frac{(M_B + P_0) h_2 - P_0 h_1}{\frac{P_2}{\rho_B t} - \frac{R}{M_B}} \right)$$

$$= \frac{S}{t} \left(\frac{(M_B + P_0) h_2 - P_0 h_1}{\frac{P_2}{\rho_B t} - \frac{R}{M_B}} \right)$$

$$= \frac{S}{t} \left(\frac{(M_B + P_0) h_2 - P_0 h_1}{\frac{P_2}{\rho_B t} - \frac{R}{M_B}} \right)$$

$$= \frac{S}{t} \left(\frac{(M_B + P_0) h_2 - P_0 h_1}{\frac{P_2}{\rho_B t} - \frac{R}{M_B}} \right)$$

$$= \frac{S}{t} \left(\frac{(M_B + P_0) h_2 - P_0 h_1}{\frac{P_2}{\rho_B t} - \frac{R}{M_B}} \right)$$

$$= \frac{S}{t} \left(\frac{(M_B + P_0) h_2 - P_0 h_1}{\frac{P_2}{\rho_B t} - \frac{R}{M_B}} \right)$$

$$= \frac{S}{t} \left(\frac{(M_B + P_0) h_2 - P_0 h_1}{\frac{P_2}{\rho_B t} - \frac{R}{M_B}} \right)$$

если считать, что давление воды мало

$$\frac{P_2 h_2 S}{t} = \bar{V}_2 R$$

$$\frac{P_2 h_2 S}{t} = (\bar{V}_1 - \frac{m_B}{M_B}) R$$

$$\frac{(M_B + P_0) h_2 S}{t} = \bar{V}_1 R - \frac{m_B R}{M_B}$$

$$\frac{(M_B + P_0) h_2 S - \bar{V}_1 R t}{t} = - \frac{m_B R}{M_B}$$

$$m_B = \frac{M_B}{R} \left(\frac{\bar{V}_1 R t - (M_B + P_0) h_2 S}{t} \right) =$$

$$= \frac{M_B}{R} \left(P_0 h_1 S - M_B h_2 - P_0 h_2 S \right)$$

$$= \frac{M_B}{R} \left(P_0 S (h_1 - h_2) - M_B h_2 \right)$$

$$= \frac{10^{-2}}{373} \left(\frac{8000 - 5000}{\frac{110}{373} - \frac{373 \cdot 10^3 \cdot 0,461}{373}} \right) = \frac{1693 - 20}{110 -}$$

$$h_2 < h_1 ; \Delta h = h_1 - h_2$$

$$h_2 = h_1 - \Delta h$$

$$= \frac{S}{t} \left(\frac{(M_B + P_0) h_1 - M_B \Delta h + P_0 h_2}{\frac{P_2}{\rho_B t} - \frac{R}{M_B}} \right)$$

$$= \frac{S}{t} \left(\frac{(M_B + P_0) h_1 - M_B \Delta h + P_0 h_2}{\frac{P_2}{\rho_B t} - \frac{R}{M_B}} \right)$$

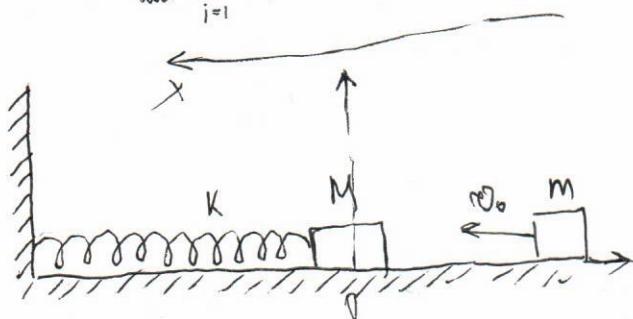
$$= \frac{S}{t} \left(\frac{(M_B + P_0) h_1 - M_B \Delta h + P_0 h_2}{\frac{P_2}{\rho_B t} - \frac{R}{M_B}} \right)$$

$$= \frac{S}{t} \left(\frac{(M_B + P_0) h_1 - M_B \Delta h + P_0 h_2}{\frac{P_2}{\rho_B t} - \frac{R}{M_B}} \right)$$

Черновик

1.3.1 $P = m \cdot \vartheta$ (процент. массы и инерции)

$$P_{\text{инер}} = \sum_{i=1}^n m_i \cdot \vartheta_i$$



З-и сохранение импульса: сумма импульса
всех тел одна и та же, если
импульс не меняется

$\Delta P = 0$ если $\sum F_{\text{вн}} = 0$
если суммарная величина \forall ось x
равна 0, то проекция импульса на
ось x не изменяется

$$1) P_{\text{инер},x} = M \cdot \vartheta_0$$

$$P_{\text{инер},x} = M U_m - m \cdot \vartheta$$

$$M \cdot \vartheta_0 = M U_m - m \cdot \vartheta \quad (1)$$

$$\left(\frac{M \cdot \vartheta_0}{2} = \frac{M U_m^2}{2} + \frac{m \cdot \vartheta^2}{2} \right) \quad (2)$$

$$2) x = x_0 \sin(\vartheta t)$$

$$\cancel{U = x_0 \cdot \vartheta \cos(\vartheta t)} = U_m \cos(\vartheta t) \quad U_m = x_0 \cdot \cancel{\vartheta} = x_0 \cdot \frac{2\pi}{T} \Rightarrow$$

$$x = x_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{12}\right) = x_0 \sin\left(\frac{\pi}{6}\right) = \Rightarrow x_0 = \frac{T U_m}{2\pi}$$

$$= \frac{T U_m}{2\pi} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{6}\right)$$

$$x = -x_0 \frac{\pi}{12} T \Rightarrow -\frac{\pi}{12} \vartheta = \frac{U_m}{2\pi} \sin\left(\frac{\pi}{6}\right) \quad (3)$$

$$\vartheta = \frac{U_m \cdot \frac{1}{2} \cdot 12}{2\pi \cdot \frac{\pi}{6}} = \frac{U_m \cdot 12}{4\pi \cdot \frac{\pi}{6}} = \frac{U_m \cdot 3}{2\pi}$$

$$m(v_0 + \vartheta) = M U_m$$

$$m(v_0^2 - \vartheta^2) = M U_m^2$$

$$\Rightarrow v_0 - \vartheta = U_m$$

$$v_0 = U_m + \vartheta = U_m \left(1 + \frac{3}{2\pi}\right)$$

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

$$M \left(1 + \frac{6}{7\pi}\right) = M$$

$$h = \frac{M}{m} = 1 + \frac{6}{7\pi}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 3,14 \\ \hline 7 \\ 21,98 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6000 \\ -4396 \\ \hline 17040 \\ -15386 \\ \hline 16540 \end{array} \quad \begin{array}{r} 21,98 \\ \hline 0,2777 \end{array}$$